



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO**



**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**

**EVALUACIÓN PRODUCTIVA Y ECONÓMICA DE LA
ADMINISTRACIÓN DE ÁCIDOS ORGÁNICOS EN EL AGUA DE
BEBIDA EN CONEJOS DE ENGORDA.**

TESIS

QUE PRESENTA

JESÚS ALEJANDRO LÓPEZ MARÍN

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Asesor

**MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL TROPICAL
ANTONIO GARCÍA VALLADARES**

Morelia, Michoacán. Diciembre 2014

DEDICATORIA

A mis padres, MCJESÚS LÓPEZ TORRES y MC. ALEJANDRA MINERVA MARÍN AGUILAR, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluyen este; me motivaron constantemente a alcanzar mis anhelos.

Gracias por confiar en mí.

A mis hermanos DANIELA MONTSERRAT LÓPEZ MARÍN y CARLOS ALFREDO LÓPEZ MARÍN, porque aunque parece que la mayoría de las veces estamos en una batalla, a veces la guerra cesa y nos unimos para lograr nuestros objetivos. Gracias por todos los momentos bonitos que hemos pasado.

Los abuelos son seres que poseen mucha sabiduría, las canas y arrugas que noto en sus cuerpos dan muestra de su conocimiento de la vida. Este conocimiento lo aproveche y seguiré aprovechando para lograr grandes cosas, para no caer en ciertos errores y elegir el correcto sendero a seguir; por eso dedico esta tesis a ING. JESÚS LÓPEZ ESCOTO, ANA MARIA TORRES AYALA, ANGELINA AGUILAR CALDERÓN y a DOMINGO MARÍN MARINES que aunque ya no está con nosotros, sé que estaría muy orgulloso de mí.

A mí novia, ANDREA GALLARDO ALFONZO, que desde que la conocí ha sido un impulso para mí, que con su apoyo constante y amor incondicional ha sido mi amiga y compañera inseparable, fuente de conocimiento y consejo en todo momento, y por ser el motivo para seguirme superando.

AGRADECIMIENTOS

A la FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA de la UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SÁN NICOLÁS DE HIDALGO, haberme acogido en sus aulas

A mí asesor, MC. ANTONIO GARCÍA VALLADARES, por el tiempo que se tomó para atender a un servídor y por la ayuda para la elaboración de esta tesis.

Al MC. EDILBERTO ROMERO ESPINOZA, por haberme facilitado el uso de las instalaciones de su granja y a la MVZ. LAURA EUGENIA ESCOBAR SALAZAR, por haber prestado el material biológico y parte de los insumos.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Fisiología de la digestión en los conejos	2
1.2. Cecotrofia.....	3
1.3. Alternativas a los antibióticos promotores de crecimiento	4
1.4. Probióticos	4
1.5. Prebióticos	5
1.6. Enzimas	6
1.7. Ácidos orgánicos.....	7
1.8. Agua de bebida para los conejos	9
2. OBJETIVO.....	17
3. HIPÓTESIS.....	17
4. MATERIALES Y MÉTODOS	18
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
6. CONCLUSIONES	24
7. BIBLIOGRAFÍA.....	25

Índice de tablas

Tabla 1. Halo de inhibición de desarrollo de distintos microorganismos (mm)	12
Tabla 2. Modo de acción de los ácidos orgánicos en el tracto digestivo.....	14
Tabla 3. Resultados del comportamiento productivo en los conejos con y sin adición de ácidos orgánicos en el agua de bebida	21
Tabla 4. Evaluación económica por concepto de alimentación en los conejos con y sin adición de ácidos orgánicos en el agua de bebida.....	22
Tabla 5. Mortalidad y presencia de problemas entéricos en los conejos con y sin adición de ácidos orgánicos en el agua de bebida.....	22
Tabla 6. Cuenta de bacterias mesófilas aerobias, UFC/ml. De muestra a 35°C por 24 hrs	23

Resumen

El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el comportamiento productivo adicionando acidificantes en el agua de bebida de los conejos y determinar el costo-beneficio de su adición en la dieta, para ello se utilizaron 60 conejos de las cruces de las razas Nueva Zelanda, California y Chinchilla con un promedio de peso de 550gr, se dividieron en 2 grupos; a uno se le adicionó una mezcla de ácidos orgánicos (fórmico y propionico), se llevó un registro del consumo de alimentos y pesaron los conejos cada 14 días. Con la información que se obtuvo se analizó por el método de análisis de varianza. No se encontraron diferencias significativas para consumo, ganancia diaria y conversión alimenticia, (TC=159.3g, 36.6g y 4.367kg/kg vs. TE=140.1g, 34.2g y 4.188kg/kg). Se encontró una tendencia a ser más eficiente el grupo de conejos al que se le administró la mezcla de ácidos, en cuanto a lo económico se obtuvo un ahorro del 3.7% en los costos de producción respecto al tratamiento control. Se concluye que la acidificación del agua de bebida en los conejos no afecta el comportamiento productivo y presenta ligera ventaja en su desempeño productivo que sin acidificar.

Palabras clave: ácidos orgánicos, conejos en engorda, pH, eficiencia alimenticia.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the productivity behavior adding acidifiers in the drinking water of rabbits and determine the cost-benefits of their addition to the diet, for it were used 60 rabbits crossing of breeds of New Zealand, California and Chinchilla whit average weight of 550gr, were divided in 2 groups; one was added of mixture an organic acids (formic and propionic), a record of food intake was carried out and weighed every 14 days rabbits. With the information obtained was analyzed by the method of variance. Don't were obtained significant differences for intake, daily gain and feed conversion (TC=159.3g, 36.6g y 4.367kg/kg vs. TE=140.1g, 34.2g y 4.188kg/kg). However, has a tendency to be more efficient group rabbits when administered with the acid mixture, in terms of economic was obtained savings of 3.7% in production costs compared to the control treatment. It is concluded

that acidification of drinking water in rabbits not affect growth performance and has slight edge in their productive performance without acidification.

Keywords: organice acids, growing rabbits, pH, efficientary alimentation.

1. INTRODUCCIÓN

La producción cárnica en general y la del conejo en particular, consiste en transformar las proteínas vegetales en un nuevo producto, con mayor valor alimenticio, desde este punto de vista, el conejo es un animal eficaz, especialmente si lo comparamos con los grandes herbívoros.

En producción animal, la alimentación, es sin duda lo que más costo representa para los productores, y es necesario buscar alternativas que permitan producir de manera eficiente, pero con el menor costo posible. Para el conejo, el destete representa una etapa fundamental, ya que marca en gran medida su peculiar régimen alimenticio, en el intestino grueso. Éste comienza teniendo una menor importancia relativa que el intestino delgado, para pasar a ser el tramo más desarrollado del sistema digestivo del conejo. Durante el periodo comprendido entre las 3 y 11 semanas, el ciego y el colon se desarrollan mucho más rápido que el resto del cuerpo.

Actualmente existen varios métodos de prevención de trastornos patológicos como el uso de aditivos (probióticos, prebióticos, enzimas y ácidos orgánicos) que remplazan la implementación de antibióticos (Marzo, 2001). En la actualidad el uso de los ácidos orgánicos ha aumentado en particular en las aves y cerdos y en menor uso en los conejos, de aquí el interés de este trabajo.

Los conejos son animales herbívoros monogástricos con capacidad de fermentación gracias al prominente colon y ciego con el que cuentan, son de hábitos crepusculares, esto proporciona al criador diversas cualidades, de su versátil alimentación, un bajo índice de conversión alimento-carne, reducida exigencia de alojamiento, una excelente capacidad reproductora y la calidad de sus productos que propicia el completo aprovechamiento de los mismos, un alto valor nutritivo de la carne, así mismo se ha diversificado la producción de carne de esta especie, cuyo potencial biológico y ciclo reproductivo-productivo, son compatibles con nuevos desarrollos tecnológicos de la producción de tipo industrial (Climent, 1984).

1.1. Fisiología de la digestión en los conejos

En conejos el alimento consumido se digiere parcialmente en el estómago y pasa por el intestino delgado. El material ingerido, que proviene del intestino delgado, pasa a través de la válvula ileocecal y penetra en su mayor parte al ciego y parte al colon proximal.

El colon proximal ejerce fuertes movimientos peristálticos que tienden a que el fluido y las pequeñas partículas vuelvan a penetrar el ciego. En él, los dos tipos de material se mezclan homogéneamente gracias a su constante movimiento, parte del material cecal pasa por el colon proximal, donde es igualmente objeto de la acción del movimiento del colon (De Blas, 1998).

El bolo alimenticio que llega al ciego, permanece aproximadamente 12 horas. Las bacterias del ciego lo digieren, produciendo vitaminas y aminoácidos, se digiere también la mayoría de la fibra cruda que no puede ser digerida en otra parte del aparato digestivo produciendo ácidos grasos volátiles los cuales son absorbidos y transportados vía sanguínea para ser usados en el metabolismo intermedio del conejo (De Blas, 1998).

En el ciego una parte alimenticia es transformada en heces húmedas y blandas. Las heces blandas o cecotrofos pasan rápidamente a través del intestino grueso y son expelidas a través del ano de donde son tomados por la boca del animal, iniciándose así su segundo ciclo digestivo. Mientras tanto, el nuevo alimento ha completado su digestión estomacal y pasa a través del intestino delgado. La ingesta llega al ciego donde se inicia su digestión bacteriana. El alimento que ha sido re ingerido, se somete a una nueva digestión estomacal. Después de su segunda digestión, la masa alimenticia pasa por el intestino delgado, donde son absorbidos más nutrientes (De Blas, 1998).

Luego cruza sin entrar al ciego y pasa lentamente por el intestino grueso, siendo un material menos húmedo y formando en gran proporción por partículas grandes, progresa y es comprimido en el colon posterior, donde va tomando su forma definitiva mediante las fuertes contracciones del colon distal, dando lugar a las heces

duras (PortsmouthJ, 1975). El periodo de eliminación de las heces duras procede a un rápido movimiento del material fecal hacia el colon y recto. Con esto se cumplen las 2 fases del ciclo digestivo de esta especie (De Blas, 1998).

1.2. Cecotrofia

La cecotrofia es una actividad del conejo regulada por las glándulas suprarrenales y otros factores, para que esta actividad sea realizada, es necesario la tranquilidad y calma del conejo (Lleonart, 1980).

Cuando el conejo ingiere el alimento por primera vez (primer ciclo) pasa por estómago, intestino delgado, llegando al colon distal (sin que participe o funcione el colon proximal en este primer ciclo), en el colon distal el quimo (nombre que recibe la masa semisólida integrada por residuos del alimento) se enriquece con moco y agua, además de enzimas, se forman las bolitas llamadas cecotrofos, los cuales son una partícula o porción del contenido del colon en forma de esfera rodeada de una película de mucus (Cleila, 1974).

Físicamente tiene el aspecto de esfera húmeda o blanda que aparece aislada o agrupadas en forma de cadenas o racimos siendo su olor completamente distinto al de las heces duras, así como su composición, los cuales el animal reingiere cuando defeca; en esta reingestión pasan de nuevo (segundo ciclo) por estómago, intestino delgado, y llegan ahora al colon proximal (donde está alojada fibra de la dieta de comidas anteriores), de ahí al colon distal y se forman en este segundo ciclo las heces (Cleila, 1974).

El color de los cecotrófos, varía según el tipo de alimento que ingieran los animales, encontrándose colores como verdoso, grisáceo, amarillento o blanquecino. Los cecotrófos tienen un notable interés alimenticio pues, aparte de los microingredientes, contienen vitaminas y oligoelementos necesarios para el desarrollo de los conejos (Cleila, 1974).

1.3. Alternativas a los antibióticos promotores de crecimiento

El uso de antibióticos promotores de crecimiento en animales de producción empezó a mediados del siglo pasado, cuando Stokstad y Jukes adicionaron residuos de clortetraciclina en la alimentación de pollos de engorda. Ellos lo adicionaron con el objetivo de que fuera una fuente de vitamina B₁₂, pero causó una estimulación del crecimiento mucho más grande para ser explicada por los efectos de las vitaminas. La causa casi obvia radica en la actividad antibiótica de los residuos, esta observación se extendió rápidamente a otros antibióticos y a otras especies animales, lo que llevó a la adopción generalizada e inclusión de los antibióticos promotores del crecimiento en la alimentación (Brezoen y col., 1999). Consumidores junto a parte significativa de los médicos, señalan que si los antibióticos promotores del crecimiento se administran en dosis bajas y durante intervalos largos, los microorganismos podrían desarrollar resistencia (Falcão, 2007).

Poco a poco se han ido desplazando los antibióticos como un promotor de crecimiento pero han ido surgiendo más sustancias que cumplen la misma función como los probióticos, prebióticos, enzimas y ácidos orgánicos.

1.4. Probióticos

El interés en probióticos se remonta a los estudios de Elie Metchnikoff acerca de los beneficios potenciales de las leches fermentadas en la nutrición humana, en el comienzo del siglo XX. Ha habido cierta controversia en cuanto al modo de acción de los probióticos (por ejemplo, tipo de microorganismos, que esté vivo o no), pero la definición más aceptada es que es una preparación de microorganismos vivos que, cuando se administra en cantidad adecuada, tienen efectos beneficiosos en la salud de la persona o animal (Hamilton y col., 2003)

La mayoría de los microorganismos utilizados en los probióticos son cepas de bacterias Gram-positivas de los géneros *Bacillus* (*B. cereus*, var. *Toyo*i, *B. licheniformis*, *B. subtilis*) *Enterococcus* (*E. faecium*), *Lactobacillus* (*L. acidophilus*, *L.*

casei, *L. farciminis*, *L. plantarum*, *L. rhamnosus*), *Pedicoccus* (*P. acidilactici*) y *Streptococcus* (*S. infantarius*). También se utilizan algunas levaduras y hongos, como *Saccharomyces cerevisiae*.

Un número significativo de los ensayos muestran efectos positivos de los probióticos, especialmente entre los animales más jóvenes, tales como pollos y lechones, criados en condiciones higiénicas menores a las ideales (revisados por Thomke y Elwinger de 1998, y Simon y col., 2003); sin embargo, ha habido un número considerable de resultados no positivos o incluso negativos (Doyle 2001).

Para entender mejor los efectos, y diseñar mejores probióticos para los conejos, es necesario hacer estudios que son ya comunes en los seres humanos, para animales de laboratorio, y en otras especies de granja. La investigación debe llevarse a cabo tomando en cuenta los detalles mencionados por Klis y Jansman (2002), como la luz, las condiciones físico-químicas y la actividad enzimática; morfología, capacidad de absorción y efecto de barrera del epitelio y también en el efecto en el estado del sistema inmunitario intestinal.

En este momento sólo hay dos probióticos aprobados para los conejos en la UE. Uno de ellos es bacteriana, es decir, *Bacillus cereus*, la otra es una levadura, es decir, *Saccharomyces cerevisiae* (Falcão, 2007).

1.5. Prebióticos

Los prebióticos son otra posible alternativa a los antibióticos. Un término muy reciente, prebiótico generalmente se refiere a oligosacáridos que no son digeridos por las enzimas de animales, pero puede estimular selectivamente ciertas especies de bacterias intestinales, que tienen potenciales efectos beneficiosos sobre la salud del huésped. Los prebióticos puede ser extraídos directamente de fuentes naturales (plantas, levaduras, leche) (Falcão, 2007).

El modo de acción de los prebióticos se ha estudiado principalmente in vitro y con animales de laboratorio, y la mayoría de los trabajos publicados se refieren a los alimentos humanos. Los efectos positivos se han encontrado en los animales de granja, tales como mejoras en la ganancia diaria, índice de conversión y/o estado de salud, pero el efecto tiende a variar con el oligosacárido y las condiciones de utilización (Patterson y Burkholder, 2003; Lan y col., 2005).

Ya se realizaron algunos ensayos en conejos. En la mayoría de los trabajos publicados hasta la fecha, los resultados de sus efectos en la producción y en la microbiota cecal preocupan; más recientemente, se ha trabajado en sus efectos en la morfología intestinal (Falcão, 2007). Los efectos de los prebióticos en el desarrollo de los conejos han sido inconsistentes.

En conejos, los prebióticos deben crear condiciones desfavorables para los microorganismos patógenos en el intestino ciego. Unos ensayos de investigación fueron concebidos con este objetivo en mente. Los resultados de Morisse y Col. (1992) son de un efecto barrera de los fructooligosacáridos en el ciego: la población de *E. coli* saprofita aumentó, la producción de ácidos grasos volátiles aumentó y los niveles de amoníaco en el contenido cecal disminuyó.

Las dietas de conejos son naturalmente ricas en alimentos fibrosos, algunos de ellos que tienen cantidades significativas de oligosacáridos, una posible alternativa a los prebióticos comerciales sería seleccionar los alimentos que contienen los oligosacáridos más deseables para cada etapa en la vida del conejo.

1.6. Enzimas

La idea de añadir enzimas para alimentación es viejo, pero su aplicación práctica data de finales de los años ochenta (Choct, 2006). Antes de esto las enzimas no sólo eran demasiado caras, y se adaptaron para otros usos; lavandería y de alimentos en particular, por esta razón fueron inútiles para la industria de piensos. Por otra parte, la mayoría de ellas no eran termoestables por lo tanto no podían permanecer activas

después de la granulación del pienso. Añadido a esto el hecho de que muchas no resisten el medio ácido del estómago, y/o las proteasas digestivas.

Las primeras enzimas exitosas que se añadieron a los alimentos fueron las beta-glucanasas y xilanasas, que son capaces de hidrolizar parcialmente los polisacáridos no amiláceos de trigo, centeno, triticale, avena y cebada. Los beneficios de estas enzimas están firmemente establecidos para la alimentación de aves de corral, y su uso comercial ya está muy extendido. Reducen la viscosidad intestinal causada por los beta-glucanos y arabinoxilanos, y esto a su vez mejora la absorción de nutrientes y la limpieza de los huevos.

Las segundas enzimas que tuvieron éxito, aunque a menor escala, fueron las fitasas. Estas no sólo liberan parte del fósforo disponible en el alimento, reduciendo así la necesidad de fosfatos y la excreción de este elemento mineral, también pueden mejorar la disponibilidad de otros nutrientes. Las fitasas pueden ser económicamente rentables cuando fosfatos son escasos y caros y/o los niveles de fósforo en el estiércol se elevan (Falcão, 2007).

1.7. Ácidos orgánicos

Los ácidos orgánicos y sus sales tienen un largo historial en el alimento y las industrias de piensos, que comúnmente las utilizan como conservantes. Algunos autores también consideran que son una alternativa viable a los antibióticos, en el cerdo ya han tenido un éxito considerable. Según Partanen y Mroz (1999), el fórmico, acético, propiónico, butírico, láctico, sórbico, fumárico, tartárico y cítrico son los ácidos orgánicos más prometedores en este sentido.

El modo de acción de la adición de ácidos orgánicos y sus sales no se entiende por completo con el fin de explicar la respuesta en el rendimiento y la salud, que se publican en la literatura.

Sin embargo, algunos hechos ayudan a declarar las respuestas:

- (i) Reducción.

- PH en los piensos y en el estómago.
- Ácido capacidad de unión.
- (ii) Reducción de la concentración de amoníaco en el estómago.
- (iii) El aumento de la digestibilidad de
 - La proteína cruda.
 - Energía.
 - Calcio.
 - Fósforo.
- (iv) Reducción cantidades de microorganismos en el duodeno.
- (v) Reducción del potencial de adhesión de E. coli a la pared intestinal.

En general, la eficacia de los ácidos orgánicos es más alta que sus sales y ácidos inorgánicos.

La acidificación comenzó con las dietas de los lechones y se pensó como un medio para compensar la producción gástrica de ácido relativamente bajo de los animales jóvenes, en particular cuando se someten a un destete temprano. Más tarde se comprobó que también podría ser ventajosa en las últimas fases de crecimiento, cuando podrían mejorar tanto la digestibilidad aparente de energía y proteína, como la absorción y retención de algunos minerales (Partanen y Mroz, 1999; Diebold y Eidelsburger, 2006).

Los ácidos y sales orgánicas tienen un largo historial en el alimento y las industrias de piensos, que comúnmente se utilizan como conservadores. Algunos autores también consideran que son una alternativa viable a los antibióticos, se utiliza en la alimentación de los cerdos, en los que ya se ha tenido un éxito considerable. Partanen y Mroz (1999) y Piva y col. (2002) informaron que la inclusión de ácidos orgánicos en la dieta puede mejorar el rendimiento de crecimiento y modular la fermentación intestinal porcina y proteólisis microbiana.

Como los antibióticos, los ácidos orgánicos tienen una actividad antimicrobiana. Los ácidos pueden penetrar la pared celular bacteriana y alterar las acciones normales

de ciertos tipos de bacterias, especialmente gram-negativas; dentro de la célula las moléculas del ácido se disocian, reduciendo así el pH por debajo de sus valores normales; la pared celular tratará de deshacerse de los protones liberados por los ácidos, pero este es un proceso que consume energía y la bacteria agotará su energía, como consecuencia, la célula bacteriana morirá (Van Dam, 2006) Las bacterias a las que afectan los ácidos orgánicos incluyen: *Salmonella spp*, *E. coli*, *Clostridia spp*, *Listeria spp*. y algunos coliformes. Por lo tanto, la reducción en el número de algunas especies de las bacterias intestinales normales, así como también bacterias patógenas, puede ocurrir en animales alimentados con ácidos orgánicos. Los ácidos orgánicos reducen la competencia microbiana con el cerdo por los nutrientes, disminuyendo el riesgo de infecciones subclínicas, respuesta inmune intestinal y la producción de compuestos de bacterias nocivas. Los ácidos orgánicos reducen el pH gástrico (Bosi y col 1999; Oh, 2004), convierte el pepsinógeno inactivo a la pepsina activa, inhibe la proliferación de bacterias patógenas y ayuda en la velocidad de vaciado gástrico así como también el aumento de secreción de enzimas endógenas.

Se ha reportado que el ácido láctico reduce el pH gástrico y retrasa la multiplicación de *E. Coli* enterotoxigénica (Thomlinson y Lawrence 1981) y es más eficaz que otros ácidos orgánicos en la mejora de rendimiento de los cerdos (Tsiloyiannis y col. 2001).

El cambio de dieta; de leche a dieta sólida, tiene influencia en los lechones destetados por que modifica el equilibrio de la microflora intestinal y puede afectar negativamente a las funciones gastrointestinales. Se sabe que el pH bajo, en asociación con el rápido flujo de ingesta, puede reducir la colonización de microorganismos en el tracto gastrointestinal.

1.8. Agua de bebida para los conejos

Los conejos en la mayoría de las granjas son destetados entre 4 y 5 semanas de edad. Debido a la falta de protección inmunológica pasiva y la inmunidad intestinal

poco desarrollada, hace que los conejos recién destetados sean susceptibles a infecciones intestinales, que pueden causar diarrea y alta tasa de mortalidad. Al mismo tiempo, la alteración en la dieta y la insuficiencia de la enzima digestiva y/o el ácido del estómago después del destete puede conducir a la mala digestión y también un mayor riesgo de enfermedad intestinal en conejos recién destetados. Además, muchas granjas de animales en el noroeste de China, utilizan las aguas subterráneas sin tratar con un pH de 7,3 a 8,0 como el agua de consumo de los animales. El agua subterránea no tratada con alto pH puede agravar el problema intestinal en el conejo recién destetado mediante la constitución de un mayor riesgo de infección por patógenos y/o reducción en la actividad enzimática gástrica (Zhu, 2014).

Lleonart (1999), sostiene que una buena estrategia puede ser la de añadir directamente sobre el alimento ácidos grasos volátiles (AGV) que existen de manera normal en el ciego del conejo (acético, butírico, propionico).

La enteropatía representa uno de los principales problemas sanitarios en las explotaciones cunícolas. En el momento del destete de un gazapo se debe prestar atención a su capacidad digestiva, pero también a otros factores que pueden influir tanto en el desarrollo normal del sistema digestivo como en la aparición de desórdenes intestinales. Éstos pueden ser el estrés, la sobrecarga alimenticia, las indigestiones, las afecciones renales, la fiebre, la alimentación inadecuada (exceso de carbohidratos, almidón o proteínas, etc.), la mala calidad del agua, etc. Estos pueden provocar cambios de la microflora que promueven el desarrollo enteropático de *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella spp.* y *Clostridium*, entre otros (Álvarez y col., 2007). El uso de antibióticos no terapéuticos en la alimentación animal está desapareciendo rápidamente en todo el mundo debido a su desaprobación, por la resistencia que causa en los animales y, a la larga, en los humanos que consumen estas carnes, por lo que se recomienda la reducción en su empleo (Álvarez y col., 2007).

Otro factor que modifica la microflora gastrointestinal, son los antibióticos, que se agregan a menudo para alimentar después del destete hasta 8 semanas de edad con el fin de prevenir las enfermedades entéricas y reducir las elevadas pérdidas económicas. Uno de los antibióticos preventivos más empleados en cunicultura es la bacitracina de zinc, y se ha observado que entre los principales efectos de los antibióticos antimicrobiano son sobre la digestibilidad y el rendimiento, que se pueden apreciar en la microflora gastrointestinal. Debido al aumento de la preocupación con respecto a la seguridad alimentaria, ha llevado a los consumidores a oponerse al uso de antibióticos en piensos para animales, por lo que se han desarrollado diversos aditivos para piensos, como alternativas a los antibióticos de la dieta. Los ácidos orgánicos son una de estas alternativas, debido a su efecto sobre la compensación de la acidificación gástrica y la inhibición de bacterias patógenas en el tracto gastrointestinal; se ha utilizado cada vez más para controlar diarreas post-destete en lechones; donde ya ha tenido un éxito considerable, y su aplicación en los conejos parece interesante. Pero los datos científicos sobre su efecto en la población de la microflora intestinal de conejo, la inmunidad de la mucosa y el crecimiento son pocos y, a menudo contradictorios (Zhu, 2014).

Entre los productos que se pueden utilizar para sustituir a los antibióticos se encuentran los ácidos orgánicos; que pueden ser ácidos individuales o combinaciones de varios ácidos. Como los antibióticos, los ácidos orgánicos de cadenas cortas también tienen actividad antimicrobiana específica; a diferencia de los antibióticos, la actividad antimicrobiana de los ácidos orgánicos es dependiente del pH.

Los ácidos orgánicos tienen un efecto antimicrobiano: los ácidos orgánicos son bactericidas y bacteriostáticos. Cada vez se utilizan más porque limita el crecimiento de bacterias (*E. Coli* y *Salmonella*), hongos y levaduras que reducen el valor nutricional, producen sustancias tóxicas para el animal y crean problemas entéricos (Pérez y García, 2014).

En aves, (Berghaus y col, 2010), reportan investigaciones con tratamientos del agua que han tenido un pH de aproximadamente 5 a la primera semana de edad y un pH de 3.5 en la última semana del ciclo de producción.

Los ácidos orgánicos tienen un claro y significativo beneficio en cerdos destetados y en el rendimiento de las aves. Los ácidos orgánicos tienen actividad antimicrobiana; sin embargo, parece ser que hay efectos más allá de los atribuidos a dicha actividad. La reducción de las bacterias está asociada con la alimentación con ácidos orgánicos, que son particularmente eficaces contra especies de bacterias ácido-intolerantes tales como *E. coli*, *Salmonella* y *Campylobacter*, como se muestra en la tabla 1. (Calvo, 2000)

Tabla 1. Halo de inhibición de desarrollo de distintos microorganismos (mm)

Producto, ppm,	Microorganismo				
	<i>Salmonella</i> <i>sp.</i>	<i>Escherichia</i> <i>coli</i>	<i>Enterococ.</i> <i>faecalis.</i>	<i>Staphylococcus</i> <i>aureus</i>	<i>Clostridium</i> <i>perfringens</i>
Ácido propiónico, 99%					
1.000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.000	0,5	1,0	2,5	2,5	2,5
4.000	1,0	2,5	2,5	2,5	2,5
6.000	1,0	2,5	2,5	5,0	3,0
Ácido fórmico, 85%					
1.000	0,0	0,5	0,0	2,0	2,0
2.000	0,5	1,0	0,0	2,0	2,0
4.000	1,5	1,5	0,0	3,0	2,5
6.000	2,0	2,0	2,5	3,0	3,0
Ácido láctico, 80%					
1.000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4.000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6.000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ácido cítrico, 90,5%					
1.000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4.000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6.000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

(Calvo, 2000).

Tanto antibióticos, como ácidos orgánicos, mejoran la digestibilidad de proteína y energía; reduciendo la competencia microbiana con el huésped por los nutrientes y pérdidas de nitrógeno endógeno, mediante la reducción de la incidencia de infecciones subclínicas y la secreción de mediadores inmunes, mediante la reducción de la producción de amoníaco y otros metabolitos microbianos de crecimiento-deprimente. Los ácidos orgánicos tienen varios efectos adicionales que van más allá

de las de los antibióticos, estos incluyen la reducción en el pH de la digestión, aumento de la secreción pancreática, y efectos tróficos sobre la mucosa gastrointestinal. Se conocen mucho más estos efectos en cerdos que en aves. Parece que hay más variabilidad en la detección de beneficios en los ácidos orgánicos, en comparación con lo observado con los antibióticos (Dibne y Buttin, 2002).

Está comprobado que la adición de ácidos orgánicos o de sus sales a las dietas es una alternativa que reduce la frecuencia de diarreas post-destete y la aparición de bacterias enteropatógenas en el estómago (Hansen y col., 2007).

Se han propuesto varios mecanismos mediante los cuales los ácidos en la dieta pueden producir efectos deseados (Partanen, 2001) ; los siguientes parecen ser los más destacados:

- Reducción de pH gástrico reducción de la supervivencia de patógenos a través del estómago
- Aumento de la digestión de nutrientes muerte directa de las bacterias.

En alimentación animal se están usando principalmente ácidos orgánicos que son aquellos ácidos cuya estructura química se basa en el carbono. El objetivo de su adición es la de reducir el pH del alimento, favoreciendo su conservación. Bajo este enfoque, estamos hablando de un conservante de los piensos. Existe, sin embargo, un efecto paralelo que se produce en el interior del organismo animal, basado en una influencia positiva a nivel digestivo y metabólico. Si bien el modo de acción de los ácidos no es totalmente conocido, su acción beneficiosa parece estar relacionada con un incremento en la digestibilidad y retención de diversos nutrientes, acompañado de una alteración de población microbiana del tracto gastrointestinal (Digat, 1999).

En los lechones, la secreción ácida del estómago no alcanza niveles apreciables hasta 3 o 4 semanas tras el destete. Durante este tiempo, una gran cantidad de material no digerido alcanza el colon y favorece la proliferación de microorganismos

patógenos que producen colitis y diarreas. Es por eso que los ácidos orgánicos son una de las alternativas más interesantes al empleo de antibióticos como promotores del crecimiento en dietas para lechones recién destetados. Entre los mecanismos de acción en diferentes tramos del tracto gastrointestinal, uno de los puntos a los que más interés se ha dedicado es a su efecto a nivel gástrico, dado el papel de éste órgano como puerta de entrada a la colonización microbiana del tracto digestivo en animales jóvenes (Franco, 2004). La adición de ácidos orgánicos en la dieta permite mantener un bajo pH gástrico y controlar el equilibrio de las poblaciones microbianas, así como reducir el riesgo de colonización de tramos posteriores del tracto digestivo por microorganismos patógenos, en la tabla 2 se resumen el efecto de acción de los ácidos en cerdos (Roth, 2000).

Tabla 2. Modo de acción de los ácidos orgánicos en el tracto digestivo

Lugar	Modo de acción	Efecto
Alimento	Reducción del pH. Efecto antimicrobiano (bacterias, levaduras, hongos)	Conservación e higiene alimento
Estomago	Ajuste más rápido de un pH ácido, favoreciendo la acción de la pepsina	Apoyo a la digestión gástrica
Intestino delgado	Efecto antimicrobiano del anión	Optimización de la flora intestinal
Metabolismo	Utilización energética como molécula Fisiológica	Suministro de nutrientes

(Roth, 2000).

En aves, la acidificación facilita la digestión de proteínas reduciéndolas a péptidos antes de que pasen al intestino delgado, en donde esos péptidos serán finalmente reducidos a aminoácidos. Además, incrementa la proliferación de lactobacilos a expensas de la flora patógena intestinal (Enterobacterias). Y tienen efecto de mejora del estado de la membrana de la mucosa intestinal. Esta triple acción genera una mejora de la capacidad digestiva no solo de los nutrientes energéticos como la grasa,

sino también de los componentes nitrogenados y minerales. Los ácidos orgánicos y sus derivados poseen acción bactericida, bacteriostática y fungicida con un excelente efecto anti salmonella, preservando a los alimentos y el aparato digestivo de gérmenes contaminantes, favoreciendo y consiguiendo resultados tales como:

- Mejora del aparato digestivo, asas intestinales, menos engrosadas, disminución de tamaño del vientre.
- Aumento del número de huevos puestos y mayor tamaño.
- Aumento del número de huevos fértiles.
- Mayor viabilidad de los pollos nacidos, (Castro, 2005).

La cantidad de investigación sobre alternativas a los promotores del crecimiento (no antibióticos) está limitada en los conejos, en comparación con otras especies de granja (aves y cerdos). Probablemente, muchos estudios permanecen inéditos debido a la confidencialidad, ya sea por protección para el uso con licencia o resultados desfavorables (Falcão, 2007).

Galeana (2012) menciona que el consumo de alimento diario en los conejos cuando se adicionaron los ácidos en el agua de bebida fue menor, en ganancia diaria no se encontraron diferencias entre ácido cítrico, ácido acético y el grupo control. También menciona que la conversión alimenticia fue mejor en los conejos en donde se administró acidificantes siendo mejor el ácido acético en comparación de ácido cítrico y sin acidificante. En el índice de mortalidad los conejos donde se administró ácido cítrico el porcentaje fue menor en comparación de sin acidificante y ácido acético, y el costo de producción por kg de ganancia en la etapa de engorda es menor, cuando se adicionaron los ácidos orgánicos en el agua de bebida, en particular para el ácido acético.

Zhu (2014) realizó un trabajo en donde utilizaron cuatro tratamientos; grupo control, grupo de pH 5.0, grupo de pH 4.3 y grupo de pH 3.6. Los conejos en el grupo control bebían las aguas de pozo y sin tratamiento alguno, con un pH de 7.3. El pH del agua

potable para otros tres grupos fue de 5.0, 4.3 y 3.6, respectivamente. Para obtener el pH requerido, se añadió una acidificante orgánico líquido comercial (que contiene una mezcla de ácido fórmico, formiato de amonio y ácido acético), adicionando 0.55 g/kg agua para un pH de 5, 0.85 g/kg agua para un pH de 4.3 y 3.3 g/kg agua para un pH de 3.6. Los ácidos orgánicos en el agua potable no afectaron la incidencia de diarreas y la tasa de mortalidad, y fue mayor la ganancia media diaria y el peso final, y con una mejor tasa de conversión alimenticia. Cuando se trabajó un pH de 5 el erecto fue positivo para la ganancia promedio diario e índice de conversión alimenticia y con un pH de 3.6 la respuesta fue menor, pero la adición de los ácidos en el agua presento un mejor comportamiento animal en comparación del grupo control. El mejor índice de conversión se presentó con un pH de 4.3.

2. **OBJETIVO:** El presente trabajo tuvo la finalidad de evaluar el comportamiento productivo (consumo, ganancia diaria y eficiencia alimenticia) y determinar el costo-beneficio, adicionando una mezcla de ácido propionico y ácido fórmico en el agua de bebida en conejos en la etapa de crecimiento-engorda.
3. **HIPÓTESIS:** La utilización del ácido propionico y fórmico adicionado al agua de bebida, mejorará el comportamiento productivo de los conejos en la etapa de crecimiento-finalización.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización.- El presente trabajo se realizó en la en la granja “La Palma” que se encuentra en la calle Fresno N° 115, Morelia, Michoacán. Se localiza al norte del Estado, en las coordenadas 19°44'37.7" de latitud norte y 101°10'22.2" de longitud oeste, a una altura de 1,860 metros sobre el nivel del mar. Morelia colinda en la parte norte con los municipios de Tarímbaro, Chucándiro y Huaniqueo; al este con Charo y Tzitzio; al sur con Villa Madero y Acuitzio; y al oeste con Lagunillas, Coeneo, Tzintzuntzan y Quiroga.



Animales.- Se utilizó 60 conejos de las cruces de las razas de Nueva Zelanda, California y Chinchilla, machos y hembras, recién destetados, de 28 días de edad, seleccionados al azar.

Alojamientos.- Se utilizaron jaulas tipo americana (88x58x38), con bebederos tipo espiga y comederos de lámina galvanizada tipo “J”. Las jaulas estaban techadas

ubicadas a la intemperie; se adaptaron cortinas para proteger a los gazapos de las inclemencias del tiempo.

Diseño experimental y análisis estadístico.- Se utilizó un diseño completamente al azar con dos tratamientos: (TE= tratamiento experimental; agua con ácidos orgánicos y TC= tratamiento control; agua sin ácidos). Las variables a medir fueron: ganancia diaria, consumo de alimento, eficiencia alimenticia, presentación de trastornos digestivos (diarreas y mortalidad). Para la variable ganancia diaria cada animal es una repetición y para consumo y eficiencia cada jaula es la repetición, teniendo 6 repeticiones por tratamiento. Las variables fueron analizadas por la metodología de análisis de Varianza.

Alimentación.- La alimentación fue a libre acceso de alimento peletizado comercial, siendo el mismo para ambos tratamientos.

Tratamiento del agua.- Se realizó un análisis bacteriológico del agua y de pH, antes y después de la adición de los ácidos. Para determinar la cantidad de ácido a adicionar en el agua se midió el pH y se adiciono el ácido hasta alcanzar un pH de 5 para el TE. Se adicionaron .044 ml por cada 100 ml de agua es decir 44 ml por cada 100 litros de agua, con esto se obtuvo un pH de 5.

La mezcla de ácidos orgánicos está compuesta de la siguiente manera:

Ácido fórmico	31%
Formiato de amonio	26%
Ácido propionico	19.1%
Propionato de amonio	6%
Vehiculo agua	

Costo del ácido= \$36.²⁰ el litro la presentación es de 30 litros, o sea \$1086.⁰⁰ los 30 litros.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente trabajo la ganancia de peso en los conejos sin tratamiento con ácidos fue de $36.6\text{g} \pm 3.4$ vs $34.2\text{g} \pm 4.6$ para los conejos con la adición de de ácidos propionico y fórmico, no encontrando diferencias ($P > 0.5$) entre ambos tratamientos como se puede observar en la tabla 3. Resultados similares fueron reportados por Zhu (2014), donde utilizando un acidificante orgánico líquido comercial (que contiene una mezcla de ácido fórmico, ácido acético y formiato de amonio), tampoco obtuvo diferencias significativas en la ganancia diaria.

Galeana (2013), realizó trabajos en conejos suplementados con ácido cítrico y ácido acético y reporta que no se encontraron diferencias en la ganancia diaria,

En lo referente al consumo de alimento, los resultados obtenidos fueron para el grupo control de 159.3 ± 15.5 y para el grupo experimental de 140.1 ± 21.2 , no encontrando diferencias ($P > 0.5$), aunque, si se pudo observar una tendencia a consumir una menor cantidad de alimento cuando se adicionan ácidos orgánicos (Tabla 3). Galeana 2013, si encontró diferencias ($P < 0.05$) en el consumo, siendo mayor en los conejos que no se adicionó ácido. Por otro lado Zhu 2014, no encontró diferencias entre el grupo control y el grupo experimental siendo de 85.7 y 89.2 respectivamente (ver tabla 3).

Tabla 3. Resultados del comportamiento productivo en los conejos con y sin adición de ácidos orgánicos en el agua de bebida

	Tratamiento testigo		Tratamiento experimental			
Variable	$\bar{x}$	$\pm S$	$\bar{x}$	$\pm S$	EE	Nivel de significancia
Peso inicial g	587.5	50.5	584.04	44.9	6.58	
Peso final g	2495	272.8	2481.5	141.0	29.83	
Gan/día g	36.6 ^a	3.4	34.2 ^a	4.6	1.2	0.32
Consumo/día g	159.3 ^a	15.5	140.1 ^a	21.2	5.88	0.10
ECA kg/kg	4.367 ^a	0.423	4.188 ^a	0.329	0.108	0.43

-Literales iguales en la línea indican que no hay diferencias significativas ($P>0.05$)

EE= Error estándar

En cuanto a la eficiencia de conversión alimenticia no se encontraron diferencias $P(>0.05)$, Este resultado concuerda a lo reportado por Galeana, (2013). Sin embargo Zhu, 2014 reporta diferencias ($P<0.013$), ($P<0.007$) y ($P<0.040$) cuando se utilizó ácidos orgánicos en el agua de bebida en conejos en la etapa de engorda a un pH de 5, 4.3 y 3.6 respectivamente en comparación del tratamiento sin ácidos; reportando la mejor eficiencia aun pH de 4.3 en el agua de bebida. En el presente trabajo hay una tendencia a mejorar la eficiencia alimenticia, ya que se presenta un ahorro del 4.1% en la eficiencia alimenticia a favor del tratamiento con ácido en comparación del tratamiento sin acidificante.

Tabla 4. Evaluación económica por concepto de alimentación en los conejos con y sin adición de ácidos orgánicos en el agua de bebida.

	Grupo control	Grupo experimental
ECA kg/kg	4.367	4.188
\$ kg/alimento	6.27	6.27
\$ mezcla ácidos	\$36/L	\$litro 36.00 Uso total 176.4 ml (\$ 6.35)
Costo de producción por kilo de ganancia	27.38	26.25 +0.012 (ácido) 26.37
% de ahorro	-	3.7%

Tabla 5. Mortalidad y presencia de problemas entéricos en los conejos con y sin adición de ácidos orgánicos en el agua de bebida.

	TC	TE
Número de muertes	4	3
% de mortalidad	13.3	10
Presencia de diarreas	3	2

Tabla 6. Cuenta de bacterias mesófilas aerobias, UFC/ml. De muestra a 35°C por 24 hrs

	pH del agua	UFC's/ml.
Agua con ácidos orgánicos	5	194
Agua sin ácidos orgánicos	7.16	207

6. CONCLUSIONES

- ✓ No se encontraron diferencias ($P>0.05$) en la ganancia diaria de peso, consumo de alimento y eficiencia alimenticia.
- ✓ Hay una tendencia a mejorar la eficiencia alimenticia cuando se acidifica el agua.
- ✓ El ahorro en la alimentación de los conejos tuvo una diferencia de 3.7% favoreciendo al agua tratada con ácidos.
- ✓ El tratamiento del agua con los ácidos orgánicos no afectó la mortalidad ni la incidencia de diarreas.
- ✓ En la cuenta de UFC's tampoco se obtuvieron diferencias con el agua adicionada con ácido y el agua potable sin acidificantes.

Sugerencias

Se sugiere realizar más trabajos reduciendo el pH en el agua de bebida y evaluar en las etapas de lactación y gestación de las conejas.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, M. E., Sierra L., Rebollar P. G., Cardinalli R. (2007) "Efecto de la adición de ácido fórmico en el control de las infecciones entéricas del conejo." Revista complutense de ciencias veterinarias. Vol. 1(2). ISSN: 1988-2688 P.p. 549-554
2. Berghaus R., Camacho Fernández D., Cholick H., Dibner J., Hofacre C., Montoya FA, Quiroz M., Thayer S., Young S., (2010). Uso de una combinación de ácidos orgánicos en el agua de bebida para reducir Salmonella SPP. y Campylobacter SPP. en pollos de engorda. http://www.porcicultura.com/avicultura/home/articulos_int.asp?cve_art=536
3. Bosi P, Jung HJ, Han K, Perini S, Cacciavillani JA, Casini L, Creston D, Gremokolini C, Mattuzzi S (1999). Effects of dietary buffering characteristic and protected or unprotected acids on piglet growth, digestibility and characteristics of gut content. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 12(7): 1104-1110.
4. Brezoen A., Van Haren W., Hanekamp J.C. 1999. Emergence of a debate. AGPs and Public Health. Human Health and Antibiotic Growth Promoters (AGPs): Reassessing the risk. Heidelberg Appeal Nederland Foundation, pp. 131.
5. Calvo, M. A., Costa-Batllo, P., Marzo, I. (2000). Sinergismo entre extractos naturales y ácidos orgánicos: Control microbiológico y aplicaciones en nutrición animal. Cuadernos Técnicos, 4-34.
6. Castro, Vergara, Gonzalo. 2005. Uso de acidificantes en nutrición. Pág. 20
7. Choct M. 2006. Enzymes for the feed industry: past, present and future. World's Poultry Sci. J., 62, 3, 5-15.
8. Cleila, P. 1974. Cría de conejo para carne. Argentina. Albatros.

9. Climent, B. 1984. Teoria y práctica de la explotación del conejo. México, D.F. C.E.C.S.A., 1984, pp.26-44.
10. De Blas, C. 1998. Alimentación del Conejo. Madrid, España. Mundi Prensa
11. Dibne J.J. and Buttin P.; 2002 poultry science association inc. ed. 11 "Use of Organic Acids as a Model to Study the Impact of Gut Microflora on Nutrition and Metabolism." p. 453-463
12. Diebold G., EidelsburTER U. 2006. Acidification of diets as an alternative to antibiotic growth promoters. In D. Barug, J. de Jong, A.K. Kies, M.W.A. VersteTEN (Eds.) *Antimicrobial Growth Promoters*. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 311-327.
13. Digat, B. (1999). *Revue de l'alimentation animal*. 526: 50-51.
14. Doyle M.E. 2001. Alternatives to antibiotic use for growth promotion in animal husbandry. FRI Briefings, April 2001, 17.
15. Falcão-e-Cunha L., Castro-Solla L., Maertens L., Marounek M., Pinheiro V., Freire J., Mourão J.L. 2003. ALTERNATIVES TO ANTIBIOTIC GROWTH PROMOTERS IN RABBIT FEEDING: A REVIEW. *World Rabbit Sci.* vol 15 pp. 127 – 140
16. Franco, L.D. M. Fondevila. 2004. Efecto de combinaciones de ácidos orgánicos sobre el conejo. Zaragoza.s.n.
17. Galeana, A. M. J.; "comportamiento productivo y económico de gazapos en engorda con la adición de ácido acético y cítrico en el agua de bebida." Facultad de medicina veterinaria y zootecnia-UMSNH, 2012.
18. Hamilton-Miller J.M.T., Gibson G.R., Bruck W. 2003. Some insights into the derivation and early uses of the word "probiotic". *Brit. J. Nutr.*, 90, 845.

-
19. Hansen C.F., Riis A.L., Bresson S., Højbjerg o., Jensen B.B. 2007. Feeding organic acids enhances the barrier function against pathogenic bacteria of the piglet stomach. *Livestock Science*, doi: 10.1016/j.livsci.2007.01.059
 20. K.H. Zhu, X.R. Xua, D.F. Sunb, J.L. Tanga, Y.K. Zhang. 2014. "Effects of drinking water acidification by organic acidifier on growth performance, diTEstive enzyme activity and caecal bacteria in growing rabbits." *Animal Feed Science and Technology* vol.190 pp.87–94
 21. Klis J.D. van der, Jansman A.J.M. 2002. Optimising nutrient digestion, absorption and gut barrier function in monogastrics: reality or illusion. In M.C.
 22. Lan Y., VersteTEN S., Tamminga S., Williams B.A. 2005. The role of the commensal gut microbial community in broiler chickens. *World's Poultry Sci. J.* 61, 3, 95-104.
 23. Lleonart, R. F., 1980. *Tratado de Cunicultura*. Vol. 1. Barcelona, España. Tecnograf, S.A.
 24. Lleonart, R. F. (1999) *Logomorpha* 101, 26-29
 25. Marzo, L. I. 2001. *Las Nuevas Estrategias de Alimentación del Conejo: Aditivos y Alternativas al Uso de Antibióticos*. pp. 51-68
 26. Maxwell FJ, Stewart CS (1995). The microbiology of the gut and the role of probiotics. In *the Neonatal Pig: Development and Survival*. Pp. 155-186. Wallingford. Oxon. CAB International.
 27. Miller BG, Phillips A, Newby TJ, Stokes CR, Burne FJ (1985). A transient hypersensitivity to dietary antigens in the early weaned pig: factor in the aetiology of postweaning diarrhea. In: *Proc 3rd Int Seminar on Digestive Physiology of the pig*. National Institute of Animal Science, Copenhagen, Denmark, pp. 65-68.

28. Morisse J.P., Maurice R., Boilletot E., Cotte J. P. 1992. Assessment of the activity of a fructo-oligosaccharides on different caecal parameters in rabbit experimentally infected with *E. coli* 0.103. *Ann. Zootech.*, 42, 81-87.
29. Oh HK (2004). Effect of dietary supplements on growth, nutrient digestion and intestinal morphology in monogastric animals. Ph.D. Thesis. Seoul National University, Korea.
30. Partanen K.H., Mroz Z. 1999. Organic acids for performance enhancement in pig diets. *Nutr. Res. Rev.*, 12, 117-145.
31. Partanen, K. 2001. Organic acids – their efficacy and modes of action in pigs. *Gut Environment of Pigs*. Nottingham University Press pp.201-218.
32. Patterson J.A., Burkholder K.M. 2003. Prebiotic feed additives: rationale and use in pigs. In *Proc.: 9th Intern. Symp. on Digestive Physiology in Pigs*, Banff, AB, Canada, 319-331.
33. Pérez S.M., García V.D. Universidad Politécnica de Madrid. La ciencia de la nutrición: Utilización de aditivos en alimentación animal. Capítulo 8. Editorial: Real Escuela de Avicultura.
34. Piva A, Casadei G, Biagi G, (2002). An organic acid blend can modulate swine intestinal fermentation and reduce microbial proteolysis. *Can. J. Anim. Sci.*, 82 (4): 527-532
35. Portsmouth, J.I., 1975. Producción Comercial de Conejos para Carne. Mallorca, Zaragoza. ACRIBIA.
36. Roth, F.X. 2000. Ácidos Orgánicos en Nutrición Porcina: Eficiencia y Modo de Acción. Munich, Alemania. Instituto de ciencias de la nutrición.
37. Thomke S., Elwinger, K. 1998. Growth promotants in feeding pigs and poultry. III. Alternatives to antibiotic growth promotants. *Ann. Zootech.*, 47, 245-271.

38. Thomlinson, J.R., Lawrence, T.L.J., 1981. Dietary manipulation of gastric pH in the prophylaxis of enteric disease in weaned pigs. Some field observations. Vet. Rec. 109, 120–122.
39. Thompson JL, Lawrence TLJ (1981). Dietary manipulation of gastric pH in the profilaxis of enteric disease in weaned pigs. Some field observations. Vet. Rec. 109: 120-122.
40. Tsiloyiannis, V.K., Kyriakis, S.C., Vlemmas, J., Sarris, K., 2001a. The effect of organic acids on the control of porcine post-weaning diarrhoea. Res. Vet. Sci. 70, 287–293.
41. Van Dam H., 2006 Review- organic acids and their salts. Feed mix. Vol 14. Num 4 pp. 28-31 disponible en: WWW.AGRIWORLD.NL