

Universidad de Guadalajara

Centro Universitario de Ciencias
Biológicas y Agropecuarias
División de Ciencias Agronómicas



**EVALUACION DEL USO DE PROBIOTICOS
EN LECHONES EN UNA GRANJA COMERCIAL**

T E S I S P R O F E S I O N A L

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

PRESENTA

RICARDO SAHAGUN ROSAS

LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL. SEPTIEMBRE DE 1994



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

SECCION COM. DE TIT.
 EXPEDIENTE _____
 NUMERO OGA87017/93

COMITE DE TITULACION
SOLICITUD Y DICTAMEN

SOLICITUD

M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA.
 PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION.
 P R E S E N T E.

Conforme lo indica la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara y su Reglamento, así como lo establece el Reglamento Interno de la Facultad de Agronomía, he reunido los requisitos necesarios para iniciar los trámites de Titulación, por lo cual solicito su autorización para realizar mi TESIS PROFESIONAL, con el tema:

EVALUACION DEL USO DE PROBIOTICOS EN LECHONES EN UNA GRANJA COMERCIAL

ANEXO ORIGINAL Y DOS COPIAS DEL PROYECTO DEL TRABAJO DE TITULACION.

MODALIDAD: Individual (X) Colectiva ().

NOMBRE DEL SOLICITANTE: RICARDO SAHAGUN ROSAS CODIGO: 079686778

GRADO: _____ PASANTE: X GENERACION: 82-87 ORIENTACION O CARRERA: GANADERIA

Fecha de solicitud: 14 DE JULIO DE 1993

[Signature]
 Firma del Solicitante

DICTAMEN

APROBADO (X) NO APROBADO () CLAVE: OGA87017/93

[Signature] DIRECTOR: ING. ALFONSO MUÑOZ ORTEGA

ASESOR: M.V.Z. ADRIANA NATHAL VERA ASESOR: M.V.Z. FELIPE DE J. BECERRA GUZMAN

M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA
 PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

AUTORIZACION DE IMPRESION

ING. ALFONSO MUÑOZ ORTEGA
 DIRECTOR

[Signature]
M.V.Z. ADRIANA NATHAL VERA
 ASESOR

[Signature]
M.V.Z. FELIPE DE J. BECERRA GUZMAN
 ASESOR

[Signature]
M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA

VO. BO. PDTE. DEL COMITE

FECHA: 30 DE SEPTIEMBRE DE 1994

AGRADECIMIENTOS.

A la Universidad de Guadalajara:

Por brindarme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente.

Al Ing. Alfonso Muñoz O.:

Por asesorarme en el desarrollo del presente trabajo.

A mi Madre:

Por el enorme sacrificio realizado en sostener mi carrera.

A la Q.F.B. Martha Gabriela Becerra G.:

Por su invaluable participación.

CONTENIDO

Páginas

RESUMEN

1. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivos	3
1.2. Hipótesis	4
2. REVISION DE LITERATURA	5
2.1. Biotecnología	5
2.2. Definición de Probiótico	6
2.3. Beneficios de los Probióticos	7
2.4. Mecanismos de acción de los Probióticos	9
2.5. Factores claves para la utilización de los Probióticos	10
2.6. Características de los Probióticos	10
2.7. Acidificación	11
2.8. Formas de acción de los acidificantes	13
2.9. Fisiología digestiva del lechón	14

3. MATERIALES Y METODOS	20
3.1. Características agroclimáticas del área de estudio	20
3.2. Materiales	21
3.3. Métodos	23
4. RESULTADOS Y DISCUSION	28
5. CONCLUSIONES	35
6. LITERATURA CITADA	36
7. APENDICE	

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se realizó un estudio de evaluación acerca de la utilización de un programa de probióticos y acidificantes biológicos, durante las primeras etapas de vida del lechón, el primero se administró en una toma oral (0.25 gr.) y el segundo en la dieta (5 kg. por tonelada); en una granja porcina comercial que se localiza en Atotonilco el Alto, Jalisco.

El trabajo consistió en comparar dos grupos de lechones; en el grupo experimental fueron 589 mientras que en grupo testigo fueron 620, obtenidos de 66 y 68 cerdas respectivamente. La duración del experimento fué de 35 días (maternidad 28 días y destete 7 días).

Los resultados obtenidos en los parámetros evaluados son:

- ▣ Número de lechones destetados, en esta variable indica una diferencia a favor de los tratados de 5.060% ($P < .05$).
- ▣ Mortalidad en lactancia, en este parámetro la diferencia fué menor para los tratados, de 49.470% ($P < .05$).
- ▣ Peso promedio al destete, en este rubro la diferencia fué a favor de los tratados en un 3.482% ($P < .01$).
- ▣ Peso total de la camada al destete, en este parámetro el resultados también fué a favor de los tratados, 9.988% ($P < 0.05$).

El análisis de los resultados obtenidos, sugiere que el uso de un probiótico y acidificantes compensan los cambios propios del lechón, incrementando la productividad en forma rentable.

1. INTRODUCCION.

Las necesidades actuales del sector pecuario son las de producir con mayor eficiencia e implementar sistemas de control de calidad.

La producción de cerdos, como toda la producción animal, es empresa dinámica. Mientras día a día, los cambios básicos parecen ser pequeños, los cambios que suceden cada año en la industria son significativos.

Uno de los retos en la productividad porcina, es sin duda el aumento del número de lechones producidos por cerda por año. Como consecuencia principal de este proceso, tenemos problemas con el desempeño adecuado del lechón, así como considerables pérdidas por mortalidad y morbilidad debido a su corta edad al destete. La importancia de establecer manejos adecuados, en esta etapa, es determinante en la rentabilidad de toda explotación porcina.

La aplicación de modernas tecnologías, en particular de la Biotecnología, tendrán mayor influencia en la futura producción de cerdos. Más y más énfasis se hará en producir cerdos saludables, al conservar limpia y patogénicamente libre la unidad de explotación.

Dentro de una de las ramas de la Biotecnología, una de las

alternativas en el mejoramiento productivo del lechón, es la utilización de probióticos, que contribuyen al equilibrio microbiano intestinal y a incrementar la digestibilidad de los nutrientes presentes en la dieta.

1.1. OBJETIVOS.

1.1.1. Objetivo General:

Mejorar el nivel productivo de lechones con el uso de productos biotecnológicos.

1.1.2. Objetivos Particulares:

Evaluar el efecto del uso de probióticos en el incremento en el número de lechones destetados.

Evaluar el efecto en peso total de la camada al destete y peso promedio.

Evaluar el efecto en disminución del porcentaje de mortalidad.

1.2. HIPOTESIS.

La utilización de probióticos y acidificantes agregados en la dieta de cerdas lactantes y lechones, mejoran las ganancias de peso al destete y reducen el porcentaje de mortalidad.

2. REVISION DE LITERATURA.

2.1. Biotecnología.

LYONS (1987) (14) considera que la producción animal del futuro, involucra una combinación de tecnologías, cada una de las cuales ha realizado progresos considerables en los últimos años, tal es el caso de la Biotecnología. Esta se define como el conjunto de tecnologías nuevas y tradicionales involucrando la aplicación de procesos biológicos y de organismos vivos o sus partes (tejidos y células o productos de éstas como las enzimas), a la producción de bienes y servicios en los diferentes sectores; como es el agrícola, el pecuario, el de la industria farmacéutica y de especialidades químicas y de control de la contaminación.

La Biotecnología tiene un carácter multidisciplinario: es la conjugación de las ciencias biológicas, las ciencias químicas y las ciencias de la ingeniería.

HOYOS (1991) (11) explica que existen definiciones que limitan el término Biotecnología exclusivamente al uso de materia viva, como "máquina" de transformación química, aplicable solamente a procesos industriales de tipo químico y también a procesos en donde únicamente se involucran tecnologías recientes, como pudiera ser la ingeniería

genética; sin embargo, es totalmente válido el uso del término para referirse a aquellos procesos de tipo tradicional, en donde intervienen microorganismos para la fabricación de diversos tipos de productos, tan antiguos como el pan, la cerveza, el vino, el yoghurt, etc.

En los últimos años se ha dado una atención considerable al uso de probióticos, cultivos de levaduras y otros aditivos naturales para la alimentación del cerdo. Mucho de este interés ha sido generado por el incremento en el conocimiento público y la objeción al uso de antibióticos para aditivos del alimento como promotores del crecimiento en esta industria. En adición, el clamor público contra la continua contaminación del medio ambiente por las granjas, ha llamado la atención hacia aquello considerado como una relación de vecinos amigables y que ahora se considera una vecindad molesta, debido a una producción intensiva.

En el sector pecuario, se están aplicando productos derivados de la biotecnología, con el uso de organismos para propósitos específicos, basados en aislamientos de microorganismos y sustancias que contribuyen al equilibrio microbiano intestinal.

2.2. Definición de Probiótico.

PARKER (1986) (17) informa que la palabra probiótico fué

utilizada por primera vez en 1974. El término probiótico formado por dos palabras griegas, significan para la vida, en contraste con la palabra antibiótico, que significa en contra de la vida. Los probióticos incluyen células, cultivos y metabolitos de microorganismos además de bacterias productoras de ácido láctico. Las levaduras y las enzimas digestivas derivadas de éstas, son las más utilizadas

2.3. Beneficios de los Probióticos.

Metchnikoff (1907) citado por LYONS (1987) (14) reporta que los beneficios de los probióticos se conocen desde principios de siglo (1907). Atribuía la longevidad de los habitantes de los países búlgaros a los altos consumos de leche fermentada con microorganismos como, *Lactobacillus acidophilus*. El sostenía la teoría de que los microorganismos patógenos excretaban dentro del tracto gastrointestinal sustancias dañinas para el hospedero y que mediante la ingestión de organismos benéficos, contenidos en la leche fermentada, con *Lactobacillus bulgarius*, era posible controlar la población de microorganismos patógenos.

Actualmente este concepto se conoce como "manipulación microbiana". El consumo continuo de organismos benéficos en la dieta impide la colonización del tracto gastrointestinal por microorganismos patógenos. Este concepto en microbiología, se conoce como "exclusión

competitiva".

LYONS (1987) (14) reporta que las primeras investigaciones sobre este fenómeno fueron realizadas por Gause en 1934, quien llegó a postular que dos especies con ecología similar no pueden vivir en el mismo sitio al mismo tiempo. Esto se conoció como el principio de Gause. Al correr de los años y con la incorporación de nuevos conceptos, se le ha denominado "exclusión competitiva" o simplemente de "exclusión".

Las características de este principio son las siguientes:

- 1.- Que dos poblaciones, no estén genéticamente cruzadas entre sí, hagan lo mismo, esto es, ocupar el mismo territorio.
- 2.- Si una población "A" se multiplica más rápidamente que una población "B", terminará la población "A" por desplazar a la población "B".

HARDIN (1960) (7) y WU (1987) (24) coinciden en el equilibrio entre la flora benéfica y la patógena, se dan en condiciones naturales, en forma paulatina, pues las bacterias benéficas son de lento crecimiento y depende también del grado de contaminación que exista en los sitios donde nazca y se desarrolle el cerdo.

2.4. Mecanismos de Acción de los Probióticos.

HOYOS (1991) (11) indica los mecanismos de acción propuestos para bacterias acidificantes (Lactobacilos y Estreptococos, principalmente):

1. Cambio en la flora bacteriana y reducción de microorganismos patógenos (E. Coli).
2. Producción de ácido láctico, que reduce el pH en el sistema digestivo del animal.
3. Adhesión y/o colonización por los microorganismos seleccionados a nivel de sistema digestivo del animal.
4. Prevención, por los microorganismos, de la síntesis de toxinas.
5. Producción de antibióticos.

Además de la competencia por el espacio, las bacterias utilizadas como probióticos producen ácido láctico, lo cual permite mantener niveles de pH adecuados para un ambiente intestinal saludable, tanto a nivel de regulación de la flora benéfica, como en la optimización de la actividad de las enzimas digestivas. Las bacterias productoras de ácido láctico son capaces de producir sustancias antibacterianas (acidofilin, lactocilin y acidolin) las cuales actúan en el intestino sobre patógenos

como E. Coli.

FULLER (1974) (5) reportó un experimento in vivo e in vitro, en donde los lactobacilos, además de prevenir la colonización por E. Coli, producen sustancias en contra de las enterotoxinas.

2.5. Factores claves para la utilización de los Probióticos.

HOYOS (1991) (11) señala los factores claves para utilizar los probióticos en forma exitosa: la presencia de bacterias viables en cantidades suficientes, con alta capacidad de colonizar el tracto gastrointestinal, con habilidad para crecer en el medio ambiente intestinal y del probiótico mismo, donde de esta manera, el colonizante exitoso puede utilizar sustratos disponibles y resistir a agentes antibacterianos presentes en el medio.

2.6. Características de los Probióticos.

ROPPA (1989) (23) y DUCLUZEAU (1985) (4) proponen las características ideales de un probiótico:

- * - No ser patógeno para humanos y animales.
- * - Alta tolerancia a la bilis y acidez.

- * - Productor de ácido láctico.
- * - Fácil proliferación in vitro e in vivo.
- * - Alta tasa de sobrevivencia después del procesamiento (recuperación y liofilización).
- * - Flora normal del intestino.
- * - Tasa de crecimiento rápida.
- * - Productoras de sustancias antimicrobianas.
- * - Alta viabilidad al usarlos.

2.7. Acidificación.

MARRIOT y DAVISON (1924) (15) informan que para llegar a modificar la microflora intestinal, se ha utilizado la acidificación del alimento y del agua, como aplicación entre otras herramientas derivadas de la biotecnología.

La utilización de la acidificación en lechones, con alimentos iniciadores, ha generado gran interés entre productores y profesionales; en realidad, el uso de ácidos orgánicos no es reciente.

MARRIOT y DAVISON (1924) (15) realizaron un estudio en humanos alimentando a niños recién nacidos con la misma cantidad de leche. Los bebés con acceso a leche acidificada (ácido láctico 7 gr./kg.) mejoraron sus ganancias de peso.

HENRY (1985) (9) concluye que la adición de ácido cítrico adicionado a la dieta de lechones destetados a 10 días de edad, mejoró la ganancia de peso, mientras que el ácido fumárico no tuvo ningún efecto positivo. En otro de sus experimentos, realizado para evaluar la inclusión de ácido cítrico (3%) y ácido fumárico (1%) en dietas de lechones de 10 días de edad, concluye que la inclusión de 30 gr. de ácido cítrico por kg. de alimento en lechones destetados precozmente, tiene un efecto benéfico, mientras que el ácido fumárico 15 gr./kg., no mostró ningún efecto.

SCIPIONI et al. (1973) (20) mostró en otro estudio que el pH del contenido estomacal, en cerdos de 42 días de edad, se redujo de 4.5 a 4.2 y 3.5 cuando fueron alimentados con dietas adicionadas con ácido fumárico (0.7%) o cítrico (1%).

STHALY y CROMWELL (1987) (22) analizaron la inclusión de un producto comercial a base de ácidos orgánicos, bacterias lácticas, enzimas digestivas y electrolitos al 1% en dietas preiniciadoras, en lechones con peso promedio de 6.8 kg. por un período de 28 días. Se

encontró un incremento en las ganancias de peso y en la conversión alimenticia en forma importante.

2.8. Formas de acción de los acidificantes.

CROWELL y BURNELL (1988) (3) manifiestan que las formas de acción de los acidificantes pueden ser las siguientes:

- 1).- Los acidificantes suplementan la producción limitada de ácido en el estómago, particularmente en animales jóvenes.
- 2).- Tienen efecto antimicrobiano. Previenen el crecimiento de bacterias sensibles a la acidez como E. Coli.
- 3).- La disminución del pH gástrico incrementa la conversión de pepsinógeno a pepsina.
- 4).- Algunos ácidos orgánicos son productos intermedios importantes en los ciclos energéticos y en el metabolismo.
- 5).- Mejoran la absorción de minerales ya que algunos actúan como agentes quelantes.

PUCHAL (1983) (19) dice que en la actualidad, la utilización de otras herramientas derivadas de la biotecnología, como son la acidificación, inoculación de bacterias lácticas y las enzimas digestivas

son de uso común y pueden ser utilizadas en forma conjunta, como es el caso de algunos productos comerciales.

Este tipo de aditivos son de amplio uso en la industria pecuaria, para mejorar la salud y la productividad.

HARDY (1978) (8) demuestra que los lechones no poseen un sistema digestivo enzimático capaz de digerir los carbohidratos presentes en la dieta, hasta la sexta y octava semana de edad.

HOGBERG et al. (1983) (10) estudió el efecto de añadir enzimas suplementarias (amilasas, proteasas y celulasas) a dietas de iniciación a cerdos. Encontró que las ganacias de peso se mejoraron de 0.33 a 0.37 kg. y la conversión alimenticia de 1.66 a 1.52.

2.9. Fisiología digestiva del lechón. Abin (1986). (1)

El estómago del lechón trabaja sobre un mismo sustrato ideal, la leche. En el estómago del cerdo se secretan dos tipos de fluidos, uno proveniente de la región cardial, alcalina, secretándose en relación inversa con los patrones de alimentación, siendo en el lechón insignificante y otra de la región fúndica y pilórica, el jugo gástrico, rico en ácido clorhídrico y enzimas proteolíticas.

en ácido clorhídrico y enzimas proteolíticas.

En el lechón, la enzima más importante es la renina, que desencadena la coagulación de la leche. Esta enzima, también en forma inactiva, como pro-renina, es activada por la proteólisis limitada. Esta decrece con la edad, especialmente después del destete, mientras el jugo gástrico se incrementa con la edad. A la vez que la leche coagulada y semidigerida es vertida al duodeno por el vaciado estomacal periódico, las secreciones hepáticas, pancreáticas e intestinales, incrementan los valores de pH del contenido estomacal, a valores cercanos a la neutralidad.

A través del intestino, la variación del pH es mínima y los valores en cada porción son los siguientes: pH 4.6 en duodeno, pH 5.5 - 6.7 en yeyuno, pH 7.0-7.5 en íleon y pH 6 en intestino grueso. No hay cambios significativos de pH intestinal en lechones a varias edades.

Las secreciones anteriormente mencionadas, actúan sobre el contenido intestinal y lo degradan totalmente para la obtención de los nutrientes vitales necesarios.

Por otro lado, ROPPA (1989) (23) explica que el lechón lactante, digiere la leche lentamente a intervalos aproximados de una hora, manteniendo un flujo digestivo constante y sin sobrecargas físicas o

que le permitan el aprovechamiento de otros alimentos.

COLE (1991) (2), GIESTING (1985) (6) y KIDDER (1978) (12) indican algunos aspectos importantes del proceso digestivo del cerdo destetado:

- » - El lechón al destete sufre una serie de eventos de compleja interacción, principalmente en el intestino.
- » - El cerdo lactante dispone de abundante sustrato para la producción de ácido láctico.
- » - El mantenimiento de un pH estomacal bajo, es crítico para la salud y la productividad de los cerdos destetados.
- » - El lechón no alcanza la acidificación estomacal del cerdo adulto hasta los 2.5 meses de edad.
- » - En muchas ocasiones, el destete se acompaña de un cambio dietético abrupto de la lactosa, como carbohidrato primario y eficientemente hidrolizado en el duodeno del cerdo a glucosa y galactosa bajo la acción de la lactasa, por almidón suministrado por los cereales.

COLE (1991) (2) explica que este cambio representa un reto para el sistema de acidificación estomacal del lechón.

Al destete, las vellosidades intestinales se acortan y el nivel de

células inmaduras aumenta, incrementando el nivel de secreciones opuesto al de absorción. Se observa un pH más elevado en el intestino, favoreciendo el crecimiento de gérmenes patógenos. Mientras aumenta el pH, la digestión de proteínas disminuye y el substrato fluye al intestino grueso en mayores cantidades, propiciando nuevamente el crecimiento de patógenos.

POND (1984) (18) refiere otros factores que complican la situación:

α - Las dietas ricas en proteínas del destete, con suplementos masivos de carbonato de calcio, y que tienen una alta capacidad amortiguadora del pH (tampón) requieren por lo tanto, cantidades relativamente grandes de ácido para permitir una disminución sustancial del pH.

α - En segundo lugar, los cerdos lactantes consumen cantidades pequeñas y frecuentes de alimento.

PUCHAL (1983) (19) investigó la secreción gástrica influenciada por varios factores, como son: edad, tipo de alimento, mezcla gástrica, velocidad de tránsito digestivo, exposición del alimento, manejo y medio ambiente.

KOLB (1979) (13) indica que el bolo alimenticio, al llegar al estómago, se encuentra con la secreción gástrica producida principalmente por células oxínticas de la porción fúndica y pilórica del

estómago y contiene ácido clorhídrico y enzimas digestivas. De las segundas, destaca la pepsina, responsable de iniciar la proteólisis y para que actúe necesita activarse y esto se logra con un medio ácido (pH 2). Su forma inactiva es el pepsinógeno.

Esta acidificación la da el ácido clorhídrico, cuya liberación está determinada por la secreción de histamina, que a su vez se puede formar debido a varias causas y producirse en diversas fases del proceso digestivo.

La secreción gástrica puede durar hasta 24 horas, pero es máxima 2 a 3 horas después de comer y es muy influenciada por el tipo de dieta. Como ya se mencionó anteriormente, la capacidad tampón de la dieta, perjudica la secreción gástrica. La leche tiene una capacidad tampón fuerte, pero las dietas ricas en proteína de origen vegetal principalmente, tiene una capacidad tampón superior.

Continuando con el proceso digestivo, puede observarse que al entrar el quimo al duodeno, previamente acidificado por el ácido gástrico (clorhídrico) y con sus proteínas hidrolizadas hasta péptidos diferentes, estimulan las paredes duodenales para que se dé la liberación de jugo entérico y la bilis. La secreción pancreática contiene bicarbonato, que neutraliza la acidez y lo lleva al campo de acción de las enzimas, donde se lleva a cabo la degradación máxima de los alimentos

consumidos para obtener los nutrientes necesarios para vivir.



3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Características Agroclimáticas del Area de Estudio.

3.1.1. Localización.

Las pruebas de campo del presente trabajo se realizaron en la Granja Chapingo, ubicada en el Km. 93 de la carretera Guadalajara-México, en Atotonilco el Alto, Jal.

3.1.2. Clima.

En la región prevalece un clima semicálido subhúmedo (A)(C)(W1)(W).

3.1.2.1. Temperatura.

Cuenta con una temperatura media anual de 18°C como mínima y 22°C como temperatura máxima.

3.1.2.2. Precipitación Pluvial.

Posee una precipitación pluvial total anual de 700-2000 mm.

3.1.2.3. Altitud.

Posee una altitud de 1,576 m.s.n.m.

3.2 Materiales.

3.2.1. Materiales Físicos.

La construcción, instalaciones y equipo, así como el manejo son descritos a continuación.

Maternidad:

La Granja cuenta con 5 salas de maternidad con 36 camas.

Las dimensiones generales de las camas son las usadas comunmente: el piso es de rejilla; el comedero de la cerda es de tipo convencional; el bebedero de chupón y para los lechones es un comedero de tolva de 4 bocas cada uno.

La temperatura se controla con tapetes térmicos.

Area de Destete:

El área cuenta con 5 salas de destete con 3 hileras de corrales de 10 jaulas cada una, lo que dá un total de 30 corrales por sala, estos tienen una dimensión de 1.30 mts. por 3 mts., con una capacidad para 10 a 15 lechones por corral.

Los corrales están limitados por separaciones de rejilla de acero, el piso es de rejilla y cuentan con dos bebederos de chupón cada uno, los comederos son de canoa con 12 bocas.

3.2.2. Materiales Genéticos.

La explotación porcícola antes mencionada cuenta con un pie de cría F1 cruza de las razas Yorkshire con Landrace, y los sementales son de las razas Yorkshire, Landrace, Duroc, Hampshire y variedades sintéticas (PIC 405).

Se manejaron 589 lechones obtenidos de 66 cerdas para el grupo experimental y 620 lechones obtenidos de 68 cerdas en el grupo testigo.

3.3 Métodos.

3.3.1. Método Experimental.

3.3.1.1. El modelo estadístico.

El modelo estadístico empleado fué: ANALISIS DE VARIANZA Y COVARIANZA

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + \beta_1 (X_i - X) + e_{(ij)k}$$

Donde:

Y = Variable de respuesta

- . Número de lechones destetados
- . Peso promedio al destete
- . Peso total de la camada al destete
- . Mortalidad en lactancia

μ = Media poblacional

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento i = 1 Probióticos
i = 2 Testigo

B_j = Efecto de la j-ésima maternidad

β_1 = Coeficiente de regresión para número de parto

e_{(ij)k} = es el error aleatorio de la k-ésima observación con NIID (0, σ^2)

i = 1, 2

j = 1, 2, 3, 4

$$k = 1, 2, 3, \dots, 128$$

Otras fuentes de variación no fueron incluidas ya que en análisis previos no mostraron ser estadísticamente importantes.

3.3.1.1.1. Número de Tratamientos y repeticiones.

Los productos que se evaluaron son 3 probióticos comerciales:

- El primero es un probiótico a base de cultivos viables de *Lactobacillus acidophilus* y *Saccharomyces cerevisiae* ; a razón de 1.5 Kg. por tonelada en el alimento de las cerdas lactantes.
- El segundo es un probiótico microencapsulado, compuesto por bacterias productoras de ácido láctico en alta concentración, enzimas (amilasas, proteasas, celulasas y β -glucanasas); la dosis recomendada es de 0.25 gr. por lechón por vía oral.
- El tercero es una mezcla de ácidos orgánicos (ácido cítrico, ácido sórbico, citrato de sodio, benzoato de sodio y propionato de calcio), bacterias lácticas viables (*Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus faecium*) y enzimas digestivas (amilasas, proteasas y celulasas). La dosis recomendada de este producto es de 5 Kg. por tonelada de alimento pre-destete.

Las dietas que se emplearon en este trabajo son las siguientes:

- * - Alimento número uno: para cerdas en gestación quince días antes del parto y durante toda la lactancia utilizando el primer probiótico. (Se describe la fórmula y el análisis calculado en el cuadro 2).
- * - Alimento número dos: para lechones en lactancia hasta dos semanas post-destete, utilizando el tercer probiótico (en el cuadro 3 se describen las fórmulas y el análisis calculado).

Se utilizaron en la prueba las mismas dietas, tanto para el grupo testigo como para el grupo tratado. A las dietas del grupo tratado se les agregaron los productos comerciales con las dosificaciones recomendadas.

3.3.1.4. Variables estudiadas.

Los parámetros evaluados son:

- 1.- Lechones destetados.
- 2.- Peso total al destete.
- 3.- Peso promedio al destete.
- 4.- Mortalidad en lactancia.

3.3.2. Desarrollo del Experimento.

Maternidad:

- 1.- Al nacimiento se hizo limpieza del lechón, muesqueo, corte, ligadura y desinfección del ombligo, y corte de cola.

Se dió el segundo producto comercial por vía oral en dosis de 0.25 gr. por lechón y se pesó la camada.

- 2.- Al tercer día de nacidos se aplicaron 2 ml. de hierro dextrán intramuscular.
- 3.- A los 7 días se inició el ofrecimiento del alimento, durante 5 semanas en la forma de poco y frecuente, para que fuera lo más fresco posible.
- 4.- A los 17 días de edad se realizó la castración.
- 5.- Se destetó a los 29 días de edad.

Se pesaron las camadas en una báscula de 250 Kg. Se calculó el alimento consumido en esta etapa, se sexó y se pasó a la siguiente etapa.

4. RESULTADOS.

En el cuadro 1 se encuentran resumidos los resultados obtenidos (medias aritméticas ajustadas). Además al hacer el análisis estadístico se establecieron diferencias porcentuales para cada variable a fin de señalarlas de manera objetiva.

En el número de lechones destetados por camada, se obtuvieron 7.88 lechones para el testigo contra 8.30 lechones para el tratamiento, lo cual nos da una diferencia de 5.060% a favor del tratamiento ($P < .05$). (Ver cuadro 1 y gráfica 1).

Al observar los porcentajes de mortalidad al destete obtenidos, calculamos una media de: 16.13% para el testigo y 8.15% para los tratados, dando una diferencia de 49.470% menor en el tratamiento ($P < .05$). (Ver cuadro 1 y gráfica 2).

Respecto a las medias del peso promedio al destete encontramos que el grupo testigo tuvo un peso de 5.82 Kg. contra 6.03 Kg. de peso para el grupo tratado, lo que da una diferencia de 3.482% a favor del grupo tratado ($P < .01$). (Ver cuadro 1 y gráfica 3).

Al destetar los animales, se pesaron obteniendo una media de 45.51 Kg. para el testigo mientras que el tratamiento tuvo una media de

50.56 Kg., de donde se establece una diferencia de 9.988% para el tratamiento ($P < .01$). (Ver cuadro 1 y gráfica 4).

DISCUSION

Los datos obtenidos, interpretados en el cuadro 1, resultan interesantes de analizar.

Dichos resultados, muestran las ventajas que tienen los animales tratados en los diferentes parámetros evaluados, y que coinciden con los obtenidos por Burnell, en un estudio realizado en la Universidad de Kentucky, en donde se demostró un mejoramiento de las ganancias de peso y de la eficiencia en la conversión, en lechones destetados tratados con un probiótico con acidificantes.

La adición de probióticos en dietas de iniciación comprueba ser una herramienta más en todo el engranaje que se integra para obtener resultados de productividad satisfactorios, que a fin de cuentas redundan en mejores ganancias de peso en el menor tiempo posible.

Es necesario tomar en cuenta que existen parámetros que son influidos por la habilidad materna de la cerda, como sería el peso al destete; por lo que factores como genética, alimentación, número de parto, etc. deben ser considerados al analizar la información obtenida.



CUADRO No. 1

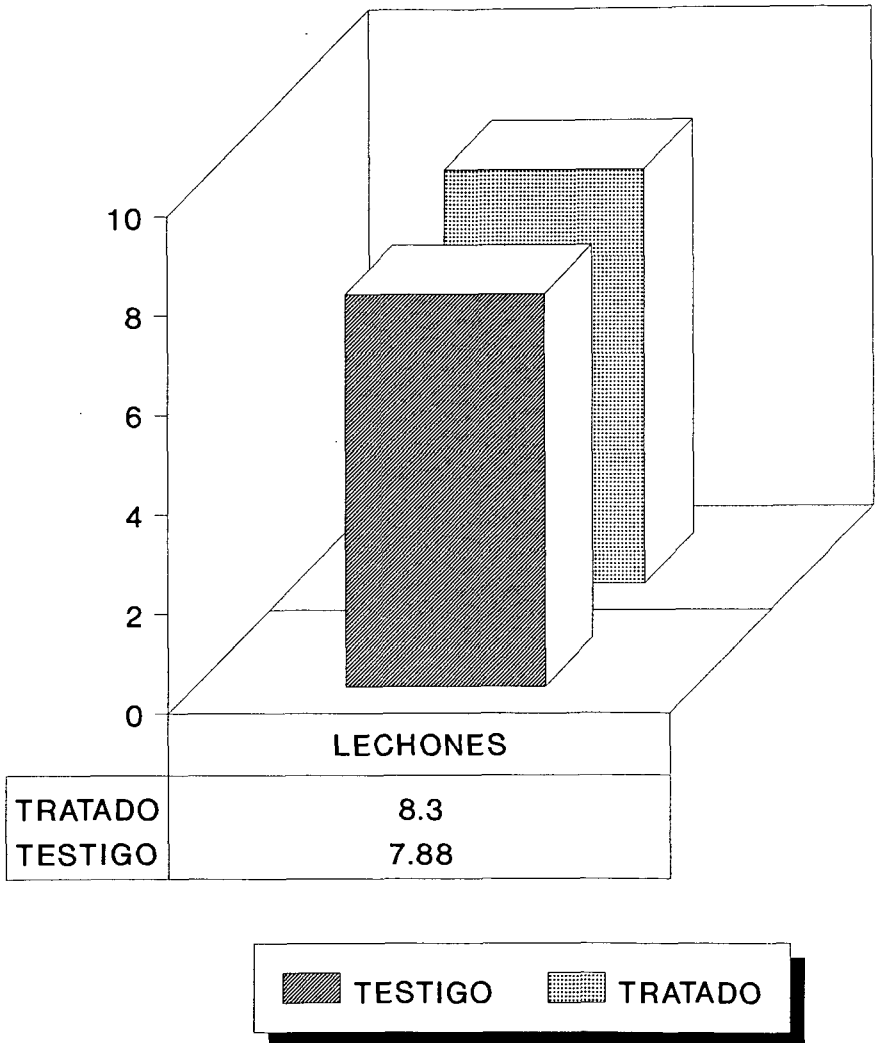
RESULTADOS OBTENIDOS CON EL USO DE PROBIOTICOS

	TESTIGO	TRATADO	DIFERENCIA %
Lechones Nacidos Vivos	9.120	8.930	
Lechones Destetados	7.880	8.300	5.060 **
Mortalidad en Lactancia (%)	16.130	8.150	-49.470 **
Peso Promedio al Destete (Kg.)	5.820	6.030	3.482 *
Peso de la Camada al Destete (Kg.)	45.510	50.560	9.988 *

*P<0.01

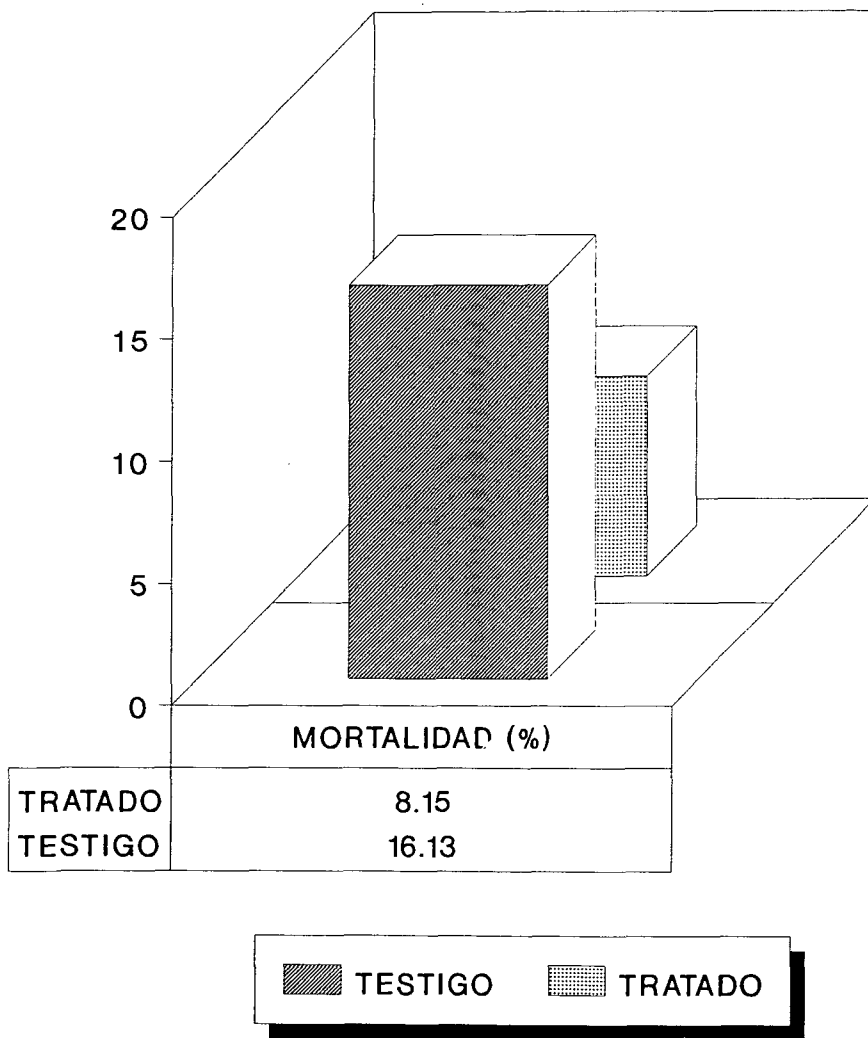
**P<0.05

NUMERO DE LECHONES DESTETADOS



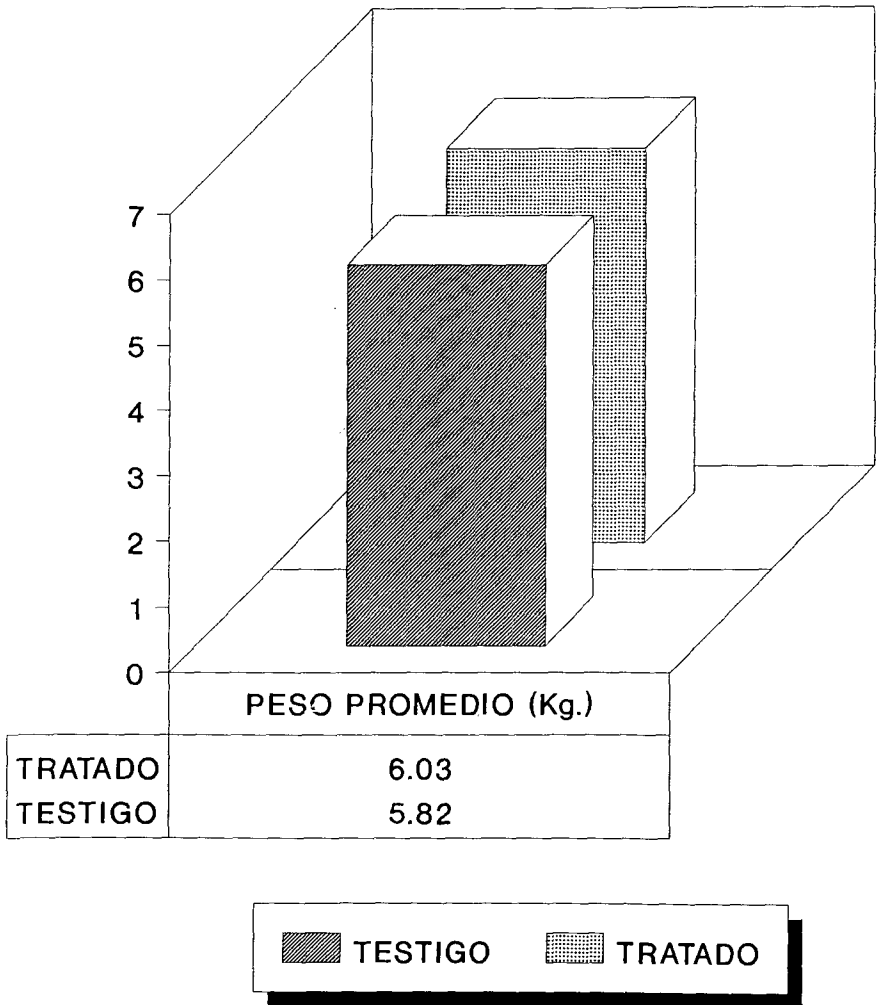
GRAFICA 1.

MORTALIDAD AL DESTETE



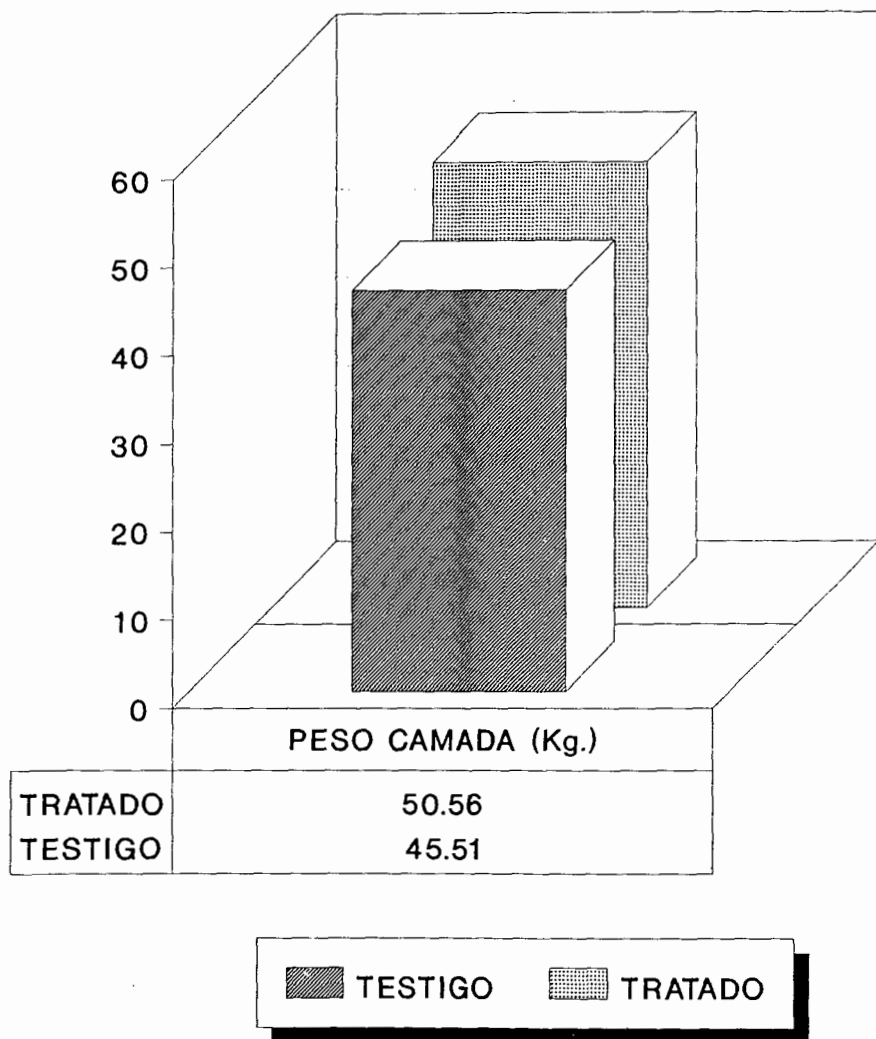
GRAFICA 2

PESO PROMEDIO AL DESTETE



GRAFICA 3

PESO DE LA CAMADA AL DESTETE



GRAFICA 4

5. CONCLUSIONES

- 1).- Los resultados obtenidos en el ensayo en los diferentes parámetros evaluados, sugiere que el uso de ácidos orgánicos y bacterias lácticas en las etapas de lactancia e iniciación en lechones, producen incrementos productivos interesantes.
- 2).- La aplicación de un probiótico implementado en el alimento de lechones, nos permite la obtención de cerdos más vigorosos, lo cual se traduce en más kilogramos de carne producidos por marrana y menor mortalidad en cerdos destetados.
- 3).- Conforme las prácticas de manejo se vuelven más intensivas y generan mayores niveles de presión sobre los lechones en lactancia y destetados, la importancia de los aditivos biológicos para mejorar el estado de salud y el comportamiento productivo de los animales es también mayor.

6. LITERATURA CITADA

- 1.- **Abin, G.J.:** Fisiología digestiva del cerdo joven. II Simposio Internacional "Avances en la nutrición del cerdo" México D.F. 4-13 (1986).
- 2.- **Cole, D.:** Los retos del futuro en la nutrición de cerdos. Primera ronda anual Latinoamericana de conferencias de Biotecnología. 1:47-60 (1991).
- 3.- **Crowell, L.G. and Burnell, W.T.:** Relaciones ácidos-antibióticos-cobre en la alimentación de iniciación. *Cerdos Swine* 4:12-14 (1988).
- 4.- **Ducluzeau, R.:** Implantation and development of the gut flora in the new born piglet. *Pigs news and information. Laboratoire the ecologie microbienne INRA (Francia) Vol. 6 U.S.A.* 4:415-418 (1985).
- 5.- **Fuller, R. and Brooker, B.:** Lactobacilli which attach to the crop epithelium of fowl. *The American Journal of Clinical Nutrition.* 21:1305-1312 (1974).

- 6.- **Giesting, D.W. and Easter, R.A.:** Response of starter pigs to supplementation of corn-soybean meal diets with organic acid. *J. Animal Sci.* 60:1288 (1985).
- 7.- **Hardin, G.:** The competitive exclusion principle. *Science* 131 (1960).
- 8.- **Hardy:** *Pig Farming*. December 1978. England.
- 9.- **Henry, R.W., Pickand, D.W. and Hughes, P.E.:** Citric acid and fumaric acid as food additive for early weaned piglets. *Anim. Prod.* 40:505-509 (1985).
- 10.- **Hogberg, M.G.G. et al.:** Effect of adding fat and supplemental digestive enzymes to the diet and weaning management on pig performance. Research report. 456. Michigan State University. October (1983)
- 11.- **Hoyos, G., Cruz, C.:** Mecanismos de acción propuestos de los probióticos en cerdos. *Bioteología en la industria de la alimentación animal*. Ed. Setic México, D.F. (1991).
- 12.- **Kidder, D.E. and Manners, M.J.:** *Digestion in the pig*. Sciencetechnica. Bristol (1978).

- 13.- **Kolb, E.:** Fisiología Veterinaria. 2a. Edición, Ed. Acribia. España
Vol. 1 339-360 (1979).
- 14.- **Lyons, T.P.:** The role of biological tools in the feed industry.
Biotechnology in the feed industry. Ed. Alltech Technical
Publications. Nicholasville, Kentucky, 1-50 (1987).
- 15.- **Marriott, W.M. and Davison, T.:** The acidity of the gastric of
infants. Am. J. Dis. Child., 26:542-552 (1924).
- 16.- **Palluf, J.H., Brune and Gothert, W.:** The effect of fumaric acid and
citric acid as feed aditives on early weaned piglets. Proc. A.
Meet. Eru. Assoc. Anim. Prod. paper No. 66 Abstract (1980).
- 17.- **Parker, R.B.:** Probiotics, the other half of the antibiotics history.
Biotech 1986 San Francisco Ca. U.S.A. on line International Inc.
(1986).
- 18.- **Pond, W.G. and Manners, J.H.:** Swine Production and nutrition.
Avi. Publ. Co. Westport, CN (1984).
- 19.- **Puchal, M.F.:** Estado actual de los acidificantes en nutrición
porcina. Simposio "Avances en nutrición del cerdo". México D.F.
(1983).

- 20.- **Scipioni, R.G., Zaghini and A. Biavati:** Acidified diets in early weaned piglets. *Zootec. Nutric. Anim.* 4:201-218 (1978).
- 21.- **Shahani, K.M., J.R. Vakil and Kilara A.:** Natural antibiotic activity of *Lactobacillus acidophilus*. *Cultures Dairy Prod. J.* 12:8 (1977).
- 22.- **Stahly and G. Cromwell:** The effect of the addition of Acid-Pak to the pig starter rations on performance. Spring Meeting Animal Science Association (1987).
- 23.- **Roppa, L.:** Avances en la nutrición de lechones. *Industria Porcina U.S.A.:* 20-24 (1989).
- 24.- **Wu, J.F.:** The microbiologist's function in developing action-specific microorganisms. *Biotechnology in the feed industry.* Ed. Alltech Technical Publications. Nicholasville, Kentucky, 181-197 (1987).

CUADRO No. 2

INGREDIENTE	TESTIGO KGS.	TRATADO KGS.
Maiz 8.5%	477.647	472.647
Pasta de soya 46%	205.000	205.000
Avena hojuelas	100.000	100.000
Suero de leche	70.000	70.000
Maseca	50.000	50.000
CPSP-90	50.000	50.000
Ortofosfato de calcio	14.831	14.831
Aceite crudo	10.000	10.000
Carbonato de calcio	9.854	9.854
Prem. vitam - mineral	5.000	5.000
L- lisina	2.168	2.168
Sal	2.000	2.000
Colina 25%	1.000	1.000
Antivibriónico	1.000	1.000
Bioplex- cerdos	0.500	0.500
Sulfato de cobre	0.500	0.500
Saborizante	0.500	0.500
Probiótico Acidificante	- -	5.000

CUADRO No. 3

	TESTIGO ANALISIS	TRATADO ANALISIS
Proteína cruda %	20.000	20.000
Cenizas %	5.556	5.556
Fibra cruda %	3.381	3.381
Grasa cruda %	3.902	3.902
Calcio %	0.901	0.901
Fósforo total %	0.689	0.689
Fósforo disponible %	0.580	0.580
Cloro %	0.506	0.506
Sodio %	0.376	0.376
E. Metabol. Mcal/Kg.	3.256	3.256
Lisina %	1.400	1.400
Metionina %	0.390	0.390
Metionina + Cistina %	0.712	0.712
Triptofano %	0.263	0.263
Arginina %	1.431	1.431
Fenilalanina %	0.956	0.956
Treonina %	0.828	0.828

EFFECTO DE ACID-PAK 4 WAY EN CERDOS DESTETADOS

Acid-pak 4 Way (%)	0	1	0	1
Suero de Leche (%)	0	0	15	15
<hr/>				
Ganancia diaria (lb)	0.643	0.703	0.717	0.751
Consumo diario (lb)	1.133	1.162	1.270	1.231
Conversión	1.773	1.658	1.775	1.676
<hr/>				

* Ocho repeticiones de 6 cerdos cada una; 16.3 a 35.9 lb.; 28 días de tratamiento.

**CORRELACION ENTRE CRECIMIENTO, ADHESION
Y COLONIZACION EN ESTOMAGO.**

	L. acidophilus	L. salivarius	S. faecium	E. coli
Crecimiento en la dieta	1.8	0.8	3.9	4.4
Adhesión en la pared del estómago	+	+	-	-
Presencia en el lumen estomacal	+	+	+	+

* Las cuentas viables (logaritmo base 10) se tomaron de 24 horas a 37 C.

Adaptado de Barrow et al. 1980

CONTENIDO BACTERIANO EN EL TRACTO ALIMENTARIO

	INTESTINO DELGADO			INTESTINO GRUESO	
	1	3	5	7	
<hr/>					
E. COLI					
Enfermos	7.3	8.5	9.4	9.5	9.6
Sanos	3.6	4.8	7.3	7.3	9.0
LACTOBACILLUS					
Enfermos	8.1	8.4	8.6	7.4	8.8
Sanos	7.9	8.0	8.0	8.3	9.0

* El trabajo se hizo en 8 pares de animales.

* Los siete niveles de intestino delgado examinados eran del mismo tamaño.

Smith, 1971