

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS.

MAESTRIA EN CIENCIAS EN NUTRICION ANIMAL



EVALUACIÓN DE DOS ACIDIFICANTES DURANTE EL CICLO PRODUCTIVO DEL CERDO DE ENGORDA.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA

JORGE ALEJANDRO DÍAZ ALONSO

Director .- Ph.D. José Rogelio Orozco Hernández.

Las Agujas, Nextipac, Mpio. de Zapopan, Jalisco.

Enero 2006.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS VETERINARIAS

COORDINACIÓN DE POSGRADO



COORDINACIÓN DEL POSGRADO
DIVISION DE CIENCIAS VETERINARIAS
PRESENTE.

Por este conducto nos permitimos enviar la VERSION FINAL DE LA TESIS que desarrolló el pasante de la Maestría en Ciencias en Nutrición Animal, Biol. Jorge Alejandro Díaz Alonso, cuyo título es:

Evaluación de dos acidificantes durante el ciclo productivo del cerdo de engorda

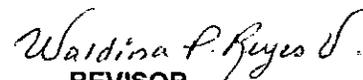
Trabajo dirigido por: Dr. José Rogelio Orozco Hernández

Los que suscriben la presente avalan esta versión, la cual fue revisada y reúne los requisitos teóricos y metodológicos necesarios.

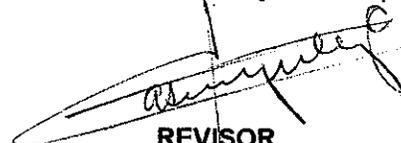
ATENTAMENTE

Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jal. 08 Diciembre del 2005


REVISOR
Dra. Delia Guillemina González Aguilar


REVISOR
Dra. Waldina Patricia Reyes Velazquez


REVISOR
M en C Jorge Hernández Gobora


REVISOR
M en C Alberto Casillas Benítez


REVISOR
Dr. José Rogelio Orozco Hernández

c.c.p. Archivo

AGRADECIMIENTOS

A **Rogelio**, por su voluntad y apoyo sin medida.

A **Muñe**, porque siempre creyó en mí, aún cuando yo pensaba que ya no era posible.

A **Sofia**, el regalo más especial que pude recibir

CONTENIDO

	<u>Páginas</u>
Agradecimientos.....	III
Contenido.....	IV
Lista de cuadros.....	V
Resumen	VII
Introducción.....	1
Planteamiento del problema.....	7
Justificación	9
Hipótesis	11
Objetivos	12
Material y métodos	13
Resultados.....	22
Discusión.....	36
Conclusiones.....	43
Bibliografía	45

LISTA DE CUADROS

CUADRO	PAGINA
1. Composición de las dietas experimentales utilizadas en la etapa de preiniciación (hasta 12 Kg.)	15
2. Composición de la premezcla vitamínica y mineral.....	16
3. Composición de las dietas utilizadas en la etapa de iniciación (de 12 a 30 Kg.).....	17
4. Composición de las dietas utilizadas en la etapa de crecimiento (de 30 a 50 Kg.).....	19
5. Composición de las dietas utilizadas en la etapa de desarrollo (50 a 70 Kg.).....	20
6. Composición de dietas utilizadas en la etapa de engorda (70 Kg. a peso de mercado).....	21
7. Efecto de la adición de los acidificantes a las dietas en las diferentes etapas del ciclo del cerdo de engorda sobre el consumo diario de alimento por etapa (Kg.).....	22
8. Efecto de la adición de los acidificantes a las dietas en las diferentes etapas de ciclo del cerdo de engorda sobre la ganancia total de peso por etapa (Kg.).....	24

9. Efecto de la adición de los acidificantes a las dietas en las diferentes etapas del ciclo del cerdo de engorda sobre la ganancia diaria de peso por etapa (Kg.).....26
10. Efecto de la adición de los acidificantes a las dietas en las diferentes etapas del ciclo del cerdo de engorda sobre la conversión alimenticia por etapa.....28
11. Costo de ingredientes y costo total de las dietas en la etapa de preiniciación (pesos).....29
12. Costo de ingredientes y costo total de las dietas en la etapa de iniciación (pesos).....30
13. Costo de ingredientes y costo total de las dietas en la etapa de crecimiento (pesos)..... 31
14. Costo de ingredientes y costo total de las dietas en la etapa de desarrollo (pesos)..... 32
15. Costo de ingredientes y costo total de las dietas en la etapa de engorda (pesos)..... 33
16. Costo de la inclusión de los diferentes tratamientos en base a acidificantes por tonelada tratada (pesos)..... 34
17. Análisis económico de la inclusión de los acidificantes a las dietas en las diferentes etapas del ciclo del cerdo de engorda (Pesos por Kg. producido).....35

RESUMEN

La adición de ácidos orgánicos en la dieta reduce su pH e inhibe el crecimiento de patógenos y pueden participar en el metabolismo energético, pero poco se sabe del efecto sobre todo el ciclo productivo del cerdo, como una posible alternativa al uso de antibióticos. Se utilizaron 180 lechones PIC para evaluar en todas las etapas del ciclo productivo del cerdo de engorda, la inclusión de ácido cítrico en un 1% (AC-1) ó 2% (AC-2), una mezcla comercial de ácidos orgánicos e inorgánicos en un 0.2% (MA-0.2) y 0.4% (MA-0.4), dejando otro tratamiento como control (C). Los parámetros evaluados fueron: consumo diario (CDA), ganancia de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA). Los resultados se analizaron como un experimento factorial 5 x 5 con un diseño al azar para cinco tratamientos y etapas productivas, respectivamente. Además se hizo un análisis económico con la finalidad de determinar la rentabilidad de la inclusión de los productos. La GDP durante el ciclo productivo fue en promedio para C de 586 g al igual que AC-2 y se incrementó significativamente con MA-0.4 (606 g) ($P < 0.05$), aunque los otros tratamientos mostraron una mayor ganancia diaria peso, no fue tan importante como la de MA-0.4. La GDP en preiniciación fue para MA-0.4 de 314 g. y de 550 en Iniciación, comparados con 228 y 511 de C. El consumo de alimento fue mayor con MA-0.4 seguido de AC-1 y AC-0.2, mientras que en C fue más bajo e intermedio con AC-2. En relación a CA, el tratamiento con un mejor desempeño fue MA-0.4 con una CA global de 2.64, seguida de AC-1 con 2.65, MA-0.2 con 2.68 y C con 2.72 ($P < 0.05$). Sin embargo AC-2 tuvo una conversión similar a la de C (2.70). El análisis económico mostró que la utilización de MA-0.2 y MA-0.4 son rentables, mientras que AC-1 sólo estable utilizarlo en la etapa de preiniciación e iniciación. AC-2 resultó ser un tratamiento económicamente no viable. En conclusión, los acidificantes con enfoque especial a la mezcla de ácidos resultan ser una buena herramienta que permite mejorar la ganancia diaria de peso y el consumo de alimento, mientras que reducen la conversión alimenticia. Aunado a esto, su utilización más allá del desempeño, resulta ser económicamente viable, por lo que resulta una buena alternativa dentro de la formulación de las diferentes dietas en el ciclo productivo del cerdo de engorda.

INTRODUCCIÓN

La búsqueda de la eficiencia en los sistemas de producción pecuaria ha provocado el uso de aditivos promotores de crecimiento, los cuales han sido utilizados en explotaciones de tipo intensivo, sobre todo en cerdos y aves, con la finalidad de disminuir el tiempo en que el animal alcanza el peso al mercado. Es evidente que cambios en la dieta, medio ambiente y/o sociales durante el ciclo productivo de animales en confinamiento, causan variaciones en la tasa de crecimiento.

En un intento por optimizar la producción animal, la tendencia actual en la nutrición animal de las especies de interés zootécnico, es la generación de información a través de la investigación que sirva a la evolución del conocimiento en la materia, pero que además, contribuya a mejorar el aporte de nutrimentos así como a su mejor utilización por el animal.

Para ello, numerosos especialistas en el área han diseñado dietas mejoradas, así como han evaluado nuevos ingredientes para su utilización en la alimentación animal, conllevando al uso de ciertos aditivos en el alimento. Dentro de éstos aditivos se encuentran los quimioteráuticos, que son utilizados como promotores del crecimiento animal al inhibir el desarrollo de determinados tipos de bacterias y parásitos, que sean patógenos al huésped animal, obteniendo un mayor aprovechamiento del alimento y por lo tanto de sus nutrimentos, lo que conlleva a un crecimiento más armónico. Dichos productos además de ayudar a la conservación del alimento deberán estimular el crecimiento del animal (8, 11).

Otros aditivos alimenticios colaboran con la producción al reducir el rechazo del alimento, pues tienden a corregir ciertas características organolépticas (sabor, olor, etc.), encontrándose dentro de este tipo de aditivos el grupo de saborizantes artificiales (34).

Algunos otros aditivos actúan a nivel de la química fisiológica, como los alcalinizantes metabólicos [(bicarbonato de sodio (19, 21)] y para evitar o tratar de atenuar el efecto tensionante del calor en aves (ácido acetil salicílico), los que tienden a mejorar la producción por este efecto (46).

También se encuentran otros productos que tienden a corregir o a mejorar deficiencias digestivas (predominantemente enzimas), debidas ya sea a la corta edad del animal o bien provocadas por la naturaleza del alimento (8, 9, 11, 41).

Quizás el factor más importante a considerar en la utilización de los aditivos antes mencionados es la corta edad del animal, ya que la producción de ácido clorhídrico a nivel estomacal es muy baja durante los primeros días de edad, lo que trae consigo un aumento del pH gástrico pospandrium, haciendo que los precursores enzimáticos a este nivel no sean activados óptimamente (22, 47) y por lo tanto se reduzca la digestión de ciertos nutrimentos a nivel estomacal (22, 37).

Aunado a lo precedente, se estimula el crecimiento bacteriano (en especial de coliformes), los que producen una reducción de la secreción ácida del epitelio gástrico debido a lipopolisacáridos y a ácido láctico, acelerando por medio de este mecanismo el vaciado estomacal de los productos no digeridos (10), lo que trae en consecuencia alteraciones a nivel duodenal, principalmente porque el bolo alimenticio cuando es normalmente acidificado, cae al duodeno donde estimula la secreción enzimática de páncreas e hígado a través de la hormona colecistoquinina (34).

Las alteraciones que se registran por falta de las secreciones enzimáticas entonces tenderán a trastornar el proceso de digestión de los nutrimentos, especialmente de la proteína presente en la dieta, reduciendo a la vez la estancia de estos en el tracto digestivo y por tanto su digestibilidad.

Para resolver la problemática anterior se utilizan sustancias que tiendan a corregir estas insuficiencias, dentro de las cuales se encuentran los productos acidificantes, los que presentan las siguientes funciones; reducen el pH de la dieta (7, 10, 34), inhiben el crecimiento de microorganismos patógenos (3, 7), participan en la quelación de ciertos nutrimentos minerales, mejorando así su absorción (12) y reduciendo la tasa de vaciado estomacal (10, 12, 34), así como la absorción de ácido aportado por los ingredientes de la dieta (13), participa además en el metabolismo energético (12), también poseen efecto sinergizante de algunos productos químio-terapéuticos [tetraciclinas, virginiamicina (34)].

Los productos acidificantes están constituidos principalmente a base de ácidos orgánicos, siendo el más estudiado el ácido cítrico (23, 38). Sin embargo, se ha observado que la utilización de este ácido en las etapas de posdestete no tuvo un efecto positivo sobre los parámetros productivos (17), apoyándose así la hipótesis que establece que sólo hasta la etapa de iniciación los lechones son inmaduros en su secreción enzimática, no así en etapas posteriores.

Efecto similar se encontró al suministrar ácido cítrico a terneros, donde obtuvieron ganancias de peso hasta de 34% mayores que el control (47). Sifri *et al.*, (39) utilizando ácido cítrico al 1% en dietas para codornices (*Coturnix coturnix*) machos, no observaron diferencias en ganancia de peso, ni en conversión alimenticia con respecto al testigo empleado en el experimento.

El ácido láctico ha mostrado ser efectivo en dietas para lechones. Tsilyiannis *et al.*, (42) reportaron que el ácido láctico fue la herramienta más útil en el control del Síndrome de Diarrea Posdestete así como en la mejora de la ganancia de peso.

Otro tipo de ácido orgánico utilizado en nutrición animal es el fumárico, el cual ha presentado respuestas de tipo linear sobre la ganancia de peso y conversión alimenticia de

cerdos al adicionar 0, 1, 2, 3 y 4% a la dieta, encontrándose valores ligeramente superiores a los observados al utilizar ácido cítrico (264 vs. 260 gramos de ganancia diaria de peso respectivamente), siendo por supuesto ambos resultados mas altos que los del grupo testigo utilizado (16), no mostrándose efecto sobre el consumo de alimento, pero con ligeras mejoras (4 a 7%) en cerdos durante los primeros días posdestete (17, 35, 36).

Blank *et al.*, (5) encontraron que el suplementar ácido fumárico en un 1, 2 o 3% mejoró la digestibilidad de la proteína así como la concentración y actividad bacteriana en el tracto intestinal, dependiendo de la concentración del ácido fumárico. En otro estudio, Blank *et al.* (6) adicionaron también ácido fumárico a dietas de lechones en destete temprano (14 días) y obtuvieron un incremento en la digestibilidad ileal de la proteína cruda, la energía bruta así como de los aminoácidos cuatro semanas posteriores al destete. Sin embargo las respuestas observadas por el efecto del ácido fumárico han sido en general menos consistentes que con ácido cítrico (10, 27).

Conjuntamente con los ácidos: cítrico, fumárico, málico, acético y fórmico se encuentra el propiónico, que aparte de ser usado como fungistático en granos de alta humedad, reduce la formación de ácidos grasos volátiles, producto de la fermentación de los hongos (3). Este ácido, agregado a la cebada en un 0.8%, aumento el crecimiento de cerdos de engorda (9), y al adicionarlo al 2% en dietas para cerdos en iniciación, mejoro la eficiencia de la utilización del alimento en un 10%, causando además una leve reducción en el consumo de alimento, debido tal vez a que el ácido a temperatura ambiente despiden un olor característico (19).

El adicionar ácido fumárico o cítrico (33) así como propiónico (32) en dietas para pollo de engorda mejoró la ganancia de peso, pero no la conversión alimenticia.

Al-Natour y K. Alshawabkeh (1) encontraron que la adición de ácido fórmico en concentraciones de 1.5% a dietas de iniciación en pollo de engorda, disminuía significativamente la contaminación de la dieta con *Salmonella gallinarum*.

Por otro lado, Elizondo *et al.*, (16) utilizaron un acidificante en dietas para pollos de engorda en dietas sorgo – soya con y sin la adición de harina de pescado, encontrando una diferencia positiva en la ganancia de peso en la dieta con acidificante y harina de pescado en relación con la dieta control, estableciéndose así una diferencia en el comportamiento productivo dependiendo de la matriz de ingredientes, lo cual estaría determinado por la naturaleza del ingrediente, la cantidad de acidificante y su efecto en la estimulación o disminución de la proteólisis de dicho ingrediente (13, 14). Por lo anterior se reconoce que algunas fuentes de proteína vegetales requieren de más cantidad de ácido para su digestión (10, 15). Además, dietas complejas tienden a presentar una mejor digestión que las dietas sencillas (17), aunque por lo general se observa un aumento en la digestibilidad con dietas simples de entre un 19 y hasta un 40% (15).

Los beneficios más ampliamente conocidos sobre la utilización de acidificantes en dietas para destete provienen de acidificantes orgánicos. Sin embargo el costo es una limitante para su utilización. Por ello también se han llevado a cabo estudios utilizando ácidos inorgánicos. Dentro de éstos se encuentran el clorhídrico, sulfúrico y fosfórico, siendo éste último el único que ha presentado beneficios. Oh (31) y Giesting (19) demostraron que al utilizar ácido fosfórico en cantidades equivalentes a la utilización de 3% de ácido fumárico se comporto de manera similar a lo obtenido con el ácido fumárico.

En base a la respuesta observada con los acidificantes antes mencionados en forma individual, se han llevado a cabo estudios con mezclas de acidificantes como promotores de crecimiento (24). Edmonds *et al.*, (14) probaron el efecto de sulfato de cobre en combinación con antibiótico o mezcla de estos más ácido cítrico o fumárico en dietas para cerdos de 28 a 32 días de edad, encontrando que las ganancias de peso eran más consistentes al utilizar el

sulfato de cobre, pero también observaron que había ganancias de peso mayores al utilizar el ácido con o sin promotores.

Radecki *et al.*, (36) no observaron efecto del ácido fumárico o cítrico en mezcla con antibiótico sobre balance energético, nitrógeno, ni mineral sanguíneo de cerdos al destete. En cambio, al utilizar sulfato de cobre más una mezcla de ácidos (ácido cítrico + citrato de sodio; 2:1) se encontraron mejoras en la eficiencia alimenticia y ganancia de peso que el tratamiento testigo y aún mayores con la adición de antibiótico (7).

Indistintamente del nivel utilizado del acidificante se puede concluir que la adición de los productos acidificantes en las dietas para los lechones, en conjunto con los promotores de crecimiento, mejoran la ganancia diaria de un 4 a 5% (10).

Sin embargo, pocos son los resultados publicados de experimentos de productividad con la utilización de mezclas de ácidos orgánicos comparados con el ácido cítrico como acidificante en la ración durante todo el ciclo productivo del cerdo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La industria porcina se ha interesado en reducir la edad al destete con la finalidad de maximizar la productividad anual de la marrana. Esto tiende a disminuir los costos e incrementar la productividad de las granjas. Sin embargo, el destete a edades tempranas expone a los lechones a stress de orden nutricional, ambiental y social, lo cual provoca problemas de desempeño posdestete que se manifiestan en ganancias de peso bajas, consumos de alimento pobres, conversiones de alimento altas, diarreas y alta mortalidad.

Con el propósito de subsanar los problemas asociados al destete, cotidianamente se utilizan aditivos antibióticos y antimicrobianos en el alimento a niveles profilácticos. Los antibióticos han sido utilizados en la producción animal por más de cincuenta años. La práctica de suplementar antibióticos ha sido ampliamente adoptada y se ha convertido en una parte integral de las estrategias nutricionales para todos los animales. La adición de antibióticos en las dietas de cerdos esta bien documentada y se sabe que incrementan la ganancia de peso y mejoran la conversión alimenticia, mientras que la utilización de antimicrobianos como promotores de crecimiento tienen respuestas positivas en el 72% de los casos. (18). De manera general se sabe que actualmente más del 50% de todos los antibióticos producidos son utilizados en la alimentación animal (42).

Sin embargo, en los últimos años se ha incrementado la preocupación por el uso de éste tipo de productos debido al creciente generación de patógenos resistentes a los antibióticos así como de problemas por residuos de antibióticos en los productos de origen animal. Como consecuencia, el creciente uso de antibióticos como promotores de crecimiento, se ha generado la prohibición parcial o total del uso antibióticos en alimentos en varios países

de Europa. De hecho en varias partes del mundo actualmente están desarrollando investigaciones tendientes a la generación de nuevas alternativas dentro de los aditivos alimenticios que permitan una mejora en el desempeño productivo. Prebióticos, enzimas y acidificantes son productos que se han desarrollado como posibles candidatos para la sustitución de los antibióticos. Dentro de éstas alternativas, los acidificantes han sido considerados como un aditivo útil en las dietas de lechones. Incluso, se ha propuesto que los acidificantes en las dietas podrían funcionar como un promotor profiláctico de manera similar a como funcionan los antibióticos. Mientras que los antibióticos están diseñados para inhibir la mayoría del crecimiento microbiano, los acidificantes podrían reducir la concentración de microorganismos dañinos y ayudar al desarrollo de microorganismos benéficos para que éstos dominen y/o regulen las poblaciones en el tracto intestinal.

La acidificación en las primeras dietas para lechones ha sido investigada por muchos años como una posible herramienta para eliminar o disminuir la caída en el desempeño de los lechones en los primeros días posdestete. En los últimos tiempos se renovado el interés por la adición de ácidos orgánicos e inorgánicos en las dietas no sólo de destete sino del ciclo productivo completo.

Por tanto, el uso de ácidos orgánicos así como de mezclas de ácidos (orgánicos e inorgánicos) en la nutrición de cerdos podría mejorar la eficiencia productiva durante el ciclo del cerdo, proporcionando así información al nutriólogo y al productor sobre el uso de estos productos en las diferentes etapas del crecimiento del cerdo.

JUSTIFICACIÓN

La necesidad de generar información referente a la utilización de productos innovadores con actividad como promotores de crecimiento en animales en confinamiento, provoca la búsqueda de fuentes de dichos productos para su uso en sistemas tecnificados, tomando en cuenta principios de seguridad alimentaria, así como de respeto a la ecología.

La tendencia a la restricción y/o utilización de promotores de crecimiento que puedan generar resistencia bacteriana en la producción pecuaria, ha hecho que cada día se considere de una manera más seria y efectiva, la utilización de productos orgánicos que promuevan la eficiencia productiva de los animales de una manera más segura.

El potencial de los ácidos orgánicos en la preservación de alimentos, la protección al alimento de la contaminación y daño por agentes microbianos así como fúngicos, así como su función directa en la nutrición animal debido a su efecto en el pH estomacal y la flora intestinal es conocida desde hace un par de décadas y se ha probado en numerosos estudios tanto en laboratorios como en pruebas de campo. Especialmente, el ácido fumárico se ha investigado ampliamente en los últimos años. Sin embargo, el conocimiento del efecto sinérgico de mezclas de ácidos orgánicos de alto valor biológico en conjunto con ácidos inorgánicos fisiológicamente activos dentro de la nutrición animal es un tema relativamente reciente.

La evaluación del ácido cítrico y de una mezcla comercial de ácidos orgánicos como acidificantes y a su vez como promotores de crecimiento en dietas para cerdos en todo su ciclo productivo, proporcionará información sobre la conveniencia de su inclusión, el tipo y

rentabilidad de los mismos. Lo anterior apoyará la generación de datos que permitan establecer la utilización de aditivos que repercutan en la eficiencia productiva de una especie de importancia en el sector pecuario, de una segura y efectiva.

HIPÓTESIS

Si los ácidos orgánicos, en especial el ácido cítrico o una mezcla de ácidos, estimulan la digestión del cerdo y promueven un mejor estado de salud, su inclusión a lo largo de la vida productiva del animal, se verá reflejado en un incremento en la eficiencia productiva.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la inclusión de diferentes acidificantes en dietas durante el ciclo productivo del cerdo.

OBJETIVOS PARTICULARES

- a) Determinar el efecto de la inclusión de ácido cítrico a dos niveles (1 y 2%) en dietas prácticas sobre los parámetros productivos para cerdos desde el destete hasta alcanzar el peso al mercado.
- b) Evaluar el comportamiento de una mezcla de ácidos orgánicos a dos niveles (0.2 y 0.4%) en dietas prácticas sobre los parámetros productivos de cerdos desde su destete hasta el peso al mercado.
- c) Comparar ambas fuentes de acidificantes en su relación costo-beneficio.
- d) Determinar hasta que etapa la inclusión de acidificantes representa una inversión rentable.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó a nivel de granja comercial (granja San Agustín, en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jal.) y comprendió un estudio que estuvo dividido a su vez en cinco etapas, las cuales abarcaron las fases productivas del cerdo para abasto (preiniciación, iniciación, crecimiento, desarrollo y engorda). La edad inicial en la que los lechones comenzaron un proceso de adaptación fue al día 6 terminando dicho proceso al destete (24 días), fecha en la que inició el estudio. La edad final a la que los cerdos fueron sacrificados fue a los 161 días.

Se utilizaron los lechones de 20 marranas PIC (hembras y machos), los cuales fueron descolmillados y recibieron aplicación de hierro al tercer y 12avo. día de nacido.

Los parámetros evaluados en todas etapas del experimento fueron: consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia. La ganancia de peso fue corregida con el peso inicial como covariable. Los resultados fueron analizados como un experimento factorial 5 x 5 con un diseño completamente al azar para cinco tratamientos y etapas de engorda, respectivamente. El nivel de significancia utilizado para declarar diferencias estadísticas fue de 0.05. La separación de promedios se realizó con el método de Duncan y en el caso de efecto de las interacciones se separaron con el método de Bonferroni (29).

PREINICIACIÓN

El estudio inició con una etapa de adaptación al sexto día de edad de los lechones. Los tratamientos experimentales consistieron en las camadas de 20 marranas que fueron estandarizadas a 9 lechones cada una, asignándose 36 lechones por tratamiento, los cuales fueron distribuidos aleatoriamente y consistieron en: I) tratamiento control con dieta basal, II) tratamiento con una dieta basal más la adición de ácido cítrico en un 1.0%, III) tratamiento con una dieta

basal más la adición de ácido cítrico en un 2.0%, IV) tratamiento con una dieta basal más Luctacid*^{MR} (mezcla de ácidos orgánicos) en un 0.2 % y V) tratamiento con una dieta basal más Luctacid*^{MR} en un 0.4% .

El peso inicial de los lechones al comienzo de la etapa de adaptación fue en promedio de 2.3 kg. El régimen alimenticio además de la leche de la marrana, consistió en las dietas semicomplejas asignadas por tratamiento (Cuadro 1), las cuales fueron complementadas con una premezcla de vitaminas y minerales (Cuadro 2).

La suplementación de la dieta se llevo a cabo durante el resto de la lactancia (18 días) y al momento del destete se pesaron los animales para dar inicio a la primera fase del estudio. Un segundo pesaje se llevo a cabo 18 días después, lo cuál marco el fin de la etapa de preiniciación (42 días de edad).

INICIACIÓN

Los animales al destete fueron alojados en jaulas para lechones, con dimensión de 1.62 x 2.16 m² y con piso de rejilla de solera metálica. El peso de los lechones fue obtenido al final de la etapa (día 70). Ésta segunda etapa del estudio comprendió de los 12 a los 30 Kg. El número de animales por tratamiento fue ajustado a 30 animales con la intención de obtener un número de unidades iguales para todos los tratamientos. El alimento (Cuadro 3) fue ofrecido para consumo *ad libitum* y preparado cada 8 días para evitar la descomposición de nutrimentos. Los consumos de alimento se registraron de manera semanal hasta la finalización de la etapa.

* Lucta Mexicana. Luctacid (Acidificante en base a: ácido cítrico 35%, ácido láctico 5%, ácido fosfórico 32%, ácido málico 2%, ácido tartárico 1% y silicio coloidal.)

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales utilizadas en la etapa de preiniciación (hasta 12 Kg.).

	Control	Ácido cítrico		Mezcla de ácidos	
		1.0%	2.0%	0.2%	0.4%
Sorgo	259.80	238.60	217.40	254.80	250.70
Pasta soya, 46	206.00	210.00	214.00	207.00	208.00
H. Pescado, 60	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00
Suero de leche	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00
Harina de Maíz	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00
Levadura de cerveza	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Sebo	28.00	35.00	42.00	30.00	31.00
Vitaminas y minerales	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Sal	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Ortofosfato de calcio	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
Carbonato de calcio	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Lisina	2.50	2.60	2.60	2.50	2.50
Metionina	1.70	1.80	1.80	1.70	1.70
Saborizante	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sulfato de Cobre	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Ácido cítrico	--	10.00	20.00	--	--
Luctacid	--	--	--	2.00	4.00
TOTAL	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
Análisis calculado					
Proteína, %	21.45	21.30	21.15	21.42	21.39
Lisina, %	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Met. + Cis. %	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
EM, Mcal/kg	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25

Cuadro 2. Composición de la premezcla vitamínica y mineral.

Vitamina A	2'500,000 UI
Vitamina D	800,000 UI
Vitamina E	1,335 UI
Vitamina B12	7 mg
Vitamina K	180 mg
Riboflavina	2,000 mg
Ác. Pantotenico	7,340 mg
Ác. Nicotínico	13,300 mg
Cloruro de colina	140,000 mg
Piridoxina	335 mg
Ác. Fólico	335 mg
Zinc	37 g
Manganeso	20.6 g
Hierro	11.7 g
Cobre	2 g
Yodo	0.06 g
Cobalto	0.03 g
Magnesio	8.4 g
Selenio	0.03 g
Azufre	4.5 g
BHT	24 g
Vehículo cbp	1,000 g

Cuadro 3. Composición de las dietas utilizadas en la etapa de iniciación (de 12 a 30 Kg.).

	Control	Ácido cítrico		Mezcla de ácidos	
		1.0%	2.0%	0.2%	0.4%
Sorgo	532.70	511.50	489.30	528.70	523.70
Pasta soya, 46	180.00	184.00	189.00	180.00	182.00
H. Pescado, 60	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Suero de leche	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Harina de Maíz	10.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Levadura de cerveza	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
Sebo	30.00	37.00	44.00	32.00	33.00
Vitaminas y minerales	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Sal	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Ortofosfato de calcio	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
Carbonato de calcio	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
Lisina	2.30	2.40	2.50	2.30	2.30
Metionina	1.00	1.10	1.20	1.00	0.10
Saborizante	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sulfato de Cobre	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Ácido cítrico	--	10.00	20.00	--	--
Luctacid	--	--	--	2.00	4.00
TOTAL	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
Análisis calculado					
Proteína, %	18.53	18.38	18.22	18.49	18.47
Lisina, %	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Met. + Cis. %	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
EM, Mcal/kg	3.23	3.23	3.23	3.23	3.23

CRECIMIENTO, DESARROLLO Y ENGORDA

Los cerdos se alojaron en corrales de 3.5 x 6 m² y se les ofrecieron dietas sorgo-soya para consumo *ad libitum* tanto en la etapa de crecimiento (30 a 50 Kg.) (Cuadro 4), desarrollo (50 a 70 Kg.) así como en engorda (70 a mercado) (Cuadro 5 y 6, respectivamente). El pesaje se llevo a cabo al término de cada etapa. De la misma manera que en las etapas anteriores, los consumos de alimento se registraron de manera semanal hasta la finalización de cada etapa.

ANALISIS ECONOMICO POR CONCEPTO DE ALIMENTACION

Con la intención de determinar la rentabilidad asociada a la utilización de acidificantes, se llevo a cabo un análisis económico por concepto de alimentación. Para ello, se determinó el costo de las dietas para cada tratamiento en cada una de las fases de alimentación del estudio. Con ésta información y en base a los pesajes llevados a cabo al final de cada etapa, así como los consumos de alimentos registrados en cada una de ellas , se determinó el costo por Kg. producido.

Cuadro 4. Composición de las dietas utilizadas en la etapa de crecimiento (de 30 a 50 Kg.).

	Control	Ácido cítrico		Mezcla de ácidos	
		1.0%	2.0%	0.2%	0.4%
Sorgo	740.45	719.25	701.05	738.45	733.45
Pasta soya, 46	215.00	219.00	222.00	215.00	217.00
Sebo	12.00	19.00	24.00	12.00	13.00
Vitaminas y minerales	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Sal	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Ortofosfato de calcio	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50
Carbonato de calcio	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
Lisina	1.90	2.00	2.10	1.90	1.90
Metionina	0.40	0.50	0.60	0.40	0.40
Sulfato de Cobre	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Ácido cítrico	—	10.00	20.00	—	—
Luctacid	—	—	—	2.00	4.00
TOTAL	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
Análisis calculado					
Proteína, %	17.03	16.98	17.12	17.09	17.07
Lisina, %	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Met. + Cis. %	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
EM, Mcal/kg	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20

Cuadro 5. Composición de las dietas utilizadas en la etapa de desarrollo (50 a 70 Kg.).

	Control	Ácido cítrico		Mezcla de ácidos	
		1.0%	2.0%	0.2%	0.4%
Sorgo	756.65	735.45	715.25	752.65	747.65
Pasta soya, 46	200.00	204.00	209.00	201.00	203.00
Sebo	11.00	18.00	23.00	12.00	13.00
Vitaminas y minerales	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Sal	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Ortofosfato de calcio	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50
Carbonato de calcio	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
Lisina	1.80	1.90	2.00	1.80	1.80
Metionina	0.30	0.40	0.50	0.30	0.30
Sulfato de Cobre	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Ácido cítrico	--	10.00	20.00	--	--
Luctacid	--	--	--	2.00	4.00
TOTAL	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
Análisis calculado					
Proteína, %	16.02	15.96	16.01	15.99	16.06
Lisina, %	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
Met. + Cis. %	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
EM, Mcal/kg	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20

Cuadro 6. Composición de dietas utilizadas en la etapa de engorda (70 Kg. a peso de mercado).

	Control	Ácido cítrico		Mezcla de ácidos	
		1%	2%	0.2%	0.4%
Sorgo	798.70	780.50	763.30	796.70	790.70
Pasta soya, 46	165.00	169.00	173.00	165.00	167.00
Sebo	6.00	10.00	13.00	6.00	8.00
Vitaminas y minerales	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Sal	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Ortofosfato de calcio	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
Carbonato de calcio	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50
Lisina	2.10	2.20	2.30	2.10	2.10
Metionina	0.2	0.30	0.40	0.20	0.20
Ácido cítrico	—	10.00	20.00	—	—
Luctacid	—	—	—	2.00	4.00
TOTAL	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
Análisis calculado					
Proteína, %	14.55	14.39	14.25	14.52	14.49
Lisina, %	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
Met. + Cis. %	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
EM, Mcal/kg	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20

RESULTADOS

DESEMPEÑO PRODUCTIVO

Consumo diario de alimento

Respecto al consumo diario de alimento, en la etapa de preiniciación los diferentes tratamientos experimentales mostraron consumos diarios de alimento similares, (entre 0.43 y 0.44 Kg./día), a excepción del tratamiento mezcla de ácidos 2.0% con un consumo ligeramente inferior (0.40 Kg./día) y el tratamiento control donde el consumo de alimento se redujo a 0.35 Kg./día. (Cuadro 7; $P < 0.05$).

Cuadro 7. Efecto de la adición de los acidificantes a las dietas en las diferentes etapas del ciclo del cerdo de engorda sobre el consumo diario de alimento por etapa (Kg.).

Etapa	Control	Acido cítrico		Mezcla de ácidos	
		1.0%	2.0%	0.2%	0.4%
Preiniciación	0.35c	0.43a	0.43a	0.40b	0.44a
Iniciación	1.09a	1.06b	1.01c	1.05b	1.06b
Crecimiento	1.88c	1.87cd	1.93a	1.90b	1.86d
Desarrollo	2.29d	2.41b	2.44a	2.40bc	2.39c
Engorda	3.23d	3.32b	3.28c	3.33b	3.44a

a, b, c, d.- Literal diferente indica diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$).

En la etapa de iniciación, el tratamiento control se comportó de manera inusual al obtener el mejor consumo diario de alimento (1.09 Kg./día) en relación a todos los demás

tratamientos. En la etapa de crecimiento el tratamiento con mayor consumo fue ácido cítrico 2% siendo éste de 1.93 Kg./día, mientras que tanto ácido cítrico 1% y mezcla de ácidos mostraron los consumos más bajos: 1.87 y 1.86 Kg./día respectivamente.

Para la etapa de desarrollo, el tratamiento ácido cítrico 2.0% mostró el mayor consumo de alimento (2.44 Kg./día), mientras que el tratamiento control registro el más bajo consumo de alimento en ese periodo (2.29 Kg./día).

En la engorda al igual que en la preiniciación, el tratamiento mezcla de ácidos 0.4% fue el tratamiento con mayor consumo diario de alimento (3.44 Kg/día), mientras que el tratamiento Control nuevamente se colocó como el de menor consumo (3.23 Kg/día).

Ganancia total de peso

En relación a la ganancia peso, el comportamiento de los tratamientos en este estudio por etapa mostró que en la preiniciación, el tratamiento de mezcla de ácidos 0.4% tuvo una ganancia de peso significativamente mayor al resto de los tratamientos (Cuadro 8, $P < 0.05$), con un valor de 11.90 Kg. a los 42 días. Los tratamientos de ácido cítrico 1.0%, ácido cítrico 2.0% y mezcla de ácidos 0.2% tuvieron ganancias de peso similares (11.6, 11.4 y 11.6 respectivamente) mientras que el tratamiento control tuvo el comportamiento más bajo de todos: 10.6 Kg. al final de la etapa.

Para la etapa de iniciación, el tratamiento con mejor desempeño fue el de mezcla de ácidos 0.4% con una ganancia de peso al final de la etapa de 27.3 Kg. a los 70 días ($P < 0.05$). Los tratamientos que le siguieron en comportamiento fueron los de ácido Cítrico 1.0% y mezcla de ácidos 0.2% con ganancias de 26.6 y 26.3 Kg. respectivamente. El tratamiento que

le siguió fue el de ácido cítrico 2.0% con una ganancia de peso de 25.9 Kg. El tratamiento control tuvo una ganancia de peso significativamente inferior al resto de los tratamientos: 24.9 Kg. ($P < 0.05$).

Cuadro 8. Efecto de la adición de los acidificantes a las dietas en las diferentes etapas del ciclo del cerdo de engorda sobre la ganancia total de peso por etapa (Kg.).

Etapa	Control	Acido cítrico		Mezcla de ácidos	
		1.0%	2.0%	0.2%	0.4%
Peso Inicial	6.49	6.26	6.05	6.62	6.25
Preiniciación	10.60c	11.60b	11.40b	11.60b	11.90a
Iniciación	24.90d	26.60b	25.90c	26.30b	27.30a
Crecimiento	46.30d	48.40b	47.80c	48.30b	49.50a
Desarrollo	65.70c	69.10b	68.40b	68.70b	70.00a
Engorda	91.40c	95.80b	94.30b	95.20b	97.60a
Ganancia Total	84.91c	89.54b	88.25b	88.58b	91.35a

a, b, c, d.- Literal diferente indica diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$).

En la etapa de crecimiento, la mezcla de ácidos al 0.4% tuvo una ganancia de peso de 49.5 Kg. a 105 días, siendo tratamiento con mejor desempeño ($P < 0.05$). Los tratamientos de ácido cítrico 1.0% y mezcla de ácidos 0.2% tuvieron una ganancia de peso de 48.4 y 48.3 Kg. respectivamente, sin presentar diferencia entre éstos tratamientos. El tratamiento que les siguió fue el de ácido cítrico 2.0% con un peso de 47.8 Kg. El control tuvo un comportamiento por debajo de los demás tratamientos con un peso de 46.3 Kg.

De manera similar, en la etapa de desarrollo el tratamiento con mejor desempeño fue el de mezcla de ácidos 0.4% con un peso a los 133 días de 70.0 Kg. ($P < 0.05$). En esta etapa los tratamientos ácido cítrico 1.0%, ácido cítrico 2.0% y mezcla de ácidos tuvieron un

comportamiento similar, mientras el tratamiento control tuvo un peso de 65.7 Kg (4.3 Kg. por debajo del tratamiento Mezcla de ácidos 0.4%.

Para la etapa de engorda, el tratamiento mezcla de ácidos 0.4% tuvo la ganancia de peso más alta con un peso final de 97.6 Kg., 6.2 Kg. más que el tratamiento control que sólo obtuvo 91.4 Kg.

En un análisis general, el tratamiento de mezcla de ácidos 0.4% tuvo una ganancia de peso al final del ciclo de engorda significativamente mayor al resto de los tratamientos ($P < 0.05$) con una ganancia total de 91.35 Kg. obtenida entre el destete a los 24 días y la salida a mercado a los 161 días. Los tratamientos ácido cítrico 1%, ácido cítrico 2% y mezcla de ácidos 0.2 % tuvieron un comportamiento similar, obteniendo pesos de 89.54, 88.25 y 88.58 Kg. respectivamente. El tratamiento control se vio rebasado por todos los tratamientos al obtener solamente una ganancia de peso total de 84.91 Kg.

Ganancia diaria de peso

En la etapa de preiniciación, el tratamiento con mejor desempeño fue el correspondiente a la mezcla de ácidos 0.4% con una ganancia diaria promedio de 0.314 kilogramos, en comparación con el tratamiento control que obtuvo una ganancia significativamente menor (Cuadro 9; $P < 0.05$), al obtener una ganancia diaria promedio de 0.228 kilogramos. Los tratamientos de ácido cítrico 1.0% y de ácido cítrico 2.0% obtuvieron una ganancia diaria de peso igual en esta etapa: 0.297 kilogramos. El tratamiento correspondiente a la mezcla de ácido 0.2 % tuvo una ganancia inferior a los tratamientos anteriores (0.277 Kg.), pero mayor al del control.

Cuadro 9. Efecto de la adición de los acidificantes a las dietas en las diferentes etapas del ciclo del cerdo de engorda sobre la ganancia diaria de peso por etapa (Kg.).

Etapa	Control	Acido cítrico		Mezcla de ácidos	
		1.0%	2.0%	0.2%	0.4%
Preiniciación	0.228d	0.297b	0.297b	0.277c	0.314a
Iniciación	0.511d	0.536b	0.518c	0.525c	0.550a
Crecimiento	0.611d	0.623c	0.626c	0.629b	0.634a
Desarrollo	0.693c	0.739a	0.736a	0.729b	0.732b
Engorda	0.918d	0.954b	0.925c	0.946b	0.986a
GDP X	0.568d	0.595b	0.586b	0.591b	0.606a

a, b, c, d.- Literal diferente indica diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$).

GDPX = Ganancia diaria de peso promedio

De la misma manera, en la etapa de iniciación el tratamiento que tuvo un comportamiento productivo superior en relación a los demás tratamientos, fue el correspondiente a la mezcla de ácidos al 0.4%, con una ganancia diaria de peso de 0.550 Kg. Los tratamientos que le siguieron fueron ácido cítrico 1.0% con una ganancia diaria de peso de 0.536 Kg. y los tratamientos ácido cítrico 2.0% así como mezcla de ácidos 0.2% con ganancias de 0.518 y 0.525 Kg. correspondientemente. El tratamiento control tuvo ganancias de peso de treinta y nueve gramos inferiores al tratamiento líder, con una ganancia diaria de peso de 0.511 Kg.

Para la etapa de crecimiento, la tendencia sobre el tratamiento con mejor desempeño se mantuvo, ya que el tratamiento mezcla de ácidos 0.4 % registro una ganancia diaria de peso de 0.634 Kg., en comparación del tratamiento control con una ganancia de 0.611 Kg. Los dos tratamientos relacionados con la inclusión de ácido cítrico mostraron ganancias

diarias de peso similares, siendo inferiores a la obtenida por el tratamiento de mezcla de ácidos 0.2% con un valor de 0.629 Kg.

En la etapa de desarrollo, los tratamientos que tuvieron mejor comportamiento productivo fueron los relacionados con la inclusión de ácido cítrico, seguidos por los tratamientos con inclusión de mezclas de ácidos que se comportaron de manera similar, mientras que el desempeño del tratamiento control fue significativamente inferior ($P<0.05$), al obtener una ganancia diaria de peso de 0.693 Kg.

El tratamiento correspondiente a la mezcla de ácidos al 0.4% obtuvo una ganancia diaria de peso de 0.986 kilogramos siendo significativamente mayor a la obtenida por el tratamiento control con un valor de 0.918 Kg.

En el análisis global de la ganancia diaria de peso, el tratamiento mezcla de ácidos 0.4% fue superior al resto, con un valor de 0.606 Kg., seguido de los tratamientos ácido cítrico 1.0% con 0.595, mezcla de ácidos 0.2% con 0.591, ácido cítrico 2.0% con 0.586 y el tratamiento control con una ganancia inferior al resto de los tratamientos con 0.568 Kg. ($P<0.05$).

Conversión alimenticia

En la etapa de preiniciación, el tratamiento control mostró la conversión alimenticia más alta (1.52), el mejor tratamiento fue la mezcla de ácidos 0.4 % con una conversión alimenticia de 1.39 (Cuadro 10; $P<0.05$).

El tratamiento mezcla de ácidos 0.4 % obtuvo la mejor conversión alimenticia, tanto en la iniciación como en el crecimiento, con valores de 1.86 y 2.85 respectivamente. El tratamiento con la conversión alimenticia más alta en las dos etapas fue el tratamiento control, con una conversión de 2.05 y 2.98.

Cuadro 10. Efecto de la adición de los acidificantes a las dietas en las diferentes etapas del ciclo del cerdo de engorda sobre la conversión alimenticia por etapa.

Etapa	Control	Acido cítrico		Mezcla de ácidos	
		1.0%	2.0%	0.2%	0.4%
Preiniciación	1.52d	1.44b	1.46c	1.43b	1.39a
Iniciación	2.05c	1.90b	1.88a	1.93b	1.86a
Crecimiento	2.98c	2.91b	2.99c	2.94b	2.85a
Desarrollo	3.19b	3.14a	3.20b	3.18b	3.15a
Engorda	3.39b	3.36a	3.42c	3.39b	3.37a
General	2.72d	2.65a	2.70c	2.68b	2.64a

a, b, c, d.- Literal diferente indica diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$).

Tanto en la etapa de desarrollo como de engorda, el comportamiento respecto a las conversiones alimenticias es muy parecido, en donde el tratamiento con mejor desempeño es el correspondiente a mezcla de ácidos 0.4% con una conversión de 3.15 y 3.37 para cada etapa respectivamente. Al final de la etapa de engorda la conversión alimenticia menos eficiente resultó ser la del tratamiento ácido cítrico 2.0 % con un valor de 3.42.

ANALISIS ECONOMICO POR CONCEPTO DE ALIMENTACION

En los cuadros 11, 12, 13, 14, y 15, se encuentran descritos los costos tanto de ingredientes, como el costo total de las dietas, los cuales sirvieron de base para llevar a cabo el análisis económico por concepto de alimentación.

**Cuadro 11 . Costo de ingredientes y costo total de las dietas en la etapa de preiniciación
(pesos)***

	\$	Control	Acido cítrico		Mézcla de ácidos	
			1.0%	2.0%	0.2%	0.4%
Sorgo	1.55	259.80	238.60	217.40	254.80	250.70
Pasta de Soya 46%	2.91	206.00	210.00	214.00	207.00	208.00
H. Pescado, 60	7.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00
Suero de Leche	9.97	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00
Harina de Maíz	2.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00
Levadura de cerveza	3.80	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Sebo	4.00	28.00	35.00	42.00	30.00	31.00
Vitaminas/Minerales	70.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Sal	1.25	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Ortofosfato	3.90	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
Calcio	0.30	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Lisina	16.50	2.50	2.60	2.70	2.50	2.60
Metionina	30.80	1.70	1.80	1.90	1.70	1.70
Saborizante	120.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sulfato de cobre	14.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Acido cítrico	14.30		10.00	20.00	0.00	0.00
Luctacid	17.06				2.00	4.00
PESO		1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
COSTO		3,923	4,077	4,232	3,960	3,996

* Costeos llevados a cabo en el mes de Noviembre de 2005

**Cuadro 12 . Costo de ingredientes y costo total de las dietas en la etapa de iniciación
(pesos)***

	\$	Control	Acido cítrico		Mézcila de ácidos	
			1.0%	2.0%	0.2%	0.4%
Sorgo	1.55	532.70	511.50	489.30	528.70	523.70
Pasta de soya 46%	2.91	180.00	184.00	189.00	180.00	182.00
H. Pescado,60	7.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Suero de leche	9.97	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Harina de Maíz	2.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Levadura de cerveza	3.80	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
Sebo	4.00	30.00	37.00	44.00	32.00	33.00
Vitaminas/Minerales	70.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Sal	1.25	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Ortofosfato	3.90	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
Calcio	0.30	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
Lisina	16.50	2.30	2.40	2.50	2.30	2.30
Metionina	30.80	1.00	1.10	1.20	1.00	1.00
Saborizante	50.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sulfato de cobre	14.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Acido cítrico	14.30		10.00	20.00	0.00	0.00
Luctacid	17.06				2.00	4.00
PESO		1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
COSTO		3,070	3,225	3,380	3,106	3,142

* Costeos llevados a cabo en el mes de Noviembre de 2005

**Cuadro 13 . Costo de ingredientes y costo total de las dietas en la etapa de crecimiento
(pesos)***

	\$	Control	Acido cítrico		Mézcla de ácidos	
			1.0%	2.0%	0.2%	0.4%
Sorgo	1.55	740.45	719.25	701.05	738.45	733.45
Pasta de soya 46%	2.91	215.00	219.00	222.00	215.00	217.00
Sebo	4.00	12.00	19.00	24.00	12.00	13.00
Vitaminas/Minerales	70.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Sal	1.25	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Ortofosfato	3.90	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50
Calcio	0.30	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
Lisina	16.50	1.90	2.00	2.10	1.90	1.90
Metionina	30.80	0.40	0.50	0.60	0.40	0.40
Sulfato de cobre	14.00	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Acido cítrico	14.30		10.00	20.00	0.00	0.00
Luctacid	17.06				2.00	4.00
PESO		1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
COSTO		2,134	2,289	2,437	2,165	2,202

* Costeos llevados a cabo en el mes de Noviembre de 2005

**Cuadro 14. Costo de ingredientes y costo total de las dietas en la etapa de desarrollo
(pesos)***

	\$	Control	Acido cítrico		Mézcila de ácidos	
			1.0%	2.0%	0.2%	0.4%
Sorgo	1.55	756.65	735.45	715.25	752.65	747.65
Pasta de soya 46%	2.91	200.00	204.00	209.00	201.00	203.00
Sebo	4.00	11.00	18.00	23.00	12.00	13.00
Vitaminas/Minerales	70.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Sal	1.25	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Ortofosfato	3.90	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50
Calcio	0.30	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
Lisina	16.50	1.80	1.90	2.00	1.80	1.80
Metionina	30.80	0.30	0.40	0.50	0.30	0.30
Sulfato de cobre	14.00	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Acido cítrico	14.30		10.00	20.00	0.00	0.00
Luctacid	17.06				2.00	4.00
PESO		1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
COSTO		2,107	2,262	2,413	2,142	2,178

* Costeos llevados a cabo en el mes de Noviembre de 2005

Cuadro 15. Costo de ingredientes y costo total de las dietas en la etapa de engorda (pesos)*

	\$	Control	Acido cítrico		Mézlca de ácidos	
			1.0%	2.0%	0.2%	0.4%
Sorgo	1.55	798.70	780.50	763.30	796.70	790.70
Pasta de soya 46%	2.91	165.00	169.00	173.00	165.00	167.00
Sebo	4.00	6.00	10.00	13.00	6.00	8.00
Vitaminas/Minerales	70.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Sal	1.25	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Ortofosfato	3.90	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
Calcio	0.30	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50
Lisina	16.50	2.10	2.20	2.30	2.10	2.10
Metionina	30.80	0.20	0.30	0.40	0.20	0.20
Acido cítrico	14.30		10.00	20.00	0.00	0.00
Luctacid	17.06				2.00	4.00
PESO		1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
COSTO		2,045	2,192	2,337	2,076	2,114

* Costeos llevados a cabo en el mes de Noviembre de 2005

En base a los cuadros anteriores, se determinó el costo de la inclusión de los diferentes tratamientos en base a acidificantes por tonelada tratada, el cuál se mantuvo constante ya que se utilizó la misma dosificación durante todas las etapas alimenticias en los diferentes tratamientos. Dicha información se describe en el cuadro 16.

Cuadro 16 . Costo de la inclusión de los diferentes tratamientos en base a acidificantes por tonelada tratada (pesos) *

	Control	Acido cítrico		Mézcila de ácidos	
		1.0%	2.0%	0.2%	0.4%
Inversión por tonelada (pesos)	0.00	143.00	286.00	34.12	68.24

*** Costeos llevados a cabo en el mes de Noviembre de 2005**

Con la información obtenida del costo por tonelada de alimento tratada, los consumos de alimento por etapa y ganancias de peso obtenidas para cada periodo, se calcularon los costos por Kg. producido en cada etapa alimenticia y para cada tratamiento dentro del estudio, mismo que se describe en el cuadro 17.

Cuadro 17. Análisis económico de la inclusión de los acidificantes a las dietas en las diferentes etapas del ciclo del cerdo de engorda (Pesos por Kg. producido).

Etapa	Control	Acido cítrico		Mezcla de ácidos	
		1.0%	2.0%	0.2%	0.4%
Preiniciación	5.95	5.86	6.17	5.65	5.55
Iniciación	6.30	6.11	6.34	5.98	5.83
Crecimiento	6.35	6.65	7.28	6.36	6.27
Desarrollo	6.71	7.09	7.71	6.80	6.85
Engorda	6.93	7.36	7.99	7.04	7.13
General	6.58	6.83	7.37	6.56	6.54

La información del cuadro 17 muestra que en relación al costo por Kg. producido, La mezcla de ácidos 0.4% fue superior al resto de los tratamientos del estudio, obteniendo un costo promedio de 6.54 pesos, seguido del tratamiento mezcla de ácidos 0.2 % con un costo de 6.56 así como del tratamiento de ácido cítrico 1.0 % con un costo de 6.83 pesos por Kg. respectivamente.

El tratamiento control tuvo un costo promedio por Kg. producido de 6.58 siendo la referencia base para determinar que el tratamiento ácido cítrico 2.0% tuvo la peor relación en este concepto, al tener un costo promedio de 7.37 pesos.

De manera general en los tratamientos con mezcla de ácidos, la diferencia en el costo por Kg. producido fue mayor en las primeras etapas reduciéndose en las últimas etapas, mientras que los tratamientos con ácido cítrico mostraron diferencias de costos menores en las primeras etapas, haciéndose más grandes en las últimas etapas, todo esto en relación al control.

DISCUSION

DESEMPEÑO PRODUCTIVO

Consumo diario de alimento

En relación a la etapa de preiniciación, el consumo de alimento de los tratamientos con acidificante fue mayor al del tratamiento control, sin embargo en la etapa de iniciación, todos los tratamientos con acidificantes mostraron una disminución en el consumo diario de alimento en relación al presentado por el control. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Henry *et al.* (23) y Luckstadt y Nies (30). De manera similar Giesting y Easter (19) compararon la inclusión de varios ácidos orgánicos en dietas maíz/soya en lechones destetados durante 28 días, dando como resultado que tanto el ácido cítrico como el fumárico tendieron a un consumo menor de alimento, y más aún, el ácido propiónico tuvo un efecto depresor del consumo voluntario. Esta tendencia a un bajo consumo al adicionar ácido cítrico también fue reportada por Radecki (36) y Cornelius (10).

Cabe mencionar que también existen estudios cuyos resultados muestran que no existe modificación alguna en el consumo por la adición de ácidos orgánicos. Falkowski y Aherne (17) llevaron a cabo un experimento con cerdos destetados a los 28 días adicionando a las dietas de éstos, ácido cítrico o fumárico a 0, 1 ó 2 % durante 4 semanas, no encontrando diferencia significativa en los consumos de alimento.

Para la etapa de crecimiento, la tendencia en el consumo de alimento fue similar entre los tratamientos control, ácido cítrico 1.0% y mezcla de ácidos 0.4%, siendo superior en los tratamientos ácido cítrico 2.0% y mezcla de ácidos 0.2%.

Por otra parte, en la etapa de desarrollo los resultados obtenidos mostraron un consumo diario de alimento mayor en los tratamientos con ácido cítrico, seguidos por los tratamientos con mezcla de ácidos y por último al tratamiento control. Esto difiere con lo encontrado por Min *et al.* (29) quienes no encontraron una diferencia en el consumo diario de alimento al utilizar mezclas de ácidos orgánicos en relación a la dieta control.

De manera opuesta, en la etapa de engorda, los tratamientos con mezcla de ácidos mostraron los mejores consumos de alimento, por encima de los mostrados en los tratamientos con ácido cítrico y más aun en el mostrado en el tratamiento control. Esto se contrapone a lo encontrado por Giesting y Easter (19), quienes en un estudio llevado a cabo con cerdos en finalización y adicionando 1.5 ó 3.0 % de ácido fumárico a sus dietas, no encontraron ninguna diferencia significativa en el consumo de alimento.

Ganancia total de peso

Los resultados de este estudio muestran que existe un efecto en la utilización de acidificantes en la ganancia total de peso en los cerdos, sobre todo este efecto es claro en las etapas de preiniciación e iniciación, en donde todos los tratamientos con acidificantes se comportaron mejor que el tratamiento control, siendo la mezcla de ácidos 0.4%, el tratamiento que claramente obtuvo una ganancia total de peso superior generando una diferencia de 6.44 Kg. con respecto al control. Esto concuerda con lo reportado por Kil (25) quien en un estudio utilizando ácido láctico obtuvo un mejor desempeño en relación a dietas sin acidificantes en dietas para lechones destetados. Sin embargo los resultados contrastan con lo reportado por Kornegat *et al.* (28) quienes no encontraron una diferencia en el desempeño de lechones siete días después del destete al adicionar a las dietas ácido cítrico en un 1.0%.

En la etapa de crecimiento el efecto de los tratamientos con ácido cítrico así como el de mezcla de ácido 0.2% tendieron a presentar pesos similares, mientras que el líder en ésta

etapa continuó siendo la mezcla de ácidos 0.4%, obteniendo una diferencia de peso comparado contra los otros tratamientos con acidificantes de 1.33 Kg. en promedio, y de 3.2 Kg. en relación al tratamiento control.

Para las etapas de desarrollo y engorda, la tendencia fue clara: si bien los tratamientos con ácido cítrico y mezcla de ácidos 0.2% se comportaron mejor que el tratamiento control, entre ellos no hubo una diferencia significativa, mientras que el tratamiento mezcla de ácidos 0.4% continuó siendo el mejor tratamiento con una ganancia total de peso de 91.35 Kg., comparado con 84.91 Kg. del tratamiento control.

En base a lo anterior se puede establecer que la utilización de una mezcla de ácidos orgánicos en las diferentes dietas del ciclo productivo del cerdo de engorda, tiene un efecto en la ganancia total de peso.

Ganancia diaria de peso

En relación a la ganancia diaria de peso, los resultados mostraron que en la etapa de preiniciación e iniciación, todos los tratamientos con acidificantes mostraron diferencias significativas con respecto al tratamiento control. Esto concuerda con los estudios llevados a cabo por Luckstadt y Nies (30) quienes encontraron una diferencia significativa al utilizar una mezcla de ácidos orgánicos en relación a utilizar ácido fumárico al 1% por 43 días posteriores al destete. Sin embargo, también existen estudios en los que no se observaron este tipo de resultados, como los reportados por Radecki et al. (36) quienes en un estudio con cerdos destetados a 28 días y proporcionándoles dietas con un 1.5 ó 3 % de ácido cítrico no encontraron ninguna mejora significativa en la ganancia diaria de peso. Resultados similares también fueron reportados por Falkowski y Aherne (17).

El haber encontrado un incremento en las ganancias de peso en las primeras etapas, puede explicarse por el hecho de que los acidificantes tienden a mejorar las ganancias en dietas simples (grano/soya) y semi complejas (grano/soya/lácteos), no así en dietas complejas (grano/soya/lácteos/proteínas de alta digestibilidad) (7), ya que éstas últimas poseen fuentes de proteína y energía más disponibles (10).

En la etapa de crecimiento, la ganancia de peso tendió a ser mejor en los tratamientos con mezcla de ácidos, seguidos de los tratamientos con ácido cítrico, siendo todos superiores al control con una diferencia en la ganancia diaria de peso de 0.020 y 0.013 Kg. respectivamente. Esto concuerda con lo encontrado por Min *et al.* (29) quienes al llevar a cabo estudios sobre el efecto de extractos de yucca, acidificante (mezcla de ácidos orgánicos) o soluciones aniónicas alcalinas sobre el desempeño de cerdos en la etapa de desarrollo y finalización, encontraron una mayor ganancia diaria de peso en comparación con el resto de los tratamientos para la etapa de desarrollo.

La etapa de desarrollo mostró lo contrario a lo ocurrido en la etapa de crecimiento, ya que aquí los tratamientos con ácido cítrico fueron superiores a los tratamientos con mezcla de ácidos, pero todos con un desempeño por encima del tratamiento control.

Por último, en la etapa de engorda todos los tratamientos con acidificantes mostraron un comportamiento superior al tratamiento control, con una marcada diferencia en el tratamiento mezcla de ácidos 0.4% de 0.038 Kg. Estos resultados son diferentes a los encontrados por Giesting y Easter (19) quienes no observaron ninguna diferencia en la ganancia diaria al adicionar acidificante en las dietas de cerdos en finalización.

De manera general, las ganancias diarias de peso promedio para los tratamientos con mezcla de ácidos fueron mayores que el control (0.591 para el tratamiento de mezcla al 0.2% y 0.606 para el tratamiento mezcla al 0.4% en comparación al control 0.568 Kg.), al igual que los tratamientos en base a ácido cítrico (0.595 para ácido cítrico 1.0% y 0.586 Kg. para el tratamiento de ácido cítrico 2.0%). Estos resultados contrastan con aquellos obtenidos por

Batorska *et al.* (4), quienes llevaron a cabo un estudio con mezcla de ácidos en base a ácido cítrico (1.0%) y ácido fosfórico (50.0%), obteniendo una ganancia diaria promedio menor que con el control (0.714 del tratamiento con mezcla de ácidos contra 0.720 del tratamiento control).

Conversión alimenticia

La conversión alimenticia en la etapa de preiniciación tendió a ser mejor en todos los tratamientos en relación al control. En las etapas de iniciación las conversiones entre los tratamientos mezcla de ácidos 0.4% y ácido cítrico 2.0%, así como ácido cítrico y mezcla de ácidos 2.0% fueron similares entre ellas y mejores que las presentadas por el tratamiento control. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Edmonds *et al.* (14), Falkowski y herne (17) y Luckstadt y Nies (30).

En la etapa de crecimiento las conversiones fueron similares entre los tratamientos ácido cítrico 1% y mezcla de ácidos 0.2%, siendo inferiores a la mostrada por el tratamiento mezcla de ácidos 0.4% y mejores en relación a los tratamientos de ácido cítrico 2.0% y tratamiento control.

Para la etapa de desarrollo los tratamientos control, ácido cítrico 2.0% y mezcla de ácidos 0.2% mostraron un comportamiento similar en relación a la conversión alimenticia, siendo superados por los tratamientos de mezcla de ácidos y ácido cítrico 1.0%, resultados también observados para la etapa de engorda. Esto se contrapone a los resultados de Giesting y Easter (19), quienes no encontraron diferencias en la conversión alimenticia al utilizar o no utilizar acidificantes en ésta etapa, al igual que los resultados obtenidos por Min *et al.* (29).

De manera general, es innegable el efecto de la inclusión de un acidificante en las diferentes dietas del ciclo productivo del cerdo de engorda, ya sea con la utilización de ácido cítrico o bien de una mezcla de ácidos. En éste caso, la mezcla de ácidos tiene una ventaja en

su utilización debido a la consistencia de sus resultados y sus costos. La utilización de ésta mezcla de ácidos: cítrico, láctico y fosfórico en su base, tiene su efecto en los parámetros productivos debido a diferentes modos de acción que aún no están completamente esclarecidos como lo son la reducción y/o estabilización de pH gástrico, alteraciones en la población de microflora intestinal a través de mecanismos bactericidas y bacteriostáticos, mejora en la actividad enzimática endógena, estimulación de las secreciones pancreáticas, estimulación del metabolismo intermedio (26, 44). Sin embargo, la respuesta a la acidificación puede estar afectada por el tipo de ácido, nivel de inclusión, composición de la dieta, capacidad buferizante de la dieta, edad al destete, tiempo de inclusión y el nivel de desempeño de las dietas control.

Las conversiones alimenticias generales obtenidas en éste estudio muestran que la inclusión de acidificantes en casi todos los tratamientos mejoraron éste parámetro en relación al control (ácido cítrico 1.0%, 2.65; ácido cítrico 2.0%, 2.70; mezcla de ácidos 0.2%, 2.68; mezcla de ácidos 0.4%, 2.64 vs. 2.72 del tratamiento control. Sin embargo, estos resultados no sólo muestran una tendencia opuesta a los obtenidos por Batorska *et al.* (4), sino que además, las conversiones obtenidas por éstos investigadores fueron contrastantemente más altas que las registradas en éste estudio (3. 12 para el tratamiento con mezcla de ácidos cítrico-fosfórico, en comparación con 3.08 del control.

ANALISIS ECONOMICO POR CONCEPTO DE ALIMENTACION

El análisis económico mostró que la utilización de la mezcla de ácidos 0.4% no sólo tuvo el mejor desempeño sino que además fue el tratamiento más rentable del estudio. En todas las etapas éste tratamiento demostró ser rentable por sobre el control y los otros tratamientos con acidificantes.

El tratamiento mezcla de ácidos 0.2% fue considerablemente rentable y en el global fue casi tan rentable como el tratamiento líder (6.54 vs.6.56) lo cual indica que en las distintas

dietas del ciclo productivo del cerdo, la adición de una mezcla de ácidos tiene la mejor relación costo-beneficio. La mezcla de varios ácidos orgánicos en conjunto con una base de ácido inorgánico puede dar como resultado un acidificante complejo de baja inclusión con buenos resultados.

Los tratamientos con ácido cítrico tuvieron un comportamiento dual, ya que mientras el tratamiento con ácido cítrico 1.0% tuvo una rentabilidad positiva hasta la etapa de iniciación, en el caso del tratamiento ácido cítrico 2.0% no fue rentable en ninguna etapa, lo que indica que no es viable económicamente la utilización de éste tratamiento. Si bien la magnitud de la respuesta de un acidificante está influenciada por el nivel de inclusión del mismo, y esto a su vez determinado por la diferencia en las constantes de disociación y la solubilidad en agua de los diferentes acidificantes, a veces el nivel óptimo de suplementación para obtener un efecto benéfico es tan alto que no puede ser utilizado en la industria de los alimentos balanceados debido a su costo (26)

Es necesario establecer que los resultados obtenidos en éste estudio muestran los beneficios en la utilización de ácidos orgánicos dentro del contexto de un esquema de alimentación libre de todo antibiótico o promotor de crecimiento. Es cierto que los parámetros productivos pueden diferir de aquellos obtenidos en granjas comerciales que producen bajo esquemas que incluyen éste tipo de productos en sus programas de alimentación. Sin embargo, la fortaleza del trabajo radica en el establecimiento de una alternativa de producción más acorde a los requerimientos de seguridad alimentaria que cada día toman mayor fortaleza, sobre todo en Europa, y que sin lugar a dudas en un futuro tendrá también aplicación en nuestro país.

CONCLUSIONES

La utilización de acidificantes en las diferentes dietas del ciclo del cerdo de engorda tiene un efecto benéfico sobre la ganancia total de peso, al ganancia diaria de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia.

La utilización de una mezcla de ácidos 0.4% resultó ser el tratamiento con mejor comportamiento durante todas las etapas del ciclo del cerdo de engorda para todos los parámetros productivos evaluados en éste estudio: ganancia total de peso, ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

La utilización de una mezcla de ácidos 0.2% es una alternativa viable como fuente de acidificación sobretodo en las primeras etapas del cerdo: preiniciación e iniciación.

La utilización de ácido cítrico 1.0% como fuente de acidificación para las diferentes dietas del ciclo productivo del cerdo de engorda, es la segunda mejor alternativa al tiene beneficios positivos en los diferentes parámetros evaluados en éste estudio.

La utilización de ácido cítrico 2.0% es cuestionable ya que si bien tiene un efecto sobre la ganancia de peso en las diferentes etapas del ciclo del cerdo de engorda, no tiene un efecto claramente positivo en los parámetros de consumo diario de alimento y conversión alimenticia.

La utilización de una mezcla de ácidos 0.4% es una alternativa económicamente rentable en todas las etapas del ciclo del cerdo de engorda.

La utilización de ácido cítrico 1.0% solo representa una alternativa económicamente viable para las etapas de preiniciación e iniciación.

La utilización de ácido cítrico 2% como fuente de acidificante no es viable económicamente.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Al-Natour M., y K. Alshawabkeh. 2005. Using varying levels of formic acid to limit growth of *Salmonella gallinarum* in contaminated broiler feed. Asian-Aust. J. Anim. Sci. Vol 18, No.3:390-395
- 2 Association of Official Agriculture Chemists. 1990. Official methods of analysis. 15ava. edición. AOAC, Washington, DC. (U.S.A.).
- 3 BASF. Infoservice. 1985. Conocimientos y experiencias de conservación de piensos. Boletín informativo.
- 4 Batorska, M., J. Wiecek y J Kulisiewicz. 2003. The influence of addition of selected growth stimulants on pig fatteners production results and fatty acids profile. Pol. J. Food Nutr. Sci. vol.12/53, No. 1 pp. 25 – 27.
- 5 Blank, R., R. Mosenthin, W. C. Saber y S Huang. 1999. Effect of fumaric acid and dietary buffering capacity on ileal and fecal amino acid digestibilities in early-weaned pigs. J. Anim. Sci. 77:2974-2984
- 6 Blank, R., W. C. Sauer, R. Mosenthin, J. Zentek, S. Huang y S Roth. 2001. Effect of fumaric acid supplementation and dietary buffering capacity on the concentration of microbial metabolites in ileal digesta of young pigs. Can. J. Anim. Sci. 81:345-353.

- 7 Burnell, T.W., Cromwell, G.L., y T.S. Sthaly. 1988. Effects of dried whey an copper sulfate on the growth response to organic acid in diets for weanling pigs. *J. Animal Sci.* 66:1100.
- 8 Britt, D.G., y J.T. Huber. 1976. Preservation and animal performance on high moisture corn treated with amonia or propionic acid. *J. Dairy Sci.* 59:668.
- 9 Cole, D.J.A., English, P.H., Livingstone, R.M., y J.R. Luscombe. 1975. Propionic acid-treated barley in the diet of bacon pigs. *Anim. Prod.* 21:295.
- 10 Cornelius, S.G. 1988. Acidified weanling pig diets gain increasing attention. *Feedstuffs* 60 (5) 11.
- 11 Crenshaw, J.D., Peo Jr., E.R., Lewis, A.J. y N.R. Schneider. 1986. The effect of sorbic acid in high moisture grain diets of performance of waenling swine. *J. Anim. Sci.* 63:381.
- 12 Cromwell, G.L., y T.W. Burnell. 1987. Acid-antibiotic-copper interaction in swine starter diet. *Anim. Health and Nutr.* 42 (4): 14.
- 13 Delforge, J.L., Gossele, F., Biol, A. y W.P. Kissels. 1988. Stacidem: a new type of acidulent for animal feed. *En: Proc. 10th Int. Congress Pig Soc.* Río de Janeiro, Brasil. p 381.

- 14 Edmonds, M.S., Izquierdo, O.A. y D.H. Baker. 1985. Feed additive studies with newly weaned pigs; efficacy of supplemental copper, antibiotic and organic acids. *J. Anim. Sci.* 60:462.
- 15 Easter, R.A. 1988. Acidified diets improve digestibility weight gain of weanling pigs. *Feedstuffs.* 60 (24):18.
- 16 Elizondo, E.I, Flores, M.L. y J.R. Orozco-Hdez. 1989. Utilización de un acidificante en dietas para pollo de engorda. *Boletín informativo I.T.A. No. 26 (S.E.P.).* 2 (5):17.
- 17 Falkowski, J.F. y F.X. Aherne. 1984. Fumaric and citric acid as feed aditives in starter pig nutrition. *J. Anim. Sci.* 58:1288.
- 18 Friendship B. 2002. Swine research ay Guelp: exploring alternatives to antibiotics. London swine conference- Conquering the challenges. 77-81.
- 19 Giesting, D.W. y R.A. Easter. 1985. Response of starter pigs to supplementation of corn-soybean meal diets with organics acids. *J. Anim. Sci.* 60:1388.
- 20 Giesting, D.W., Roos, M.A. y R.A. Easter. 1986. The effect of inorganic acid and (or) base treatment of starter pig diets. *J. Anim. Sci.* 63 (Supp. 1): 108. (Resumen).
- 21 Glahn, R.P., Wideman Jr., R.F. y B.S. Cowen. 1988. Effect of dietary acidification and alkalinization on urolith formation and renal function and single comb White Leghorn laying hens. *Poult. Sci.* 67:1694.

- 22 Goihl, J. 1988. Importance of milk products, copper in starter diets examined. *Feedstuffs*. 60 (24) 16.
- 23 Henry, R.W., Pickard E.W. y P.E. Huges. 1985. Citric acid and fumaric acid as food additives for early-weaned piglets. *Anim. Prod.* 40:505.
- 24 Hill, A.C.A. 1990. Efecto de la inclusión de ácidos orgánicos y su interacción con la fuente de proteína en la dieta de pollo de engorda. Tesis Maestría. Fac. de Med. Veterinaria y Zoot. Universidad de Guadalajara.
- 25 Kil, D.Y. 2004 . Comparación pf growth performance, nutrient digestibility and white blood cell counts by organic or inorganic acid supplementation in weaned pigs. MS thesis. Seoul National University, Korea.
- 26 Kim, Y.Y., D.Y. Kil, H.K. Oh, y K. Han. 2005. Acidifiers as an alternative material to antibiotics in animal feed. *Asian Australian J. Anim. Science*. Vol 18, No. 7:1048-1060.
- 27 Kirchgessner, M. y F.X. Roth. 1982. Fumaric acid as a feed additive in pig nutrition. *Pig News inf.* 3: 259.
- 28 Kornegay, E.T., S. N. Hay and J.D. Blaha. 1976. Comparasion of one, two and three pigs per age and dietary citric acid for seven day old weaned pig. *J. Anim. Sci.* 43:254 (Abstr.).
- 29 Min, T.S., Kim JD, Jun Y, Sohn KS, Heo KN. 2001. Effects of environmentally friendly agents on growth performance, nutrient digestibility, nutrient excretion and carcass

- characteristics in growing-finishing pigs. *Asian Australian Journal of animal Sciences*. 14:4, 540-547.
- 30 Luckstadt C y W Nies. 2004. Multiple Acid Blends – Alternatives for sustainable livestock Production. World Nutrition Forum. Salzburg, Austria (4-5 November). 34-43.
- 31 Oh., H.K. 2004. Effect of dietary supplements on growth, nutrient digestion and intestinal morphology in monogastric animals. P.h. D. Thesis. Seoul National University, Korea
- 32 Patel, M.B., y J. Mc. Ginnis. 1977. Influences of protein level, propionic acid, added fat and vitamin B₁₂ on egg production, egg weight and hatchability of egg. *Poult. Sci.* 56:1746.
- 33 Patten, J.D. y P.W. Waldroup. 1988. Use of organic acids in broiler diets. *Poult. Sci.* 67:1178.
- 34 Puchal, M.F., Ramallo, A.T. y J.J. Javierre. 1983. Estado actual de los acidificantes en nutrición porcina. *En: Primer simposio "Avances recientes en la alimentación del cerdo"*. México, D.F. p 62.
- 35 Radecki, S.V., Juhl, M.R., Wang, Z.Q. y E.R. Miller. 1986. An evaluation of fumaric and citric acid supplementation to diets of starter pigs. *J. Anim. Sci.* 63 (Supp. 1): 108. (Resumen).

- 36 Radecki, S.V., Juhl, M.R., y E.R. Miller. 1988. Fumaric and citric acids as feed additives in starter pigs diets: Effect on performance and nutrient balance. *J. Anim. Sci.* 66:2598.
- 37 Roos, M.A., Giesting, D.W. y R.A. Easter. 1986. Effect of dietary fumaric acid on performance of weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 63 (Supp. 1): 283. (Resumen).
- 38 Scipioni R., Zaghini G. y A. Biavati. 1978. Acidified diets in early weaned piglets. *Zootec. Nutr. Anim.* 4:201.
- 39 Sifri, M., Kratzer, F.H. y L.C. Morris. 1977. Lack of effect of ascorbic and citric acids on calcium metabolism of chickens. *J. Nutr.* 107:484.
- 40 Steel R.D.G. y J.H. Torrie. 1985. *Bioestadísticas: principios y procedimientos*. 2da. Edición. Edit. McGraw-Hill. México.
- 41 Sweet, L. A., y E.T. Kornegay. 1988. The effects of dietary addition of ammonium propionate for improving growth rate and reducing scours of weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 66 (Supp. 1): 329. (Resumen).
- 42 Swick, R. 2002. Role of Promotants in poultry and swine feed. X Thailand technical meeting proceedings. 210-219
- 43 Tsiloyiannis, V.K., S.C. Kyriakis, J. Vlemmas y K Sarris. 2001. The effect of organic acids on the control of porcine postweaning diarrhea. *Res. Vet. Sci.* 70(3):287-293.

- 44 Vuyst, E.A. 1973. La valeur alimentaire de l'acide citrique dans l'alimentation des porcs à l'engrais. *Rev. Agric.* 6:1371.
- 45 Walsh, M.C., L. Peddireddi and J. S. Radcliffe. 2004. Midwest Swine Nutrition Conference. *Memories* 25 – 36
- 46 Xirong, X., Kornegay, E.T., Sweet, L.A., Lindemann, M.D. y H.P. Veit. 1988. Evaluation of aspirin in diets for weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 66 (Supp. 1): 328. (Resumen).
- 47 Zhang, J., Pettigrew, J. E., Chester-Jones, H. y S.G. Cornelius. 1986. Efficacy of sodium diacetate as a growth promotant for swine. *J. Anim. Sci.* 63 (Supp. 1): 109. (Resumen).