



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**“EFECTO DE DOS CONCENTRACIONES DE
ACIDIFICANTE EN LA DIETA SOBRE LOS
PARAMETROS PRODUCTIVOS DE LECHONES
DESTETADOS PRECOZMENTE”.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

SAMUEL NAVA SERRET

ASESORES: PhD. ARTURO GERMAN BORBOLLA SOSA.

M.C. RAFAEL OLEA PEREZ.

M.V.Z. MARIA DEL PILAR PEREZ OLVERA.

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO.

0271860
1999.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U N A M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN
P R E S E N T E.

DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

ATN.: Q. M. DEL CARMEN GARCIA MIJARES
JEFE DEL DEPARTAMENTO.

Con base al artículo 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a Usted que revisamos el TRABAJO de TESIS con el nombre de:

"Efecto de Dos Concentraciones de Acidificante en la Dieta sobre los Parámetros Productivos de Lechones Destetados Precozmente".

que presenta el pasante: NAVA SERRET SAMUEL
con número de cuenta : 8912259-8 para obtener el Título de :

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlán Izc., México, a 27 de Enero de 1999

Presidente MVZ. JESUS GUEVARA VIVERO
Vocal I.A. DENEBA CAMACHO MORFIN
Secretario PhD. ARTURO GERMAN BORBOLLA SOSA
1er. Sup. MVZ. JUAN RAUL AGUILAR TOVAR
2do. Sup. MVZ. ROMAN JAVIER MARTINEZ RAMIREZ

Dedicatoria

*Dedico mi tesis a toda mi familia, por
contribuir a que yo llegara a ésta
pequeña meta dentro de mi vida y así
comenzar otras*

*A toda aquella gente que de alguna
manera contribuyo a la realización de
este trabajo*

Agradecimientos

A mis padres, Samuel Nava C. y Florencia R. Serret L.:

Quienes me apoyaron en un sin fin de ocasiones, por invertir en mi formación académica y hacer de mí un ciudadano.

A mis hermanos:

Por su paciencia y apoyo moral en los momentos más difíciles de mi vida académica y social.

A mis asesores:

Por haberme tenido paciencia para empezar y acabar mi tesis, en especial al Doctor Germán Borbolla al aceptarme como tesista, sin olvidarme del MC Rafael Olea Pérez ni a la MVZ María del Pilar Pérez.

A los estudiantes de la FMVZ:

Que hicieron posible esta tesis, los cuales fueron muy importantes para iniciarla.

A los profesores:

De la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán quienes me dieron las bases de lo que hoy en día se.

A Raquel Pelaez y a su madre Sonia Hernández:

Por brindarme su apoyo y amistad de manera incondicional.

**** A todos, Muchas Gracias ****

Í N D I C E

	Páginas
Resumen	1
Introducción	2
Destete Precoz	3
Desarrollo Enzimático	4
Producción de Ácido Clorhídrico (HCl)	6
Efecto del Destete en el Lechón	9
La Utilización de Acidificantes en las Dietas para cerdos Destetados	13
Justificación	18
Objetivos	19
Hipótesis	20
Materiales y Métodos	21
Localización	21
Animales	21
Tratamientos	21
Instalaciones	22
Alimentación	23
Análisis Estadístico	23
Resultados	27
Discusión	32
Conclusiones	35
Literatura Citada	36

Resumen.

Un total de 96 animales fueron utilizados (15 ± 1 días de edad y 4.5 ± 1 kg de peso), para evaluar el efecto de la adición de una mezcla de ácidos orgánicos (ácido cítrico, tártaro, málico) e inorgánicos (ácido fosfórico) en la dieta. El experimento se dividió en dos etapas; en la etapa de preiniciación (0 - 15 días posdestete) los animales fueron alimentados con una dieta basal, con 3.4 Mcal/kg de E.M., 22% de P.C., 1.8% de lisina y 16% de lactosa, y durante la etapa de iniciación (15 - 35 días posdestete) los cerdos consumieron una dieta balanceada a 3.25 Mcal/kg de E.M., 20.5% de P.C. y 1.2% de lisina. Las dietas de ambas etapas se dividieron en tratamiento control, control + 0.03 y control + 0.05% de acidificante en la etapa de preiniciación, aumentando a 0.3 y 0.5%, respectivamente durante la etapa de iniciación. Los animales fueron asignados en un diseño totalmente al azar; y a los datos obtenidos (ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento y conversión alimenticia) se les realizó un análisis de covarianza, utilizando el peso inicial como covariable. Se observó en el experimento que la adición al 0.05% de acidificante en la dieta mejoró ($P < 0.01$) un 21.98% la ganancia diaria de peso (GDP) sobre el grupo control (172 vs 141 g, respectivamente); sin embargo, en la etapa de iniciación este valor descendió a un 8.7% (362 vs 333 g, respectivamente). Los animales suplementados con 0.03% de acidificante tuvieron un detrimento del 2.83% ($P > 0.01$) en la GDP con respecto al control (137 vs 141 g, respectivamente). Al evaluar el efecto acumulativo de los grupos experimentales durante la etapa de crianza (preiniciación-iniciación), se observó que el grupo suplementado con los niveles de acidificante (0.05 - 0.5%) mostró un aumento ($P < 0.05$) del 11.3% en la GDP, con respecto al grupo control (285 vs 256 g, respectivamente). Los datos antes mencionados concluyen que el efecto de los acidificantes es más evidente en los primeros 15 días posdestete y que la respuesta va dependiendo del nivel de inclusión que se utilice en el alimento.

Introducción.

En los últimos años, la industria porcina ha disminuido gradualmente la edad al destete con la finalidad de maximizar la utilización de las instalaciones de maternidad, aumentar el número de lechones destetados por cerda al año (Friesen *et al.*, 1993; Svedsen y Svedsen, 1997); y erradicar enfermedades que son transmitidas de la madre a la cría (Dritz *et al.*, 1996ab). Sin embargo, el aparato digestivo de los lechones menores de 21 días de edad, presenta una inmadurez digestiva (Wang y Xu, 1996) que se traduce en una incapacidad para digerir los ingredientes utilizados convencionalmente en la alimentación de ésta especie (Sohn *et al.*, 1994a). Esta inmadurez se debe entre otras razones, a la pobre capacidad del cerdo recién destetado para producir enzimas pancreáticas e intestinales, así como a una baja producción de ácido clorhídrico (HCl) en el estómago (Manners, 1976; Easter, 1988, 1994). Debido a esto, el destete precoz ha ocasionado serias pérdidas económicas, consecuencia de la baja o nula ganancia de peso observada en los cerdos durante el periodo posdestete (Makkink *et al.*, 1994b). La adición de sustancias o aditivos que ayuden a la función digestiva en estos animales podría mejorar el rendimiento productivo durante ésta etapa, mejorando así la capacidad del cerdo joven para digerir y absorber nutrientes y por lo tanto, incrementar la ganancia de peso. Para mejorar la función enzimática a nivel estomacal se han utilizado a los acidificantes, los cuales ayudan a mantener un pH ácido en este órgano (Risley *et al.*, 1992). Diversos estudios han evaluado la capacidad de los acidificantes de origen orgánico (Giesting *et al.*, 1991b) e inorgánico (Kornegay *et al.*, 1994) para este fin; sin embargo, hay pocos reportes sobre la adición de la mezcla de ácidos orgánicos e inorgánicos en cerdos destetados precozmente, por lo que, el objetivo del presente estudio fue el de evaluar una combinación de acidificantes de origen orgánico e inorgánico en animales destetados precozmente

Destete Precoz.

Los lechones de manera natural son destetados por la madre entre la 8ª y 12ª semana de edad (Gómez y Cuarón, 1992), sin embargo, con la utilidad de ingredientes de alta calidad y más apropiados para los lechones, se pudo disminuir la edad al destete a tres semanas de vida (Sohn *et al.*, 1994b; Pluske, 1995), y más recientemente, es común observar destetes de menos de 18 días de edad (Becerra, 1998, Borbolla y Flores, 1997) A este tipo de destete se le ha llamado destete precoz (<21 días), que entre los años 80's y 90's se empezó a difundir y a desarrollar diferentes sistemas con respecto a este destete. Los sistemas más conocidos son el Segregated Early Weaning (SEW), el cual consiste en trasladar a los cerdos del área de maternidad a la zona de crecimiento sin medicación adicional (Yeske, 1995b) El Medicated Early Weaning (MEW) consiste en medicar tanto a la hembra como a los lechones (Alexander, 1980); posteriormente, se originó uno donde el lechón recibe medicamento antes de ser destetado y se vacuna a la cerda contra ciertas enfermedades, a este sistema se le llamo Modified Medicated Early Weaning (MMEW; Hanks, 1994). El sistema ISOWEAN™ (ISO = aislado y WEAN = destete) ofrece la ventaja de separar y aislar a los lechones en instalaciones, alejadas de las demás Todos estos sistemas ofrecen ventajas comunes al implementarlos en las granjas porcinas. Dentro de las principales ventajas son maximizar el uso de instalaciones de maternidad, disminuir los días en los que permanecen las cerdas en ésta área (Sohn *et al.*, 1994ab; Batista, 1997); aumentar el número de lechones destetados por cerda al año (Friesen *et al.*, 1993; Maxwell, 1996, Zijlstra *et al.*, 1996, Svedsen y Svedsen, 1997) al reducir el periodo de lactación (Ortiz *et al.*, 1998) e incrementar el estado sanitario de las granjas al disminuir la transmisión de enfermedades de la madre a la cría (Yeske, 1995a; Dritz *et al.*, 1996ab), siendo esto el objetivo prioritario del destete precoz (<21 días). El destete precoz además de ofrecernos estas ventajas, también tiene desventajas,

como la disminución en el consumo de alimento (Makkink *et al.*, 1994b), nula o negativa ganancia de peso (Friesen *et al.*, 1993), incremento en la presentación de diarreas (Nabuurs, 1995a), pobre producción de enzimas pancreáticas e intestinales (Cera *et al.*, 1988; 1990) y una débil secreción de ácido clorhídrico (Easter, 1988, 1994).

Desarrollo Enzimático.

El lechón al nacer se alimentará exclusivamente de leche, esta será aprovechada gracias a que él cuenta con un sistema enzimático específico para digerir y absorber los nutrientes de este alimento (Wilson y Leibholz, 1981; Makkink *et al.*, 1994b). Sin embargo, al estar altamente adaptado el lechón a la leche materna (Cranwell *et al.*, 1976; Wilson y Leibholz, 1981; Burnell *et al.*, 1988); esto acarreará consigo algunos problemas al momento del destete, por lo que el aparato digestivo es incapaz de digerir y absorber los nutrientes de las dietas que se utilizan de manera convencional para su alimentación en la etapa de crianza. Esta inmadurez digestiva se debe entre otras cosas a la pobre capacidad del cerdo recién destetado para producir enzimas pancreáticas (amilasas, proteasas y lipasa; Cera *et al.*, 1990), enzimas intestinales (maltasa y sacarasa, Cera *et al.*, 1988) y a una baja producción de ácido clorhídrico (Easter, 1988; 1994).

La lactosa es el principal azúcar de la leche (Berne y Matthew, 1992; Murray *et al.*, 1994; Ganong, 1996), que requiere de la enzima lactasa para ser digerida, enzima que posee concentraciones elevadas al momento del nacimiento (Klobasa *et al.*, 1989; Gómez y Cuarón, 1992). La concentración de ésta enzima declina con la edad hasta casi desaparecer en la vida adulta (Manners, 1976; Miller *et al.*, 1986; Patience y Thacker, 1989; Ganong, 1996; Fig. 1ab), su patrón de producción coincide con el de la producción láctea por parte de la cerda, la cual alcanza su máximo nivel alrededor de la 2ª y 3ª semana de lactancia (Pluske, 1995; Fig. 2),

momento en el cual declina rápidamente (Cera *et al.*, 1988, Gómez y Cuarón, 1992). Además de la lactasa, existen otras enzimas como la lipasa, amilasa y proteasas, que son secretadas por el páncreas y mucosa intestinal (Pasillé *et al.*, 1989; Jensen *et al.*, 1997). La concentración de estas enzimas incrementa conforme se aumente la concentración del sustrato (Shields *et al.*, 1980; Lindemann *et al.*, 1981, 1986; Kelly *et al.*, 1991; Valette *et al.*, 1992; Díaz, 1994; Makkink *et al.*, 1994ab), o dependiendo de la edad del cerdo (Lindemann *et al.*, 1981). En este sentido, se ha visto que la lipasa y amilasa incrementan sus niveles a la cuarta semana de vida (Lindemann *et al.*, 1981, 1986), y las proteasas entre la cuarta y sexta semana después del nacimiento. Otras enzimas importantes en la digestión de esta especie son la sucrosa y maltasa, en estas sus concentraciones tienden a elevarse entre el segundo y cuarto día después del destete (Chapple *et al.*, 1989)

El desarrollo del páncreas es importante, ya que, la producción enzimática de este órgano es indispensable para que el animal digiera los ingredientes contenidos en las dietas dadas después del destete y entre los cuales se encuentran a los almidones y proteínas de origen vegetal (Pasillé *et al.*, 1989). La secreción pancreática de tripsina y quimotripsina es débil al nacimiento, pero un marcado incremento ha sido demostrado a partir de la tercera semana (Díaz, 1994) y, además de estas enzimas se ha considerado la secreción de amilasa como indicador en la adaptación del lechón hacia una dieta rica en almidones (Shields *et al.*, 1980). Existen reportes que señalan que la producción de enzimas pancreáticas se incrementa con la adición de grasa en la dieta (Cera *et al.*, 1990), o por dietas que contengan diferentes tipos de proteínas, especialmente de origen vegetal (Valette *et al.*, 1992)

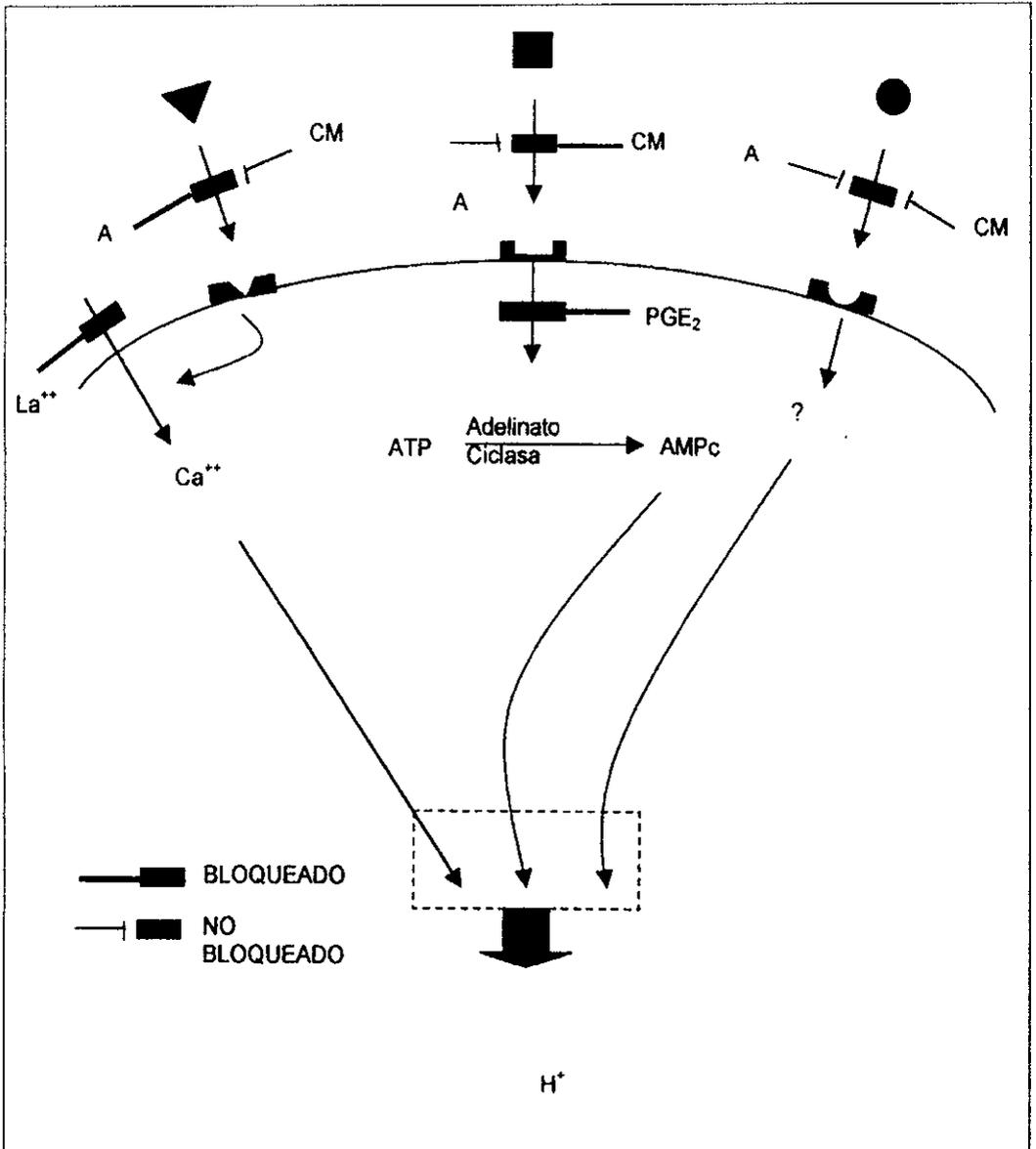
Producción de Ácido Clorhídrico (HCl).

Además de la deficiente producción enzimática, los cerdos jóvenes y principalmente los lactantes (Cranwell *et al.*, 1989; Xu *et al.*, 1990) presentan una baja producción de HCl, el cual es la principal secreción exocrina producida por las células parietales del estómago (Manners, 1976; Easter, 1988, 1944, Cranwell, 1995; Le Dividich, 1998). Una secreción adecuada de HCl se observa a las 4 – 5 semanas de vida (Low, 1990), esta secreción depende al igual que las enzimas, a la edad (Lindemann *et al.*, 1981) y a la cantidad y tipo de sustrato presente en el estómago del cerdo joven (Giesting *et al.*, 1991b; Valette *et al.*, 1992). El estómago es un órgano importante en el proceso digestivo, y es fundamental para el inicio de la digestión proteica (Fontaine, 1995). Anatómicamente, este órgano se divide en cuatro regiones (Moran, 1992; Moughan *et al.*, 1992), que son identificables macroscópicamente desde los 10 – 21 días de edad (Noakes, 1971). La región más grande de este órgano es la región fúndica y algunos reportes (Sangild, 1990) señalan que comprende el $73 \pm 4\%$ del total del estómago. Entre otras funciones, esta región se encarga de secretar HCl y varios precursores (proenzimas o zimógenos) de enzimas proteolíticas (Cranwell, 1995). La secreción de HCl se realiza en tres fases llamadas: cefálica, intestinal y gástrica (Low, 1990). La fase cefálica normalmente se desencadena por el aspecto visual, olor y sabor del alimento (Berne y Matthew, 1992); la fase gástrica se inicia por la presencia de alimento en el estómago, y la fase intestinal es estimulada por la presencia de péptidos y aminoácidos (Low, 1990). Cada una de estas fases necesita tener un mediador químico llamado secretagogo, que transmita el estímulo a las células para secretar HCl (Berne y Matthew, 1992). Entre los principales secretagogos se encuentran: la gastrina, acetilcolina e histamina, las cuales estimulan a través de las vías endocrina, neurocrina y paracrina (Norberg *et al.*, 1986). En la secreción clorhídrica, la fase gástrica es la más importante, ya que es la fase donde se

secreta la mayor cantidad de HCl (Walsh, 1988). Esta fase comienza con la presencia de alimento en el estómago (Lichtenberger, 1982), lo cual estimula la secreción de gastrina en el estómago (Low, 1990), que estimula la secreción de HCl por parte de las células parietales (Holst *et al.*, 1992; Xu *et al.*, 1996; Fig 1) La secreción de esta última hormona es estimulada principalmente con la digestión proteica (Berne y Matthew, 1992), y más específicamente con la presencia de aminoácidos como la fenilalanina y el triptófano que actúan de manera directa sobre las células G (Lichtenberger, 1982; Walsh, 1984; Ganong, 1996), las cuales son las encargadas de la producción de gastrina (Ganong, 1996).

La inhibición de la secreción gástrica ocurre en respuesta al ácido clorhídrico contenido en el estómago (Berne y Matthew, 1992). La presencia de ácido libre en la luz gástrica parece tener un efecto inhibitorio sobre las células G (Walsh, 1984), así como también la secretina. La secretina inhibe la liberación de gastrina por las células G y la respuesta de las células parietales a los secretagogos (Ganong, 1996).

Fig 1 Mecanismos mediante los cuales los secretagogos provocan la secreción de ácido por parte de las células parietales. También se muestra la acción de los agentes bloqueadores: atropina (A), cimetidina (CM), iones lantano (La^{++}) y prostanglandinas E_2 (GPE $_2$).



Efecto del Destete en el Lechón.

Un factor que influye de manera importante en el desarrollo fisiológico del aparato digestivo del lechón, es el destete (Robles, 1993). El destete es un estado crítico para cualquier mamífero (Flynn y Wu, 1997) y está caracterizado como un periodo de poco o negativo crecimiento (Williams, 1991; Friesen *et al.*, 1993). En el cerdo recién destetado, la separación abrupta de la madre ocasiona alteraciones en los aspectos psicológico, ambiental y nutricional (Radecki *et al.*, 1988; Funderburke y Seerley, 1990), los cuales en conjunto son referidos como el estrés al destete (Ravindran y Kornegay, 1993). El estrés psicológico es producido cuando el lechón es retirado de su madre y/o camada (Funderburke y Seerley, 1990), para después interaccionar con otros animales, con los que tiene que pelear para establecer un orden jerárquico (Gómez y Cuarón, 1992); en un medioambiente donde el hábitat y la temperatura son diferentes, originando así el estrés ambiental (Bolduan *et al.*, 1988). La temperatura baja provoca cambios en la estructura intestinal (Dauncey *et al.*, 1983), y reducción en la digestibilidad ileal (Jorgensen *et al.*, 1996). El cambio abrupto en la fuente de nutrientes, al pasar de una dieta líquida con temperatura y sabor diferente a la alimentación ofrecida después del destete, origina el estrés nutricional (Reis de Souza y Mariscal., 1997). El efecto conjunto de estos factores estresantes se manifiesta en un periodo de poco o negativo crecimiento (Williams, 1991, Friesen *et al.*, 1993) y con la presencia relativamente frecuente de diarreas (Nabuurs *et al.*, 1993). A la observación histológica del intestino delgado, se observa constantemente una disminución en el tamaño de las vellosidades (Miller *et al.*, 1986; Nabuurs *et al.*, 1995a), y de las criptas, localizadas principalmente en la región yeyunal de intestino delgado (De la Cruz, 1998). Estas alteraciones provocan una disminución en la capacidad de digestión (Sohn *et al.*, 1994a), y absorción de nutrientes (Sohn *et al.*, 1994b, Nabuurs *et al.*, 1995ab), que podrían ser los responsables de la baja ganancia de peso y diarreas mencionadas anteriormente. El

consumo de alimento en el área de maternidad es benéfico para una mejor adaptación del tracto digestivo del lechón hacia la dieta que consumirá al momento de destetarlo (Matthew *et al.*, 1994; Aherne *et al.*, 1995; Aumaitre *et al.*, 1995). En este sentido, Makkink *et al.* (1994b) mencionaron que hay bajo consumo en el periodo posterior al destete, debido al cambio de alimento; sin embargo, el lechón puede digerir fácilmente dietas que contengan productos lácteos, debiéndose principalmente al contenido de lactosa (Turlington *et al.*, 1989; Mahan *et al.*, 1993, Tokach *et al.*, 1995), pero el costo de este tipo de dietas es elevado comparado con las hechas a base de soya y sorgo ó soya y maíz (dietas simples). El rendimiento de los lechones alimentados con dietas complejas es mejor que los alimentados con dietas simples (Hansen *et al.*, 1993; Mahan *et al.*, 1993, Owen *et al.*, 1993); sin embargo, aún con el empleo de este tipo de dietas los lechones siguen consumiendo poco alimento en los primeros días posterior al destete. Algo que se ha hecho para tratar de minimizar los efectos del periodo postdestete, es que se han modificado las prácticas de alimentación para los cerdos durante este periodo. Dichas prácticas están encaminadas a incrementar el consumo de alimento, y disminuir los problemas asociados con la inmadurez digestiva de los cerdos destetados a menos de 21 días de edad. En este sentido, se ha implementado un programa de alimentación que provea al animal de pequeñas cantidades de alimento y de manera frecuente; llamado "poco y frecuente" (Bark *et al.*, 1986). Además de que se ha empezado a implementar la alimentación por fases en las granjas; este programa consiste en: fase I, la cual dura hasta que los animales alcanzan los 7 kilogramos de peso. La dieta en ésta fase incluye ingredientes considerados altamente nutritivos como, plasma porcino, sangre secada por aspersión y productos lácteos (leche en polvo, suero de leche, leche descremada), por lo cual la duración de ésta fase está limitada por su costo, esto obliga a utilizar la dieta por solo 7 días (Kats *et al.*, 1994c) ó hasta 14 días posdestete (Dritz *et al.*, 1993, Kats *et al.*, 1993, 1994a; Owen *et al.*,

1995). El objetivo de la primera fase, es el de lograr que el animal consuma más alimento en el período posterior al destete. La fase II empieza desde los 7 ó 14 días después del destete, durando ésta 15 días (Kats *et al.*, 1993; 1994bc; Owen *et al.*, 1995) ó hasta que alcance el animal 7-11 kilogramos de peso (Borbolla y Flores, 1997). Durante esta etapa el alimento es menos complejo y por lo mismo es menos costoso y por último tenemos la fase III, la cual se aplica de los 11-23 kilogramos (Borbolla y Flores, 1997) ó de los 21-42 días posdestete (Kats *et al.*, 1994c), en esta etapa los animales son alimentados con una dieta que tiende a ser simple.

Independiente del programa de alimentación que utilicemos para alimentar a los cerdos recién destetados, el punto más importante es la densidad de nutrientes que contengan la dieta. Dentro de estos nutrientes lo principal es el perfil de aminoácidos (Wilson y Leibholz, 1981), ya que se debe de cubrir de acuerdo a la edad y etapa de los animales. Debido a esto, los nutriólogos se apoyan generalmente en las tablas del N.R.C. (National Research Council); este organismo publica las cantidades de proteína, energía, aminoácidos, minerales y vitaminas que requieren los animales para su mejor explotación.

Figura 1a. Efecto de la edad sobre la concentración de enzimas en el lechón (Aumaitre y Corring, 1978).

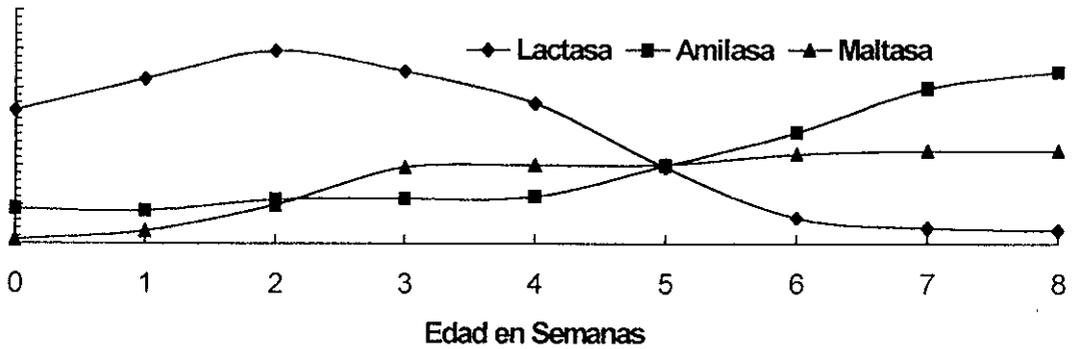


Figura 1b. Efecto de la edad sobre la concentración de enzimas en el lechón (Patience y Thacker, 1989)

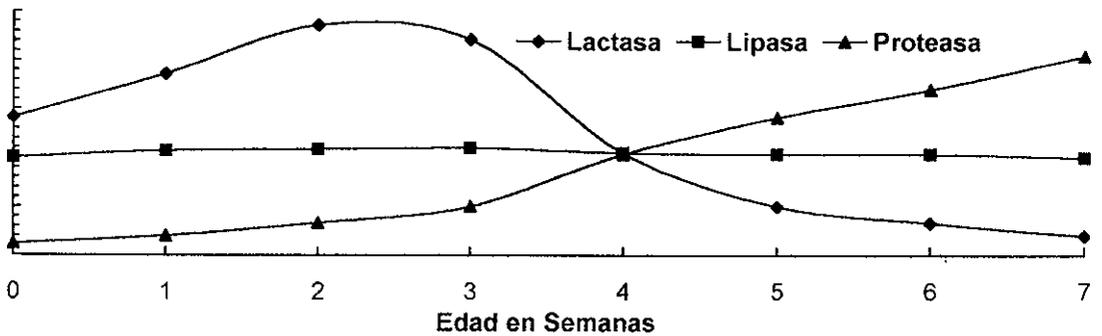
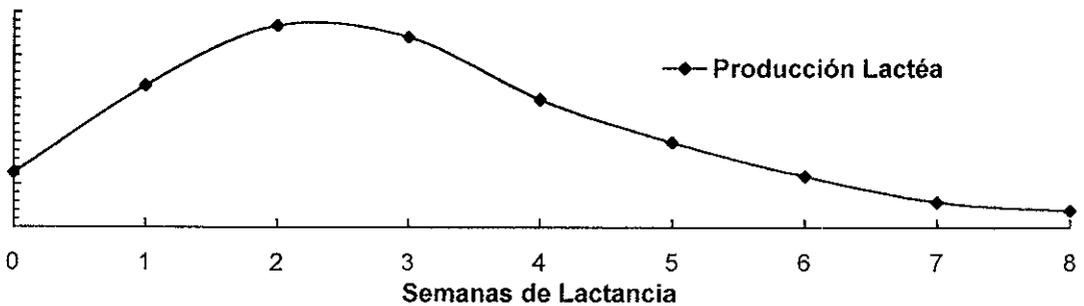


Figura 2. Efecto de la semana de lactancia sobre la producción láctea de la cerda (Patience y Thacker, 1989).



La Utilización de Acidificantes en las Dietas para Cerdos Destetados.

Los acidificantes son sustancias que se utilizan para la conservación de alimentos (Kirchgessner y Roth, 1982); sin embargo, el uso de estas sustancias para la alimentación animal se empezó a investigar en Europa, principalmente en Alemania. Los principales motivos que impulsaron a estos investigadores para incluirlos en las dietas de animales destetados fueron, que la maduración del aparato digestivo se debe en gran medida a la adecuada secreción de ácido clorhídrico, por parte de las células parietales del estómago y así propiciar un pH adecuado en este órgano. Easter, (1994) menciona que existen por lo menos dos razones para que el pH gástrico sea importante: 1. El pH ácido reduce la proliferidad de algunas enterobacterias como son E. coli y Salmonella sp., principales agentes que producen diarreas en el periodo posterior al destete y 2. Que es importante para la activación de los precursores de las proteasas (pepsinógeno), enzimas que ayudan a digerir de manera más completa la dieta que se ofrece durante la etapa de crianza y así reduce la probabilidad de desarrollar procesos diarreicos (Bolduan, 1988).

Dentro del grupo de aditivos existen los acidificantes, que son ácidos de origen orgánico e inorgánico; los ácidos orgánicos son principalmente el ácido fumárico, ácido fórmico, ácido cítrico, ácido propiónico, ácido málico y ácido tartárico, y del lado de los ácidos inorgánicos se encuentran las sales minerales, ácido clorhídrico y ácido fosfórico (Ravindran y Kornegay, 1993). La utilización del ácido fumárico y del ácido cítrico es la más difundida en el área de la nutrición animal. El principal efecto de los acidificantes es que descienden el pH de la dieta (Risley *et al.*, 1991; 1992; 1993) y que al mismo tiempo descienden el pH estomacal en el cerdo recién destetado (Kirchgessner y Roth, 1982; Giesting *et al.*, 1985; Risley *et al.* 1992). Este efecto contribuye a que haya una mejor actividad enzimática en el estómago, debido a que ésta es más eficiente cuando el pH estomacal se encuentra entre 2-3.5 (Radecki *et al.*, 1988). Esto justifica la adición de acidificantes en la dieta, sin pasar

por alto que el efecto de éstas sustancias depende del nivel de inclusión del acidificante, y a la capacidad amortiguadora de la dieta (Makkink *et al.*, 1994a, Eckel, 1997), ya que las dietas administradas de manera convencional a los cerdos durante la etapa de crianza son altamente amortiguadoras (Low, 1990). Esta característica del alimento se adjudica al alto contenido de productos y/o subproductos lácteos (Cranwell *et al.*, 1976; Manners, 1976; Bolduan *et al.*, 1988, Johnson, 1992ab) En una revisión realizada por Kirchgessner y Roth (1982), en la cual resumieron varios trabajos (Cuadro 1), concluyeron que la adición de ácidos orgánicos en la dieta mejora la ganancia de peso entre un 7 y 10% y la eficiencia alimenticia alrededor de un 4%. Estos investigadores hacen mención de que hay una mejora significativa en la digestibilidad del nitrógeno y la energía (2-3%). Las concentraciones utilizadas de ácido fumárico en los trabajos oscilaban entre el 0.5 y 4.0%, siendo el nivel óptimo de ácido fumárico alrededor del 1.5 y 2%. Se ha propuesto, que la utilización de acidificantes tiene mejor efecto en dietas simples que en dietas complejas (Stahly *et al.*, 1985; Burnell *et al.*, 1988). Giesting *et al.* (1985) montaron un experimento donde utilizaron 392 animales de 4 semanas de edad, alimentados con una dieta a base de maíz y soya con diferentes niveles de acidificantes (0, 1, 2, 3 y 4%) y proteína (14, 16 y 20%). Los resultados de este experimento fueron los siguientes: el incremento del nivel de proteína mejoró la ganancia diaria y la eficiencia alimenticia. La adición de ácido fumárico (2%) incrementó la utilización del alimento y mejoró la conversión alimenticia, esto también fue observado por Giesting *et al.* (1991a) en donde solo vieron una tendencia numérica a mejorar la conversión alimenticia (CA) durante las dos primeras semanas postdestete. En este experimento se usó un nivel de inclusión de ácido fumárico del 2 y 3%, mejorando la CA en un 21.4 y 25.6%, respectivamente en las dietas simples, sin embargo, aún con la adición de ácido fumárico solo se observó un incremento del 7.2 y 8.7% en las dietas que contenían productos lácteos.

Estos trabajos indican que los acidificantes mejoran la digestibilidad de dietas simples. Stahly *et al* (1985) reportaron algo similar, en donde se comparo una dieta simple vs una compleja

Falkowsky y Aherne (1984) realizaron un estudio con el objetivo de comparar los efectos de la adición de ácido fumárico (1 y 2%) y ácido cítrico (1 y 2%) en el alimento. El efecto se observo al evaluar el rendimiento de cerdos destetados a 28 días de edad, durante 4 semanas que duro el experimento. Los animales fueron alimentados con una dieta a base de cereal, harina de soya, leche descremada y harina de pescado. Los resultados obtenidos en este trabajo fueron los siguientes. La ganancia diaria de peso presentó una mejora del 4 al 7% y la eficiencia fue mejor aproximadamente un 5 – 10%, comparada con el grupo control y presentándose de forma lineal.

Burnell *et al.* (1988) adicionaron ácidos orgánicos al 0.5 y 1% en la dieta para lechones destetados a los 28 ± 2 días de edad, observando que la respuesta de estos se presento en forma lineal. La mejor respuesta de los animales se dio cuando adicionaron el 1% en el alimento.

Rodas *et al.* (1995) compararon un producto comercial llamado Syneracid, el cual consta de una mezcla de ácidos orgánicos e inorgánicos vs ácido fumárico. Los niveles de inclusión que se emplearon en el estudio fueron 0.35 y 2%, respectivamente en los primeros 15 días, el nivel de inclusión de esta mezcla disminuyó a 0.225 y 0.1% en un intervalo de dos semanas para cada nivel. El nivel de ácido fumárico permaneció igual durante toda la fase experimental. Los resultados demostraron que la ganancia de peso de los grupos suplementados con acidificantes fue mejor que el grupo alimentado con la dieta basal, esto fue en las dos primeras semanas del experimento. Esta mejora fue del 34% en el grupo suplementado con la mezcla de ácidos orgánicos e inorgánicos (Syneracid) y del 13% en el grupo suplementado con ácido fumárico

Por lo anterior expuesto, la adición de acidificantes en la dieta para lechones recién destetados es mejor que cuando no se adicionan. Sin embargo, el nivel de inclusión de acidificante que se necesita para que los animales presenten una respuesta positiva no está bien determinado aún

Tabla 1 Resumen de datos publicados sobre los efectos de la suplementación de ácido fumárico sobre el desempeño de lechones destetados y cerdos en crecimiento (Grupo control = 100)

Exp. No.	Peso kg.	Animales/ Grupo	Ácido fumárico	Peso final	Ganancia diaria	Consumo alimento	Alimento/ kg ganado
1	8 – 25	9	0.5	94.10	91.6	90.9 ^a	98.1
		10	1.0	98.90	100	96.9	96.2
		9	2.0	107.50	111.6 ^a	105.2	93.0 ^a
		10	4.0	102.0	103.8	99.3	94.9 ^a
2	5 – 23	8	1.5	109.3	111.2	111.4	100.6
		8	2.0	106.3	109.7	106.0	96.3
		8	2.5	100.1	100.5	98.0	96.9
3	5 – 16	8	1.5	102.7	105.4	98.6	93.6 ^a
		8	b	100.9	101.3	105.8	104.5
		8	1.5 ^b	106.2	110.5	101.4	91.8 ^a
4	7 – 20 ^b	74	1.0	102.1	107.4 ^a	105.4	102.2
		74	1.5	106.4	112.6 ^a	106.4	96.1
5	18 – 95	9	0.6	102.3	103.2	101.3	98.2
		10	1.2	103.9 ^a	104.8 ^a	101.3	96.6
		9	1.8	105.2 ^a	106.7 ^a	102.3	95.7
		10	2.4	104.2 ^a	105.5 ^a	101.8	96.4

^a Diferencia significativa a $P < 0.05$ en los grupos controles.

Experimento No. 1 grupo control: 560 g G.D.P., 859 g C.D.A., 1.56 C.A.

Experimento No. 2 grupo control: 403 g G.D.P., 647 g C.D.A., 1.61 C.A.

Experimento No. 3 grupo control: 314 g G.D.P., 691 g C.D.A., 2.20 C.A.

Experimento No. 4 grupo control: 325 g G.D.P., 591 g C.D.A., 1.79 C.A.

Experimento No. 5 grupo control: 729 g G.D.P., 1915 g C.D.A., 2.63 C.A.

^b Todos los grupos fueron suplementados con 40mg Tilosina/kg de alimento.

Justificación

La eficiencia de nuestros socios comerciales para producir carne de cerdo, y la cada vez mayor demanda de alimentos de origen animal por parte de la población de nuestro país, ha obligado a la industria porcícola nacional a implementar diversas estrategias de manejo para incrementar el número de animales producido por explotación. Entre las principales estrategias se encuentra el destete precoz, el cual además de aumentar el número de lechones producidos por cerda, tiene entre sus objetivos, el de eficientar el uso de las instalaciones de maternidad y disminuir el desgaste de la cerda durante la lactancia. Sin embargo, la baja madurez digestiva que presentan los cerdos destetados a menos de 21 días de edad, ha ocasionado serias pérdidas económicas debido a la baja o nula ganancia de peso durante el periodo inmediatamente posterior al destete y/o a la presencia de diarreas que al complicarse con procesos infecciosos, ponen en riesgo la sobrevivencia de este animal. Entre los factores que contribuyen a la inmadurez digestiva del cerdo joven se encuentra la pobre capacidad para secretar ácido clorhídrico y así mantener un pH adecuado en el estómago, favoreciendo así la adecuada actividad enzimática en este órgano. La adición de acidificantes en las dietas de cerdos recién destetados ayudará a mantener el pH necesario en el estómago, minimizando los efectos del destete precoz y contribuyendo con esto a disminuir la baja productividad y mortalidad en esta especie

Objetivo General.

Evaluar el efecto de la adición de acidificantes en la dieta, sobre la respuesta productiva durante la etapa de crianza de lechones destetados precozmente

Objetivos Especificos

Evaluar el efecto de la adición de una mezcla de ácidos orgánicos e inorgánicos en la dieta para cerdos destetados precozmente.

Evaluar el efecto de la adición de acidificantes en la dieta, a una inclusión de 0.03 y 0.05%, en cerdos de 15 ± 1 días de edad y aumentando estos niveles a 0.3 y 0.5% a los 29 ± 1 días de edad, hasta la séptima semana de vida..

Hipótesis.

La inclusión de una mezcla de ácido cítrico, tártaro, málico (ácidos orgánicos) y fosfórico (ácidos inorgánico) en la dieta, mejorará los parámetros productivos de los lechones destetados a los 15 ± 1 días de edad e incrementará está, conforme aumente la concentración de acidificante

Materiales y Métodos.

Localización El presente estudio se efectuó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensionismo en Producción (C.E.I.E.P.P.) que está ubicado en la carretera Jilotepec - Corrales Km 2 en el Estado de México. Dicho poblado se ubica a los 99° 31'25" de longitud oeste y 19° 57'13" de latitud norte. Su altura sobre el nivel del mar es de 2250 metros, el clima de la región es frío, templado en verano (CW₂) En invierno presenta algunos periodos extremadamente fríos y la temperatura media varía entre los 12 y 24° C, iniciándose las primeras heladas en octubre y prolongándose hasta marzo. El régimen de lluvias comprende de junio a septiembre y el promedio de precipitación pluvial es de 608 mm.

Animales. Se utilizaron 96 lechones de un cruzamiento rotatorio Pietrain x Duroc x Landrace, los cuales fueron separados de su madre a los 15 ± 1 días de edad, con un peso promedio de 4.5 ± 1 Kg. Al momento del destete, los credos fueron alojados en la sala de crianza como se describe en la sección de instalaciones. En este lugar se les aplicó el siguiente calendario de vacunación. 1ª semana, vacuna vs micoplasmosis, 2ª semana, vacuna vs actinobacilosis, 3ª semana, refuerzo vs micoplasmosis, 4ª semana refuerzo vs actinobacilosis, y la ultima semana vacuna vs Fiebre porcina clásica.

Tratamientos A su llegada a la sala de crianza, los animales fueron asignados al azar en tres tratamientos experimentales distribuidos en un diseño totalmente al azar, de acuerdo al peso. Los tratamientos consistieron en la inclusión de diferentes niveles de un acidificante comercial^ψ, la cual está formada por la mezcla de ácido cítrico, tártaro, málico (ácidos orgánicos) y ácido fosfórico (ácido

^ψ Syneracid, Anglo Corp S. A. de C.V., México.

inorgánico), los cuales tienen una constante de disociación entre 1.9 y 3.08 pK's (Cuadro 1). Los cerdos asignados al grupo control (C) recibieron una dieta formulada para cubrir los requerimientos establecidos por el N.R.C. (1988), para animales de esta edad y peso (Cuadro 1). Los animales de los otros dos grupos experimentales recibieron además de los ingredientes de la dieta que se dio al grupo control, dietas con dosis de 0.03 y 0.05% de acidificante. La administración de estas dietas se prolongó hasta los 14 días posteriores al destete (29 días de edad), momento en el cual se incrementó el nivel de la sustancia acidificante a 0.3 y 0.5%, respectivamente. Esta nueva inclusión de acidificante se proporcionó por tres semanas más, hasta la terminación del período experimental (50 días de edad, Cuadro 1). Cada tratamiento tuvo 4 repeticiones (N=8 animales x repetición), cada repetición fue un corral. Los animales se pesaron al final de cada semana, utilizando una báscula digital (Mosdal Feed Carts, model RS-3072-ST, Broadview, MT 59015).

Instalaciones. Los animales destetados fueron trasladados a una sala de crianza, la cual cuenta con 12 corraletas distribuidas en dos hileras (6 jaulas x hilera), fabricadas con acero inoxidable y piso de alambre entrelazado. En cada corraleta había una lechonera de madera (0.09 m de ancho x 0.60 m de largo y 0.57 m de alto), un comedero de tipo tolva con seis bocas, un bebedero automático y con capacidad para alojar a 8 lechones. La sala de crianza cuenta con un recubrimiento de poliuretano en el techo el cual permite una variación de temperatura de $\pm 7^{\circ} \text{C}$ entre el día y la noche. La ventilación de la sala es de tipo natural. A los cerdos destetados se les proporcionó calor suplementario por medio de dos focos de 150 y 200 watts colocados en una jaula. Estos focos se mantuvieron encendidos permanentemente durante las primeras tres semanas del período experimental.

Alimentación En las cinco semanas que duró el experimento, el agua y el alimento se ofrecieron ad libitum. El alimento se proporcionó a intervalos de 6 horas en las primeras dos semanas, cada 8 horas en las siguientes dos semanas y cada 12 horas en la última semana de estancia en el área de crianza. Dicho programa de *alimentación se realizó de esta manera para que todos los animales consumieran alimento fresco y para evitar que se sobrecargue el aparato digestivo del cerdo, con la finalidad de que el aparato digestivo se adapte a la dieta.* El cambio de una dieta a otra (preiniciación a iniciación) se hizo de manera paulatina y de la siguiente manera. En los dos primeros días de la tercera semana de estancia en el área de crianza se dio el 75% de preiniciación – 25% de iniciación, los siguientes dos días se dio 50% de preiniciación - 50% de iniciación. El porcentaje del alimento de preiniciación descendió a 25%, elevándose el alimento de iniciación a 75%, durante el 5° y 6° días. Por último, en el 7° día se ofreció el 100% del alimento de iniciación a todos los cerdos. Todas las dietas que se usaron para el diseño experimental fueron isoproteicas, isoenergéticas e isolisínicas (Cuadro 2).

Análisis Estadístico. Para evaluar el efecto del acidificante sobre los parámetros productivos de los cerdos se cuantificaron las siguientes variables de respuesta: Consumo diario de alimento (CDA), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA). Todas estas variables fueron tomadas semanalmente.

Las variables se analizaron mediante el análisis de covarianza, utilizando el peso inicial como covarianza (Steel y Torrie, 1984).

El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta (X_i - \bar{X}) + \varepsilon_{(ij)k}$$

Donde

Y_{ijk} = Es la ijk 'ésima variable de respuesta (GDP, CDA, CA).

μ = Media poblacional.

τ_i = Efecto del i 'ésimo tratamiento $1 < i < 3$.

β = Efecto del peso inicial de j 'ésimo lechón, en el i 'ésimo tratamiento

ε_k = Error experimental.

Cuadro 1 Nivel del pK de cada uno de los ácidos empleados en el diseño experimental (Brown, 1995).

Ácido	Tipo de Ácido	Fórmula Semidesarrollada	pK ₁	pK ₂
Ácido Cítrico	Orgánico	(COOC) CH ₂ -2C (OH) COOH	3.08	4.74
Ácido Tártaro	Orgánico	HOOC (CHOH) ₂ COOH	2.98	4.34
Ácido Málico	Orgánico	H ₂ 2CO (CHOH) COOH	1.90	6.50
Ácido Fosfórico	Inorgánico	H ₃ PO ₄	2.15	7.10

Cuadro 2. Composición de las dietas experimentales.

Ingredientes, %	Tratamientos					
	Preiniciación ¹			Iniciación		
Acidificante	0	0.03	0.05	0	0.3	0.5
Sorgo	45.22	45.155	45.155	61.53	60.83	60.37
Suero de leche deshidratado	21.33	21.33	21.33	0	0	0
Aceite	7.21	7.23	7.255	3.17	3.43	3.60
Pasta de soya	6	6	6	31.76	31.89	31.98
Harina de pescado	5.78	5.785	5.79	0	0	0
Concentrado de soya	5	5	5	0	0	0
Plasma porcino	5	5	5	0	0	0
Fosfatos	1.13	1.135	1.135	1.29	1.30	1.30
Carbamatos	0.93	0.925	0.925	0.96	0.96	0.96
Lisina	0.445	0.445	0.445	0.19	0.19	0.19
Oxido de zinc	0.40	0.40	0.40	0	0	0
Cloruro de sodio	0.36	0.36	0.36	0	0	0
Treonina	0.275	0.275	0.275	0.18	0.18	0.18
Vitaminas	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Metionina	0.175	0.175	0.175	0	0	0
Minerales	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Triptosyne 70	0	0	0	0.10	0.10	0.10
Triptófano	0.145	0.145	0.145	0	0	0
Cloruro de colina	0.075	0.075	0.075	0.06	0.06	0.06
Carbadox	0.05	0.05	0.05	0	0	0
Tylan	0.05	0.05	0.05	0	0	0
EM, Mcal/kg		3.4			3.25	
PC; %		22.0			20.50	
Lisina, %		1.8			1.20	

¹ La etapa de preiniciación duro 0 – 15 días postdestete y la etapa de iniciación duro de 15 – 35 días postdestete.

Resultados

Los valores de los parámetros productivos obtenidos de los cerdos destetados, los cuales fueron suplementados con diferentes niveles de inclusión de acidificante, se muestran en el cuadro 1 y 2 y figura 1 y 2

Consumo Diario de Alimento (CDA). En el presente estudio, la cantidad de alimento consumido por los cerdos en las dietas control, bajo y alto nivel de acidificante se presenta en la cuadro 1 y figura 1. Durante la etapa de preiniciación (0 – 15 días posdestete), se observó que el grupo de cerdos suplementados con el nivel de 0.05% de acidificante consumieron más alimento ($P < 0.05$) que los cerdos del grupo control (215 vs 195, respectivamente) y este fue mejor ($P > 0.01$) con respecto al grupo suplementado con 0.03% de acidificante (182 y 195 g, respectivamente). Cuando ésta variable fue comparada entre los grupos que recibían acidificante (0.03 y 0.05%), la diferencia entre ambos (215 vs 182 g, respectivamente) fue altamente significativa ($P < 0.0001$). Durante la etapa de iniciación (15 – 35 días posdestete), el CDA no presentó diferencia estadística ($P > 0.05$) entre los grupos que tenían adicionado acidificante, sin embargo, se observó en el grupo suplementado con el nivel alto de acidificante (0.5%), durante esta etapa tuvo un consumo mayor ($P > 0.05$), respecto al grupo que recibió el nivel bajo de acidificante (0.3%) y a los cerdos del grupo control (653, 641 vs 630 g, respectivamente).

Ganancia Diaria de Peso (GDP). La GDP obtenida con los diferentes tratamientos experimentales durante ambas etapas del estudio se presenta en la cuadro 1 y figura 1. En la etapa de preiniciación, los cerdos que recibieron el nivel alto de acidificante (0.05%) ganaron ($P < 0.01$) 21.98% más peso que los cerdos del grupo control (172 vs 141 g, respectivamente). Contrariamente, los animales

suplementados con 0.03% de acidificante durante esta etapa, tuvieron una GDP del 20.3% ($P < 0.01$) y 2.8% ($P > 0.05$) inferior a lo observado con el grupo alto en acidificante y el grupo control (137 vs 172 y 141 g, respectivamente). Durante la etapa de iniciación, la GDP de los cerdos en cada grupo experimental, no se vio alterada por la presencia o no de acidificante. Sin embargo, los cerdos que recibían 0.5% de esta sustancia en la dieta, ganaron 8.7% más peso que los cerdos del grupo control (362 vs 333 g, respectivamente). En los cerdos suplementados con 0.3% de acidificante, la ganancia de peso fue no significativa respecto al grupo control y al suplementado con 0.5% de acidificante (322 vs 333 y 362 g, respectivamente).

Conversión Alimenticia (CA). La eficiencia con la que los cerdos de los grupos experimentales convirtieron el alimento consumido en unidades de tejido depositado se muestra en el cuadro 1. Independientemente de la etapa (preiniciación – iniciación), la inclusión de acidificante en la dieta no afectó ($P > 0.05$) la conversión alimenticia. Sin embargo, los cerdos que recibieron el nivel alto de acidificante (0.05%) durante la etapa de preiniciación, obtuvieron una mejora del 8.75% en este parámetro respecto a los animales del grupo control (1.25 vs 1.37, respectivamente). A diferencia del CDA y GDP, la conversión alimenticia de los cerdos suplementados con 0.03% de acidificante (etapa de preiniciación) fue mejor ($P > 0.05$) que la del grupo control (1.33 vs 1.37, respectivamente). En la etapa de iniciación, los animales que recibieron 0.5% de acidificante (alta) mantuvieron la tendencia de la etapa anterior, teniendo la mejor ($P > 0.05$) conversión alimenticia que el grupo con dosis baja (0.3%) y el grupo control (1.80 vs 1.98 y 1.89, respectivamente). Contrario a lo observado en la etapa de preiniciación, la CA de los cerdos que recibieron 0.3% de acidificante, fue superior ($P > 0.05$) que la de los animales del grupo control (1.98 vs 1.89, respectivamente).

Desempeño Productivo en la Etapa de Crianza Al considerar ambas etapas (preiniciación – iniciación), la adición de acidificantes a niveles de 0.05 – 0.5%, incrementó ($P < 0.05$) un 4.83% el consumo diario de alimento, respecto al control (477 vs 455 g, respectivamente) y un 11.32% de aumento ($P < 0.05$) en la ganancia diaria de peso, con respecto al grupo de acidificante (285 vs 256 g, respectivamente) (Cuadro 2, Fig 2). Los animales que recibieron 0.03 – 0.3% de acidificante en la etapa de preiniciación e iniciación respectivamente, presentaron al final del experimento una ganancia de tan solo 0.44% con respecto al grupo carente de acidificante (455 vs 457 g, respectivamente) y un detrimento ($P > 0.05$) del 3.51% en la GDP, respecto al grupo control (247 vs 256 g, respectivamente). Sin embargo, entre ambos grupos suplementados con acidificante hubo diferencia ($P < 0.01$), manifestando de esta manera que el desempeño podría estar influenciado por el nivel de acidificante.

Cuadro 1. Efecto de la inclusión de acidificante en la dieta de preiniciación, y de iniciación sobre los parámetros productivos en cerdos destetados precozmente¹

	Dietas					
	Preiniciación ²			Iniciación		
Acidificante, %	0	0.03	0.05	0	0.3	0.5
N	20	20	20	20	20	20
CDA ³ , g ⁴	195 ± 0.047 ^a	182 ± 0.041 ^b	215 ± 0.049 ^c	630 ± 0.030	641 ± 0.045	653 ± 0.044
GDP, g	141 ± 0.023 ^d	137 ± 0.029 ^d	172 ± 0.033 ^e	333 ± 0.018	322 ± 0.019	362 ± 0.027
CA	1.37 ± 0.015	1.33 ± 0.033	1.25 ± 0.009	1.89 ± 0.013	1.98 ± 0.018	1.80 ± 0.012

¹ Animales destetados a los 15 ± 1 días de edad y un peso promedio de 4.5 ± 1 kg.

² La etapa de preiniciación duró de los 0 – 15 días posdestete y la de iniciación de los 15 – 35 días posdestete.

³ Las siglas CDA, GDP y CA significan: consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia

⁴ El valor representa la media ± error estándar.

^{ca} Diferentes literales en el mismo renglón muestra diferencia estadística (P<0.05).

^{ed} Diferentes literales en el mismo renglón muestra diferencia estadística (P<0.01)

Cuadro 2. Efecto de la inclusión de acidificante en la dieta a diferentes niveles durante la etapa de crianza (preiniciación – iniciación)

	Tratamientos		
	0	0.03 – 0.3	0.05 – 0.5
N	32	32	32
CDA ³ , g ²	455 ± 0.056	457 ± 0.060	477 ± 0.058
GDP, g	256 ± 0.025 ^a	247 ± 0.026 ^a	285 ± 0.029 ^b
CA	1.76 ± 0.011	1.84 ± 0.115	1.67 ± 0.011

¹ El valor representa la media ± error estándar.

² Nivel de inclusión de acidificante en la dieta de preiniciación e iniciación de cada grupo experimental, 0.03 – 0.3 y 0.05 – 0.5% de acidificante respectivamente

³ Las siglas CDA, GDP y CA significan: consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia.

^{ba} Diferentes literales en el mismo renglón muestra diferencia estadística (P<0.05).

Discusión

Kirchgessner y Roth (1982) reportaron que la adición del 1 ó 2% de ácido fumárico en la dieta, incrementa el consumo de alimento y más recientemente otros investigadores han apoyado esto. Giesting *et al* (1991a) compararon la adición de 0, 2 y 3% de ácido fumárico (AF) en dietas a base de maíz y soya en animales suplementados a 28 días de edad, en donde obtuvieron un mejor desempeño en los animales suplementados con 3% de AF, comparados con el grupo control y el suplementado con 2% de AF. Este efecto se observó en las dos primeras semanas del experimento. Además de que nuestros datos fueron similares a los observados por Giesting *et al* (1991a), en donde indicaron que el mejor efecto se obtiene durante las primeras dos semanas posdestete, así como con los datos reportados por Krause *et al* (1994) En este experimento se observó un incremento significativo en el consumo de alimento cuando adicionaron 2.5% de AF + 2.3% de Bicarbonato de sodio (NaHCO_3) en animales de 28 días de edad. Sin embargo, en investigaciones realizadas en los 80's (Falkowsky y Aherne, 1984; Henry *et al.*, 1985, Burnell *et al.*, 1988), donde utilizaron animales de más días de edad, esto al compararlos con la edad promedio de los animales utilizados en nuestra investigación. En estas investigaciones se observó un detrimento en el consumo de alimento no significativo, sin embargo, Giesting y Easter (1985) observaron una depresión significativa en el consumo de alimento y más recientemente Risley *et al.* (1991) reportaron un bajo consumo de alimento en cerdos destetados a 25 días de edad, suplementados con 1.5% de AF y ácido cítrico (AC). Esta información concuerda con los resultados obtenidos en los animales suplementados con 0.03% de acidificante (preiniciación).

La ganancia diaria de peso suplementados con 0.05% (preiniciación) fue mejor al compararla con el grupo carente de acidificante, esta información coincide con estudios realizados por otros investigadores (Stahly *et al* , 1985; Burnell *et al.*, 1988;

Radecki *et al.*, 1988, Giesting *et al.*, 1991a; Krause *et al.*, 1994; Rodas *et al.*, 1995); sin embargo, al igual que los reportados sobre el consumo de alimento, estos fueron de animales con edades superiores a los utilizados en nuestro diseño experimental. Un ejemplo claro es Giesting *et al.* (1991a), en donde utilizaron animales que tenían un promedio de 30 ± 3 días de edad. En este experimento se observó que la adición de acidificantes en la dieta mejora la respuesta productiva de los cerdos en los primeros quince días postdestete. Contrariamente el grupo experimental suplementado con 0.035 d acidificante no mostró efectos positivos, como el suplementado con 0.05% de acidificante. Al momento de evaluar el efecto en forma conjunta de ambas etapas se observó que el grupo experimental suplementado con 0.03 – 0.3% de acidificante (etapa de preiniciación e iniciación, respectivamente) no mostró efectos positivos sobre la ganancia de peso, pero sí hubo diferencia estadística entre los grupos experimentales suplementados con 0.03 – 0.3 vs 0.05 – 0.5% de acidificante. Alguna razón, por lo que los animales de este grupo experimental no mejoraron sus parámetros productivos con la adición de acidificante en la dieta, es desconocida. Sin embargo, Risley *et al.* (1992) reportaron que la utilización de AF y AC al 1.5% no mejoró el crecimiento en animales en crianza. Factores como el nivel de inclusión de acidificante, la capacidad amortiguadora del alimento para que haya una disminución del pH de la dieta y estomacal (Low, 1990, Eckel, 1997), entre otros factores influyeron en la respuesta de estos animales. Posiblemente, algunos factores o la combinación de ellos propician la falta de respuesta observada en el grupo suplementado con 0.03 y 0.3% de acidificante. Uno de los parámetros productivos más importantes en la producción es la conversión alimenticia, la cual es la relación de los kilogramos de alimento consumidos por el animal, que son necesarios para producir un kilogramo de carne. La conversión alimenticia presentó una tendencia numérica positiva del grupo suplementado con el nivel más alto de inclusión de acidificante (0.05 – 0.5%), dando

resultados parecidos a los obtenidos por Stahly *et al.* (1985) y Radecki *et al.* (1988), esto puede deberse a los factores mencionados anteriormente. Sin embargo, el grupo adicionado con 0.03 y 0.3% de acidificante en la etapa de preiniciación e iniciación, respectivamente, mostró una tendencia numérica positiva en la etapa de preiniciación y negativa en la etapa de iniciación; esto puede deberse a la insuficiente acidez presente en el tracto gastrointestinal, ya que esto se considera como un factor limitante en cerdos destetados que son alimentados con dietas a base de proteínas de origen vegetal. Los resultados antes mencionados concuerdan a los observados por Stahly *et al.* (1985) y Radecki *et al.* (1988). Straw *et al.* (1991) observaron una correlación positiva entre el pH estomacal y conversión alimenticia, donde a un bajo pH hay una mejor conversión alimenticia. Sin embargo, varios estudios han especulado que la adición de acidificantes en la dieta propicia un pH ácido en el estómago (Giesting *et al.*, 1985; Risley *et al.*, 1992) y de ésta manera los acidificantes ayudan a aumentar la digestibilidad de los nutrientes de la dieta (Roth *et al.*, 1991). Este efecto fisicoquímico ayuda a la activación del pepsinógeno (Radecki *et al.*, 1988), que a su vez incrementa la actividad proteolítica de la pepsina (Burnell *et al.*, 1988); incrementando de ésta manera la digestibilidad de la materia seca en un 5% (Giesting *et al.*, 1991b), un 2 – 3% la energía (Kirchgessner y Roth, 1982) y el nitrógeno en un 2% (Giesting *et al.*, 1991b; Thacker *et al.*, 1992). Lo anterior podría explicar los valores en la conversión alimenticia observada en los animales que recibieron la más alta concentración de acidificante en la etapa de preiniciación.

Conclusiones.

Los resultados que se obtuvieron en el presente estudio indican, que el efecto de la inclusión de acidificantes en la dieta es más evidente en las primeras dos semanas posdestete, y que también la respuesta de los lechones va dependiendo del nivel de inclusión que se utilice de acidificante en la dieta

Literatura Citada.

1. Aherne, F., Hogberg, M.H., Kornegay, E.T. y G. Schurson 1992. *Management and nutrition of the newly weaned pig*. Pork Industry Handbook. PIH-31. Coop. Ext. Serv., Purdue Univ., West Lafayette, IN
2. Alexander, T.J.L y K. Thornton 1980. *Medicated early weaning to obtain pigs free from pathogens endemic in the herd origin*. Veterinary Record 106:8-12
3. Aumaitre, A. y T. Corring. 1978. *Development of digestive enzymes in the piglets from birth to 8 weeks*. In: Nutritional Metabolism. 22:213-255
4. Aumaitre, A y Peiniau J. Y F. Made 1995. *Digestive adaptation after weaning and nutritional consequences in the piglet*. Pig News Inf 16:73-79
5. Bark, L.J., Crenshaw, T.D, Laibberandt, V.D. 1986. *The effect of meal intervals and weaning on feed intake of early weaned pig*. J Anim. Sci., 62:1223-1239.
6. Batista, L. 1997. *Alimentación del lechón en destete temprano*. Seminario sobre actualidades del "destete temprano". LAPISA, Julio. 25 y 26. Pp 3-7
7. Berne, R.M. y N.L. Matthew. 1992. *Fisiología*. 1th ed Mosby/Doyma.
8. Becerra, F.A. 1998. *Comportamiento productivo del destete temprano y granjas de 3 sitios*. 3^a Jornada Internacional en Producción Porcina Abril 2-4. Pp. 120-122.
9. Bolduan, G., Jung, H., Schanabel E. y R. Schneider. 1988. *Recent advances in the nutrition of weaner pigs*. Pig News Inf. 9:383-385.
10. Borbolla, A.G. y Flores, G.A 1997. *Alimentación del lechón en destete temprano*. Seminario sobre actualidades del "destete temprano" LAPISA, Julio.25 y 26.
11. Burnell, T.W., Cromwell, G.L. y T.S. Stahly 1988. *Effects of dried whey and copper sulfate on the growth responses to organic acid in diets for weaning pig*. J. Anim. Sci. 66:1100-1108.
12. Brown, W.H. 1995. *Organic chemistry*. Saunders College Publishing. U.S.A.
13. Cera, K.R., Mahan, D.C. y R.F. Cross. 1988. *Effect of age, weaning and postweaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine*. J. Anim. Sci. 66:574-584.
14. Cera, K.R., Mahan, D.C. y G.A. Reinhart. 1990. *Effect of weaning, week postweaning and diet composition on pancreatic and small intestinal luminal lipase response in young swine*. J Anim. Sci 68:384-391.
15. Chapple, R., Cuarón, J.A. y R.A. Easter. 1989. *Temporal changes in carbohydrate digestive capacity and growth rate of piglets in response to glucocorticoid administration and weaning age*. J. Anim. Sci. 67:2985-2995.

- 16 Cranwell, P.D. 1995. Development of the neonatal gut and enzyme systems The neonatal pig development and survival. *Cab International* Pp. 99-154.
- 17 Cranwell, P.D., Noakes, D.E. y K.J. Hill 1976. Gastric secretion and fermentation in the suckling pig. *Br. J. Nutr* 36:71-86.
18. Cranwell, P.D. y P.J. Moughan. 1989. *Biological limitations imposed by digestive system to the growth performance of weaned pigs*, In Barnett J.L., Hennesy D.P. (eds): *Manipulating Pig Production II*. Victoria, Australasian Pig Science Association. Pp. 140-159.
- 19 Dauncey, M.J., Ingram, D.L., James, P.S y M.W. Smith 1983. Modification by diet and enviromental temperature of enterocyte function in the piglet intestine *J Physiol*. Pp. 341:441-452.
20. De la Cruz, A., Mendoza, R., Villar, G., Avila, E. y G. Borbolla 1998 Efecto de la L-Glutamina sobre la integridad intetinal de los cerdos destetados precozmente. XXXIII Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en Cerdos. Guanajuato. Agosto: 12-16 Pp. 29-31.
- 21 Díaz, M. 1994. Efecto de la suplementación con proteínas de leche o pescado hidrolizado enzimáticamente en dietas para lechones durante lactancia y la iniciación. *Porcira* Vol. 4, No. 4. Marzo 47-58.
22. Dritz, S.S., Chengappa, M.M., Nelssen, L.J., Tokach, D.M., Goodband, R.D., Nieffell, C.J. y J.J. Staats. 1996a. Growth and microbial flora of nonmedicated, segregated, early weaned pigs from and commercial swine operation. *J. Anim. Vet Med. Assoc.* 208:711.
- 23 Dritz, S.S., Nelssen, L.J., Tokach, D.M., Goodband, R.D., Owen, K.Q., Kats, L.J. y B.T. Richert. 1993. Optimal dietary sequence in a phase feeding program for early weaned (9 ± 1 d) pigs. *J Anim. Sci. (Suppl. 1)* 71 (Abstr.)
- 24 Dritz, S.S., Owen, K.Q., Nelssen, L.J., Goodman, R.D. y D.M. Tokach. 1996b. Influence of weaning age and nursery diet complexity on growth performance and carcass characteristics and composition of high-health status pigs from weaning to 109 kilograms. *J Anim Sci.* 74:2975-2984.
25. Easter, R.A 1988 Acidification of diets for pigs. In: W. Haresing y D.J.A. Cole (Ed.). *Recent advances in animal nutrition*. Butterworths, London
- 26 Easter, R.A. 1994. Papel de la acidificación en la cría de los cerdos. Setic, S.A. de C.V. (Ed). *Biotecnología en la industria de alimentación animal*. Vol. IV
- 27 Eckel, B 1997. Feed acids in piglet feeding. *Krafftutter*. 1:22-31.
- 28 Falkwosky, J.F y F.X. Aherne. 1984. Fumaric and citric acid as feed additives in starter pig nutrition. *J. Anim. Sci.* 58:935-938.
- 29 Flyn En y G. Wu. 1997. Clucocorticoids play and important role in mediating the enhanced metabolism of arginine and glutamine in enterocytes of postweaning pigs. *J Nutr.* 127:732-737.

30. Fontaine, J 1995 Acidificantes en las raciones de iniciación de cerdos Agronegocios en México. No. 14:16-18
31. Friesen, K.J , Goodband, R.D., Nelissen, J L., Blecha, F., Reddy, D.N., Reddy, P.G. y L.J. Kats. 1993. The effect of pre and postweaning exposuere to soybean meal on growth performance on the inmune response in the early weaned pig J. Anim. Sci 71:2089-2098
32. Funderburke, D W. y R.M. Seerley. 1990. The effects of postweaning estresors on pig weight change, blood, liver and digestive tract characteristics J. Anim. Sci. 68:155-162.
- 33 Ganong, F.W. 1996. Fisiología médica. 15th ed. Manual Moderno. México
34. Giesting, D.W. y R.A. Easter. 1985. Responses of starter pigs two supplementation of corn soybeal meal diets with organic acids J. Anim Sci. 60:1288-1294.
35. Giesting, D.W R.A. Easter. 1991b. Effect of protein source and fumaric acid supplementation on apparent ileal digestibility of nutrients by young pig. J. Anim. Sci. 60:2497-2503.
36. Giesting, D.W., Roos, M.A. y R.A. Easter. 1991a. Evaluation of the effect of fumaric acid and sodium bicarbonate addition on performance of starter pigs fed diets of different types. J. Anim. Sci 69:2489-2496.
37. Gómez, R.S. y J.A. Cuarón. 1992. Inducción del desarrollo enzimático digestivo en lechones al destete Porcirama. Vol. 1 No. 9:1-15.
38. Hanks, D.L. 1994. Application of age-segregated rearing in one and multiple site pig farma. 1ª Jornada en Producción Porcina. 24 al 26 de Marzo. Pp. 77-93.
39. Henry, R.W., Pickard, D.W. y P.E. Hughes. 1985. Citric acid and fumaric acid as food additives for early-weaned piglets Anim. Prod. 40:505-509.
- 40 Holst, J.J., Skak-Nielsen, T., Orskov, C. Y S. Seier-Poulsen. 1992. Vagal control of the release of somastostatin, vasoactive intestinal polypeptide, gastrin-releasing peptid, and HCl from porcine non-antral stomach. Scandinavian Journal of Gastroenterology. 27:677-685
41. Jensen, M.S., Jensen, S.K. y K. Jakobsen. 1997. Development of digestive enzymes in pigs with emphasis on lipolitic activity in the estomach and pancreas. J. Anim. Sci. 75:437-445.
42. Johnson, R. 1992a. Acidification of pigs diets to improve health and growth of weaners. Feed compounder 12, No. 1 44-48
43. Johnson, R. 1992b. Role for acidifiers and enzymes in assuring and health og pigs postweaning Biotechnology in the feed industry. Proceedings of Alltech's Eighth Annual Symposium Pp 139-150
- 44 Jorensen, H , Zhao, X Q., y B O. Eggum. 1996. The influence of dietary fibre and environmental temperature on the development of the gastrointestinal tract,

- digestibility, degree of fermentation in the hind-gut and energy metabolism in pigs. *Br. J. Nutr.* 75:365-378.
45. Kats, L.J., Goodband, R.D., Nelssen, J.L., Tockach, M.D., Friesen, K.G. y S.S. Dritz. 1993. Influence of spray-dried porcine plasma on starter pig performance. *J. Anim. Sci. (Suppl.1)* 71 (Abstr.).
 46. Kats, L.J., Goodband, R.D., Nelssen, J.L., Tockach, M.D., Friesen, K.G. y Dritz, S.S. y K.Q. Owen. 1994c. The effect of spray-dried blood meal in the phase III (d 21 to d 42 postweaning) diet. *J. Anim. Sci. (Suppl. 2)* 72 (Abstr.)
 47. Kats, L.J., Nelssen, J.L., Tockach, M.D., Goodband, R.D., Hansen, J.A. y J.L. Laurin. 1994a. The effect of spray-dried porcine plasma on growth performance in the early-weaned pig. *J. Anim. Sci.* 72:2075.
 48. Kats, L.J., Nelssen, J.L., Tockach, M.D., Goodband, R.D., Weeden, T.L., Dritz, S.S., Hansen, J.A. y K.G. Friesen. 1994b. The effects of spray-dried blood meal on growth performance in the early-weaned pig. *J. Anim. Sci.* 72:2860-2869.
 49. Kelly, D., Smith, J.A. y K.J. Mc. Cracken. 1991. Digestive development of the early-weaned pig. *Br. J. Nutr.* 65:169-180.
 50. Kirchgessner, M. y F.X. Roth. 1982. Fumaric acid as a feed additive in pig nutrition. *Pig News Info.* 3:259-264.
 51. Klobasa, F., Werhahn, E. y J.E. Butler. 1989. Composition of sow milk during lactation. *J. Anim. Sci.* 64:1458-1466.
 52. Kornegay, E.T., Evans, J.L. y V. Ravindran. 1994. Effects of diet acidity and protein level or source of calcium on the performance, gastrointestinal content measurements, bone measurements, and carcass composition of gilt and barrow weaning pigs. *J. Anim. Sci.* 72:2670-2680.
 53. Krause, D.O., Harrison, P.C. y R.A. Easter. 1994. Characterization of the nutritional between organic acids and inorganic bases in the pig and chick. *J. Anim. Sci.* 72:1257-1262
 54. Le Dividich, J., Tivey, D. y A. Aumaitre. 1998. Gastro-intestinal development and digestive capacity in young pig. Proceedings of the 15th IPVS congress, Birmingham, England, 5-9 July.
 55. Lichtenberger, L.M. 1982. Importance of food in the regulation of gastrin release and formation. *American Journal Physiology.* 243,G429-441.
 56. Lindemann, M.D. 1981. Development of digestive enzymes in the piglets as affected by age and diet. *PhD. Thesis, University of Minnesota.*
 57. Lindemann, M.D., Cornelius, S.G., El Kandelgy, Moser, R.L. y J.E. Pettigrew. 1986. Effect of age, weaning and diet on digestive enzyme levels in the piglets. *J. Anim. Sci.* 62:1298-1307.

58. Lizardo, R. Perniau, J. y A. Aumaitre. 1995. Effect of sorghum on performance, digestibility of dietary components and activities of pancreatic and intestinal enzymes in the weaned piglet. *Anim. Feed Tech.* 56:67-82
59. Low, A.G. 1990. Nutritional regulation of gastric secretion, digestion and emptying. *Nutr. Res. Reviews.* 3:229-252
60. Makkink, C.A., Negulescu, G.P., Guixin, Q. y M.W.A. Verstegen. 1994a. Effect of dietary protein source on feed intake, growth, pancreatic enzyme activities and jejunal morphology in newly-weaned piglets. *Brit. J. Nutr.* 72:353-368
61. Makkink, C.A., Berntsen, J.M., Kamp, B.M.L., Kemp, B. y M.W.A. Verstegen. 1994b. Gastric protein breakdown and pancreatic enzyme activities in response to two different dietary protein sources in newly-weaned piglets. *J. Anim. Sci.* 72:2483-2850.
62. Manners, M.J. 1976. The development of digestive function in the pigs. *Proc. Nutr. Soc.* 35:49-55.
63. Mathew, A.G., Jones, T. y M.A. Franklin. 1994. Effect of creep feeding on selected microflora and short-chain fatty acids in the ileum of weaning pigs. *J. Anim. Sci.* 72:3163-3168.
64. Maxwell, C. Three phase feeding using plasma protein and that ideal protein concept, Oklahoma State University Stillwater, Oklahoma, 1996.
65. Miller, B.G., James, P.S., Smith, M.W. y F.J. Bourne. 1986. Effect of weaning on the capacity of pig intestinal villi to digest and absorb nutrients. *Agric. Sci. Camb.* 107:579-589.
66. Moughan, P.J., Ailaboni, A.H., Cranwell, P.D., Smith, W.C. y M. Pedraza. 1992. The piglet as a model animal for studying aspects of digestion and absorption in milk-fed human infants. *World Review of Nutrition and Dietetics.* 67:40-113.
67. Moran, E.T. 1982. Comparative nutrition of fowl and swine. *The Gastrointestinal Systems.* E.T. Moran, Guelph.
68. Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes, P.A. y V.W. Rodwell. 1994. *Bioquímica de Harper* 13th ed. Manual Moderno.
69. Nabuurs, M.J.A. 1995a. Microbiological, structural and functional changes of the small intestine of pigs at weaning. *Pig News Inf.* 16:93-97.
70. Nabuurs, M.J.A., Hoogendoorn, A. y F.G. Vanzijderveld. 1994. Effects of weaning and enterotoxigenic *Escherichia coli* on net absorption in the small intestine of pigs. *Res. Vet. Sci.* 56:379-385.
71. Nabuurs, M.J.A. y F.G. Vanzijderveld. 1993. Clinical and microbiological field studies in the Netherlands of diarrhoea in pigs at weaning. *Res. Vet. Sci.* 56:70-77.
72. Nabuurs, M.J.A., Hoogendoorn, A. y F.G. Vanzijderveld. 1995b. Effect of supplementary feeding during the suckling period on net absorption from the small intestine of weaning pigs. *Res. Vet. Sci.* 57:72-77.

- 73 Noakes, D E. 1971 Gastric function in the young pig PhD thesis, University of London, London
- 74 Noblet, J y Y Henry. 1991 Energy evaluation systems for pig diets In "Manipulating Pig Production III" Pp 87.
- 75 Norberg, L., Ljungström, M., Vega, F V. y S Márdh. 1986. Stimulation of acid formation by histamine, carbachol and pentagastrin in isolated pig parietal cells *Acta Physiologica Scandinavica* 126:385-390.
- 76 Nutrient Requeriments of Swine 9th edition. National Academy Press, Washigton, D.C. 1988.
- 77 Ortiz, R R., Conejo, N.J., Ortega, G.R. y A J Becerril. 1998 Productividad de la cerda durante tres partos consecutivos y periodos de lactación de 12 y 21 días XXXIII Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en Cerdos. Guanajuato Agosto: 12-16. Pp. 29-31.
78. Owen, K.Q., Goodband, R.D. Nielssen, J.L., Tokach, M.D , Bergström, J.R , Friesen, K.G., Smith, J.W. y B T. Richert. 1995a. The effects of increasing digestible lysine from 18 to 34 kg on growth performance of segregated early-weaned pigs. *J. Anim. Sci* (Suppl. 2) 73 (Abstr.).
- 79 Owen, K.Q., Nielssen, J.L., Goodband, R.D., Tokach, M.D., Richert, B.T., Friesen, K.G., Smith, J.W., Bergström, J.R., y S.S. Dritz 1995b. Dietary lysine requirements of segregated early-weaned pigs *J. Anim. Sci* (Suppl 2) 73 (Abstr.).
80. Owen, K.Q , Nielssen, J L., Goodband, R.D., Tokach, M.D. y S.S. Dritz. 1995c. The effect of dietary methionine and its relationship to lysine on growth performance of segregated early-weaned pigs. *J. Anim. Sci.* (Suppl 2) 73 (Abstr.).
81. Parker, G., Cromwell, G. Hays, V. y J. McKean. 1992. Feed additives for swine. *Pork Industry Handbook*. PIH 111. Coop. Ext. Serv., Purdue Univ., West Lafayette, In.
82. Partridge Ian. 1996. La nutrición de los cerdos después del destete para su máxima rentabilidad, nutrición y salud animal, Roche. Tel: 726-9600. Pp. 1-17.
83. Pasillé, M.B., Pelletier, G., Ménard, J. y J. Morisser. 1989. Relationships of weigth gain and behavior to digestive organ weigth and enzyme activies in piglets. *J. Anim. Sci.* 67:2921-2929.
84. Patience, J.F. y P.H. Thacker. 1989. Feeding the suckling pig. In: *Swine Nutrition Guide*. Praire Swine Center. University of Saskatchewan Pp. 173.
85. Peiniau, A.J. 1996. Effects of dietary protein source differing in solubility on total tract and ileal apparent digestibility of nitrogen and pancreatic enzymes activity in early weaned pigs. *Livest. Prod. Sci.* 45:197-208.
86. Pluske, J.R., Williams, L.H. y F.X. Aherne. 1995. Nutrition of the neonatal pig. The neonatal pig development and survival Cab International. Pp 187-235.

87. Radecki, S V , Julh, M R. y R.E. Miller 1988. Fumaric and citric acids as feed additives in starter pig diet: Effect on performance and nutrient balance J Anim Sci. 66:2598.
88. Ravindran, V. y E.T. Kornegay. 1993. Acidification of weaner pig diet. A review. J Sci. Food. Agric 62:313-322.
89. Reis de Souza, T.C. y G Mariscal 1997 El destete, la función digestiva y la digestibilidad de los alimentos en cerdos jóvenes. Tec. Pec Méx Vol. 35 No 3.
90. Risley, C.R , Kornegay, E T., Lindemann, M.D. y S.M. Weakland. 1991. Effects or organics acids with and without a microbial culture on performance and gastrointestinal tract measurements of weaning pigs. Anim. Feed Sci. Technol. 35:259-270.
91. Risley, C.R., Kornegay, E.T., Lindemann, M.D., Wood, C.M. y W.N. Eigel. 1992. Effects of feeding organics acids on selected intestinal content measurements at varying times postweaning pigs. J. Anim. Sci. 70:196-206.
92. Risley, C.R., Kornegay, E.T., Lindemann, M.D., Wood, C.M. y W.N. Eigel. 1993. Effects of feeding organics acids on gastrointestinal digesta measurements at various times postweaning in pigs challenged with enterotoxigenic Escherichia coli. Can J. Anim. Sci. 73:931-940.
93. Robles, A. 1993. Alimentación del lechón. Porciraama 35-200. Roche, S.A. de C.V. Noviembre, México.
94. Rodas, B.Z., Axwell, C.V., Brock, K.S. y B.Z. de Rodas. 1995. Diet acidification effects on performance of early-weaned pigs. Animal Science Research Report Agricultural Experiment Station, Oklahoma State University. No. P-943. Pp. 174-179.
95. Sangild, P.T., Weström, B.R., Fowden, A.L. y M. Silver. 1994. Developmental regulation of the porcine exocrine pancreas by glucocorticoids. Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. 19:204-212.
96. SAS. 1990. S.A.S. User's Guide: Statistics. S.A.S. Inst., Inc., Cary N.C.
97. Shon, K.S., Maxwell, C.V., Buchanan, D.S. y L.L. Southem. 1994a. Improved soybean protein sources for early weaned pigs: I. Effects on performance and total tract amino acid digestibility. J. Anim. Sci. 72:622-630.
98. Shon, K.S., Maxwell, C.V., Southem L.L y D.S. Buchanan. 1994b. Improved soybean protein sources for early weaned pigs: II. Effects on performance and total tract amino acid digestibility. J. Anim. Sci. 72:631-637.
99. Shields Jr., R G., Ekstrom, K.E. y D.C. Mahan. 1980. Effect of weaning age and feeding method on digestive enzyme development in swine from birth to ten weeks. J. Anim. Sci 50:257-265.
100. Stahly, T.S , Cromwell, G.L. y H.J. Monogue 1985. Influence of dietary addition of citric acid or sodium bicarbonate on the response of weaning pigs to dietary soybean protein sources. J. Anim. Sci. 61(Suppl. j) 102 (Abstr.)

101. Steel, R.G.D. y J.H. Torrie 1984. Principles and procedures of statistics. 2nd ed. Singapore: McGraw-Hill
102. Svedsen, J. y L.S. Svedsen. 1997. Intensive (commercial) systems for breeding sows and piglets to weaning. *Livest. Prod. Sci.* 49:165-179.
103. Thacker, P.A., Campbell, G.L. y J. Grootwassink. 1992. The effect of organic acids and enzyme supplementation on the performance of pigs fed barley-based diets. *Can. J. Anim. Sci.* 72:395-402.
104. Turlington, W.H., Allee, G.L. y L. Nelssen. 1989. Effects of protein and carbohydrate sources on digestibility and flow rate in weaned pigs fed a high-fat, dry diet. *J. Anim. Sci.* 67:2333-2340.
105. Valette, P., Malouin, H., Corring, T., Savoie, L., Gueugneau, A.M. y S. Berot. 1992. Effects of diets containing casein and rapeseed on enzyme secretion from the exocrine pancreas in the pig. *Br. J. Nutr.* 67:215-222.
106. Walsh, J.H. 1984. Gastric secretion. In: Green, M. And Greene, H.L., (eds). *The role of gastrointestinal tract in nutrient delivery.* Academic Press, New York. Pp. 107-108.
107. Walsh, J.H. 1988. Peptides as regulators of gastric acid secretion. *Annual Review of Physiology.* 50:41-63.
108. Wang, T. Y R.J. Xu. 1996. Effects of colostrum feeding on intestinal development in newborn pigs. *Biol. Neonate.* 70:339-348.
109. Weström, B.R., Ohlsson, B.G., Svedsen, J., Tagesson, C. Y B.W. Karlsson. 1985. Intestinal transmission of macromolecules (BSA) and FITC-dextran) in the neonatal pig: enhancing effect of colostrum, proteins and proteinase inhibitors. *Biol. Neonate* 47:59-366.
110. Williams, J.H. 1991. Sow's milk as a major nutrient source before weaning. In "Manipulating Pig Production III". Pp. 107.
111. Wilson, R.H. y J. Leibholz. 1982. Digestion in the pig between 7 and 35 of age. 2. The digestion of dry matter and the pH of digesta in pigs given milk and soya-beal proteins. *Br. J. Nutr.* 45:321-336
112. Yeske, P. Modificación de instalaciones de ciclo cerrado al sistema 2 ó 3 fases 1995b. III Curso-simposium Internacional de Reproducción e Inseminación Artificial Porcina. Madrid. 10-12 de Mayo.
113. Yeske, P. Alternativas al sistema 2 ó 3 fases. 1995a. III Curso-simposium Internacional de Reproducción e Inseminación Artificial Porcina. Madrid. 10-12 de Mayo.