

LA APLICACION DE PRODUCTOS MICROBIANOS
 NATURALES EN LA PRODUCCION PORCINA
 FEARSE LIONS. Ph. D.
 ALLTECH. INC.
 NICHOLASVILLE, KENTUCKY

INTRODUCCION: 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 a aquello que alguna vez se consideró como una relación de vecinos amigables y ahora se considera una vecindad molesta, a saber, por una producción intensiva. En esta revisión trataremos de resaltar como un número de ideas nuevas y otras no tan nuevas han madurado en los últimos cinco años. Estas ideas se centran alrededor de la utilización de ingredientes naturales en el alimento que los califican bajo tres categorías generalmente llamadas ACH (ACE EN INGLES). Estas son: beneficios para los animales, para el consumidor y para el medio ambiente. Los probióticos, cultivos de levaduras y extractos de la planta Yucca las enzimas están clasificadas como ACH y si son utilizados adecuadamente pueden ofrecer mayores ventajas a los porcuicultores del mañana. Los tres conceptos son probióticos para controlar la microflora intestinal, cultivo de levaduras para ayudar a la digestión y extractos de Yucca para reducir el impacto del amoníaco sobre la salud de los animales y la contaminación ambiental.

PROBIOTICOS

El término probiótico fue utilizado por primera vez por Parker (1974) para describir "organismos y sustancias que contribuyen a un balance microbiano intestinal". El origen de la palabra probiótico viene de dos palabras griegas y que significan "para la vida".

La creencia en los efectos benéficos de los probióticos viene inicialmente del argumento de Metchnikoff (1907) en el sentido de que la longevidad de campesinos búlgaros estaba relacionada con su consumo de grandes cantidades de leche fermentada con organismos tales como Lactobacillus acidophilus. Metchnikoff especulaba que microbios nocivos en el tracto intestinal excretaban sustancias que eran dañinas para el hospedador. A través de la ingestión de organismos benéficos, los cuales creía que estaban contenidos en el yogurt, se podía mejorar el ambiente intestinal a través de lo que hoy referimos como "manipulación de la población microbiana". A través de la infusión constante de organismos "benéficos" en la dieta, la colonización del tracto gastrointestinal por patógenos causantes de enfermedad o bien organismos "nocivos" era prevenida y por consiguiente se mejoraba la salud y las expectativas de vida. En esta forma el concepto de inoculación microbiana se desarrolló basada en el principio de "exclusión competitiva."

La idea de que las bacterias productoras de ácido láctico tanto excretan metabolitos que son dañinos para los patógenos como el excluirlas de sus sitios de colonización recibió una de sus primeras aprobaciones científicas por el año 1924 en el trabajo de Marriott et al. Estos autores reportaron que en el Hospital Infantil en Washington, D.C. bebés que fueron alimentados con leche de vaca suplementada con ácido láctico tuvieron menos problemas digestivos y una mayor ganancia diaria de peso que aquellos alimentados con leche de vaca sin el aditivo. Un trabajo similar realizado por Gilliland (1979) mostró que alimentando humanos con leche no fermentada conteniendo Lactobacillus acidophilus causó un incremento significativo en el número de lactobacilos eliminados en las heces. Contrariamente, Ellinger et al. (1978), observó un decremento en el número de coliformes en las heces de becerros alimentados con leche entera conteniendo Lactobacillus acidophilus. Wiseman (1965) reportó que la adición de Lactobacillus acidophilus a pollos recién nacidos con acidificación del agua de bebida dió lugar a un incremento significativo en la ganancia de peso. En adición, la excreción de coliformes se redujo y se incrementaron las bacterias lácticas significativamente.

El papel de la microflora intestinal en la influencia sobre la salud y la digestión de las aves ha sido más extensivamente investigada y comprendida que en mamíferos.

Estudios de Fuller y Tunrey (1971) sobre la flora de lactobacilos en aves demostraron que el buche era la fuente primaria de lactobacilos para el mantenimiento del balance bacteriano en el intestino. En un experimento posterior, Fuller (1977) determinó que los lactobacilos se pueden encontrar en el tejido epitelial del buche tan temprano como al primer día de edad. El buche del ave normalmente contiene una población microbiana en la cual predominan los lactobacilos. Estos microbios se adhieren al epitelio del buche y colonizan su superficie. La habilidad de adherirse al tejido epitelial es importante porque permite que grandes cantidades de bacterias permanezcan cuando el alimento abandona el buche. Las bacterias adheridas son entonces capaces de inocular alimento recién ingerido. Las bacterias productoras de ácido láctico que se mueven con la ingesta hacia el intestino sirven para influir en la población microbiana. El resultado asegura el dominio de estas especies para suprimir E. Coli (Jeringa et al. 1965).

La naturaleza crítica de la relación entre las bacterias productoras de ácido láctico y el ave ha iniciado una investigación considerable en el uso de cultivos de lactobacilos para influir la microbiología del intestino en la crianza comercial de aves. Rantala y Nurmi (1973) demostraron que un cultivo de probióticos previno el establecimiento de Salmonella infantis en el ciego de pollos. Watkins y Miller (1983) encontraron que programas de tratamiento tanto profilácticos como terapéuticos redujeron la excreción de Salmonella Typhimurium y Staphylococcus aureus patógenos en pollos gnotobióticos.

La colonización por lactobacilos también previno el establecimiento de ciertas especies nocivas de levaduras en el buche (Jeringas et al. 1965).

En adición a la producción de ácido láctico, los efectos inhibitorios de los lactobacilos en otras especies de bacterias han sido atribuidos a la formación de periodo de hidrógeno (Dahiya y Speck, 1966) y la producción de una sustancia inhibidora llamada "acidolín" (Handen y Mikolajcik, 1974).

Con tanta investigación reportada. ¿Cómo y cuándo podría un probiótico ser mejor utilizado en dietas animales? Los animales sanos generalmente se caracterizan por tener un tracto intestinal con buen funcionamiento. Este factor es fundamental para la conversión eficiente de alimento en crecimiento o producción. Una característica muy importante de un tracto intestinal en buen funcionamiento es el balance de su microflora bacteriana. Un tracto intestinal sano tiene una preponderancia de bacterias productoras de ácido láctico tales como los lactobacilos y estreptococos. Este equilibrio es alterado en cualquier momento cuando el animal es puesto bajo tensión (stress). En este tiempo, el balance puede oscilar a favor de patógenos tales como E. Coli. Por ejemplo, Smith (1971) mostró que becerros con diarrea severa tenían, cuando se sacrificaban, un nivel elevado de E. Coli en el abomaso. Estos datos fueron confirmados en un experimento realizado por Ingram (1962) quien observó menos de 100 E. Coli por ml. en el duodeno de un becerro sano comparado con niveles de varios millones de veces más altos en animales diarreicos.

Cerdos enfermos mostraron cambios similares en el intestino delgado. En ambos casos la relación de E. Coli y lactobacilos es crucial. La tasa de crecimiento específico más rápida de E. Coli permitirá siempre al microbio volverse dominante. Por lo tanto las poblaciones de lactobacilos y estreptococos deben ser mantenidas a niveles altos.

Mientras que aún existe controversia sobre las posibles formas de acción de los probióticos y la acidificación (tabla 1) hay quizás más concordancia acerca de su aplicación en la práctica.

Bajo "condiciones ideales" la microflora intestinal intrínseca es capaz de funcionar en un papel de apoyo para la protección de enfermedades y digestión de nutrientes. Trastornos en esta flora intrínseca son creados por condiciones pobres de higiene en el lechón recién nacido, las tensiones (stress) de sistemas de manejo intensivos y en algún grado el uso de antibióticos. El estado de tensión en un animal resulta comúnmente en un incremento del pH intestinal favoreciendo la proliferación de patógenos. Algunos ejemplos de estados de tensión que comúnmente afrontan los cerdos bajo condiciones comerciales están dados en la tabla 2. En general, es el cerdo más joven quien es más susceptible a trastornos digestivos y por lo tanto el más prometedor a responder a los probióticos y la acidificación de la dieta.

TABLA 1: MODO DE ACCION DE LOS PROBIOTICOS.

-
- I) NEUTRALIZACION DE TOXINAS.
 - II) SUPRESION NUMEROS DE BACTERIAS ESPECIFICAS VIABLES.
 - III) ALTERACION DEL METABOLISMO MICROBIANO.
 - IV) ESTIMULACION DE INMUNIDAD.
(adaptado de Fuller y Cole 1988).
-

TABLA 2: EJEMPLO DE TENSIONES (STRESS) QUE PUEDEN PREDISPONER A UN CERDO A ALTERACIONES DE MICROFLORA INTESTINAL A FAVOR DE ESPECIES PATOGENAS.

INTRODUCCION A CRIANZA ARTIFICIAL
DESCOLMILLADO / INYECCION DE HIERRO
CASTRACION / DESCOLE
TRANSPORTACION
INTRODUCCION A UN NUEVO AMBIENTE
DESTETE
REAGRUPACION / MEZCLADO
PARTO
CAMBIO DE DIETA
(adaptado de Haresign y Enving. 1988).

Smith (1971) mostró que mientras las cuentas de lactobacilos eran similares en cerdos sanos y enfermos, existían grandes diferencias en las poblaciones de E. Coli en las primeras porciones de tracto digestivo (tabla 3). En realidad, había una diferencia de 10.000 veces más en la población de E. Coli en el caso de cerdos enfermos.

TABLA 3: CONTENIDO BACTERIANO DEL TRACTO ALIMENTICIO EN OCHO PARES DE LECHONES SANOS Y ENFERMOS.

	INTESTINO DELGADO*				7	INTESTINO GRUESO
	1	3	5			
COLI						
ENFERMOS	7.3	8.5	9.4	9.5		9.6
SANOS	3.6	4.8	7.3	8.3		9.0
LACTOBACILOS						
ENFERMOS	8.1	8.4	8.6	7.4		8.8
SANOS	7.9	8.0	8.0	8.3		9.0

Todos los conteos: logaritmo del número de bacterias viables.

* Los siete niveles del intestino delgado examinados fueron a la misma distancia unos de otros. El primer nivel fue próximo al estómago, mientras que el nivel 7 era próximo al intestino grueso. (adaptado de Smith, 1971).

La creciente cantidad de evidencias sugieren que ciertos microorganismos tales como *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus faecium* pueden ayudar a mantener un perfil microbiano favorable en el intestino, ya sea como parte de una población natural o como un suplemento microbiano en la dieta. Como parte de la flora natural, pueden ejercer efectos benéficos a través de la "exclusión competitiva" y producción de ácido láctico. Esto significa que las bacterias productoras de ácido láctico realmente compiten por sitios receptores o espacios a lo largo de la pared intestinal con ciertos tipos de organismos patógenos tales como coliformes, particularmente *E. Coli*. Trabajos de Nemeskery (1963) con una especie de estreptococo demostraron que este microorganismo era efectivo en la inhibición de la colonización de varios tipos de patógenos comunes para el ganado y las aves (tabla 4).

TABLA 4: EFECTO DE ESTREPTOCOCOS SOBRE BACTERIAS PATOGENAS.

BACTERIA	INHIBICION (%)
COLI ENTEROPATOGENA	80
<i>E. COLI</i> PRODUCTORA DE ENTEROTOXINA	75
CEPAS DE SALMONELLA / VARIETADES DEL GANADO	45
CEPAS DE SHIGELLA	50
PSEUDOMONAS	50
CEPAS DE CLOSTRIDIUM PERFRINGENS	100

(adaptado de Nemeskery, 1963).

En adición al principio de exclusión competitiva, muchas especies benéficas de lactobacilos y estreptococos son productoras de ácido. El ácido láctico secretado por estas especies ejerce muchos efectos positivos para mantener un ambiente intestinal sano. Uno de esos efectos es que el ácido láctico parece ser un estímulo para el desarrollo de Lactobacillus acidophilus y Streptococcus faecium. En segundo término, conforme el pH se reduce a través de la producción del ácido, el ambiente intestinal se vuelve no favorable para ciertas bacterias patógenas. Finalmente, un ambiente ácido conduce a un incremento en la actividad enzimática dentro del aparato digestivo. Este balance de bacterias benéficas contra organismos patógenos, referida como "embiosis" por Gedek (1967), ha sido demostrado por Robinson et al. (1984), quien examinó y determinó los números y especies de bacterias encontrados tanto en epetelio intestinal normal y disentérico del cerdo. Sus resultados mostraron que la especie predominante en el intestino normal fueron Lactobacillus acidophilus (11.9%) y Streptococcus faecium (54.4%), con niveles de E. Coli menores del 1%. Sin embargo, en el cerdo disentérico, los niveles fueron elevados hasta en un 14% con la desaparición de L. acidophilus y una disminución de S. faecium al 6%.

Ya que las poblaciones de estreptococos no fueron afectados en el cerdo enfermo como lo fueron E. Coli y los lactobacilos, Manfredi (1986) sugirió que el reemplazo de los lactobacilos sería un curso de acción razonable ya que estos organismos están más directamente asociados con la salud animal y son más severamente afectados por condiciones adversas o tensión (stress).

Buscando el valor de un probiótico, Hutcheson (1967) citó las características necesarias para que una especie de bacteria probiótica sea efectiva para la producción animal. Estos criterios incluyeron:

- 1.- Un habitante normal del intestino.
- 2.- Un tiempo de regeneración corto.
- 3.- Que produzcan sustancias antimicrobianas (por ejemplo, ácido láctico).
- 4.- Ser lo suficientemente resistente para soportar los manejos de la producción comercial, procesamiento y distribución de tal forma que llegue viable al intestino.

Si todos estos criterios se conjuntan, en particular el último, Hutcheson observó en varias pruebas con probióticos que estos tipos de productos son efectivos.

Muchos reportes han mostrado respuestas nulas a la inclusión de Lactobacillus acidophilus ó Streptococcus faecium en la dieta durante periodos de tensión donde sería esperada una respuesta. Se ha sugerido que la viabilidad de las bacterias, si verdaderamente estuvieran presentes, fue probablemente la razón. La respuesta a Lactobacillus acidophilus depende de tener en la dieta cantidades suficientes de bacterias viables las cuales tienen el potencial de colonizar exitosamente el tracto gastrointestinal de los animales. Gilliland (1981) examinó 15 suplementos probióticos comercialmente disponibles y encontró que sólo dos de ellos contenían más de un millón de lactobacilos viables por gramo.

Tanto Lyons (1986) como Fallon (1986) en discusiones sobre factores que afectan el potencial de los probióticos para colonizar el intestino, resaltaron la importancia de a) adherencia al epitelio intestinal el cual permite colonizar a organismos de lento crecimiento, y b) la habilidad de crecer en el ambiente intestinal donde el colonizador exitoso puede utilizar sustrato disponible y resistir agentes antimicrobianos presentes en el medio ambiente. El modo de adhesión de la bacteria a la pared intestinal ha sido reportado por Lyons (1986) y está ilustrado en la figura 1. Barrow et al (1980) ensayó una selección de bacterias aisladas de intestino de cerdo por su habilidad para adherirse a las células escamosas del estómago en un estudio *in vitro* y encontró que el número de bacterias que se adhieren por célula varió de 0 para *E. Coli* a 42 para *Streptococcus salivarius* (tabla 5). Fuller (1977) comprobó que un organismo podía establecerse por sí mismo en el estómago ya sea adhiriéndose al epitelio o por crecimiento rápido. Cuando una cepa de lactobacilos se seleccionaba en base a su alto índice de adhesión y buen crecimiento *in vitro* y se adicionaba en la dieta de cerdos, había una reducción significativa en la cuenta de coliformes en el estómago y duodeno. Sin embargo, muchas bacterias son específicas de huésped, por lo que un probiótico debería contener idealmente un microorganismo aislado de ese tipo de animal.

Figura 1. Fotografía de *L. acidophilus*:

La efectividad de las bacterias probióticas depende también de su resistencia al ácido clorohídrico y a las sales biliares. Está bien establecido que la acidez gástrica es una barrera importante para la colonización de intestino. Es esencial, por lo tanto, que los probióticos tengan la habilidad de sobrevivir en las condiciones ácidas del estómago. Gilliland (1981) sugirió que la resistencia a la bilis era un criterio importante en la selección de un probiótico efectivo y encontró que sólo uno de 15 productos comercialmente disponibles examinados contenían más de un millón de lactobacilos resistentes a la bilis por gramo. Muchas bacterias se sabe que metabolizan sales biliares y su crecimiento es estimulado por estas sustancias.

TABLA 5: CORRELACIONES ENTRE CRECIMIENTO EN LA DIETA
ADHESION Y COLONIZACION DE LACTOBACILOS EN
EL ESTOMAGO.

	L. ACIDOPHILLUS	L. SALIVARIUS	L. FAECIUM	L. COLI
CRECIMIENTO EN DIETA	1.8	0.8	3.9	4.4
ADHESION EN ESTOMAGO	+	+	+	+
PRESENCIA EN ESTOMAGO	+	+	+	+

Crecimiento en log 10 de bacterias viables a 24 Hrs. a 37 C.
(adaptado de Barrow y col., 1980.)

Por lo tanto, un probiótico debe cumplir con los siguientes criterios:

1.- Las bacterias deben ser capaces de alcanzar colonizar el T.G.T. Las bacterias deben ser aisladas de las especies de animales que normalmente son explotadas y además ser resistentes a las sales biliares.

2.- Las bacterias deben ser altas productoras de ácido láctico. La importancia del ácido radica no sólo para el control de E. Coli, sino también para mantener una mejor digestión.

3.- Las bacterias deberán estar presentes en gran número para ser significativo su efecto. Tanto E. Coli como los lactobacilos son anaeróbicos facultativos y pueden sobrevivir en circunstancias similares, pero la tasa de crecimiento de E. Coli es superior por lo que un alto número de lactobacilos debe estar presente para asegurar su sobrevivencia.

4.- Las bacterias deben reactivarse rápidamente y tener una tasa alta de crecimiento.

Finalmente, las bacterias deben poseer una actividad anti-E. Coli. La necesidad de esta última característica fue confirmada por Jonsson y Olsson (1985), reportan que la producción de sustancias antibacterianas debe ser tomada en consideración al seleccionar un probiótico como aditivo nutricional.

ADITIVOS NATURALES PARA CERDOS:

La utilización de probióticos en cerdos ha seguido muchos caminos. Desde que varios investigadores consideran que la exclusión competitiva es una alternativa viable para el control de enteropatógenos y de mantener una salud intestinal, por lo que la utilización de probióticos en lechones, y cerdas ha sido muy investigado.

Los probióticos han mostrado ser un gran potencial sobre todo en cerdos recién nacidos y en crecimiento. Preston y Mayrose (1965), clasifican las causas de mortalidad en recién nacidos y determinan que los problemas entéricos es la cuarta razón más importante. Trabajos sucesivos han revelado que el 80% de los problemas entéricos son provocados por infecciones de *E. Coli*.

Normalmente las bacterias colonizan y habitan el T.G.I. de los animales recién nacidos. Robinson y col., (1964): sin embargo, durante periodos de stress el balance entre las especies beneficiosas y las patógenas cambian hacia *E. Coli*. El productor normalmente observa un pobre comportamiento y un aumento en la incidencia de diarreas y la mortalidad.

El recién nacido tiene su primer contacto con estas bacterias en el canal de parto. Posteriormente la exposición continúa y sobre todo para coliformes, proveniente de la cerda, sus compañeros de camada y del ambiente donde se desarrolla. Si el T.G.I. desarrolla un alto número de *E. Coli* enteropatógena, se desencadena el problema de diarrea en los primeros 7 días de vida. En muchos trabajos se ha demostrado la presencia de *E. Coli* en las heces de lechones en las primeras dos horas después del parto, sin detectar lactobacilos hasta 18 horas después.

Sin embargo, si son administrados los lactobacilos en forma temprana al lechón, la posibilidad de salvar más cerdos de problemas entéricos es mayor. En un ensayo reciente en la U. de Filipinas, Lim (1968) compara la eficiencia de un programa de prevención contra problemas diarréicos a base de una mezcla de *L. acidophilus* y *S. faecium* administrados por vía oral en lechones contra el uso rutinario de un programa de antibióticos. La tasa de mortalidad en el grupo de probióticos fue 13.1% asociándose a mortalidad por diarrea neonatal en 8.19%. En el grupo testigo fue el 15.15% con 12.12% la mortalidad por diarrea. La incidencia de diarreas amarillas fue de 3.7% vs 10.7% para el probiótico y el de antibióticos respectivamente (tabla 6).

TABLA 6: CARACTERISTICAS DE LAS HECES AL DIA 15 DE EDAD EN LECHONES RECIBIENDO ORALMENTE AL NACER UN PROBIOTICO O UN TRATAMIENTO DE ANTIBIOTICO SI ERA NECESARIO.

	ANTIBIOTICO	PROBIOTICO
HECES NORMALES (%)	75	80
HECES PASTOSAS (%)	14	15
DIARREA AMARILLA (%)	11	5

Trimethoprim y sulfato de colistina
ALL-LAC (ALLTECH. INC.) 0.25 gr/lechón.

También se observó que desde la reducción de la incidencia de diarreas los lechones mostraron unas mejores ganancias de peso en el grupo tratado con probiótico y fueron 390 grs. más pesados al día 15 de edad que los tratados con antibióticos (tabla 7).

TABLA 7: COMPORTAMIENTO DE LECHONES TRATADOS CON PROBIOTICOS AL NACIMIENTO VS LECHONES TRATADOS CON ANTIBIOTICOS SI ERA NECESARIO.

	ANTIBIOTICO	PROBIOTICO
PROMEDIO DE PASO AL NACER (KG)	1.3	1.3
PROMEDIO DE PESO AL DIA 15 (KG)	2.9	3.3
PROMEDIO DE GANANCIA DE PESO DIARIA	0.11	0.14

- A) TRIMETHOPRIM Y SULFATO DE COLISTINE
 B) ALL-LAC (ALTECHH, INC.) .25 GR/LECHÓN

Los efectos benéficos de utilizar un probiótico en alimentos iniciadores de cerdos para combatir el stress fue demostrado por Mordenti (1986). El claramente demostró el valor de utilizar bacterias lácticas junto con péptidos (tabla 8). En este estudio mientras que el uso de péptidos y probióticos en forma separada mejoraban el comportamiento en lechones. El tratamiento combinado resultaba en un efecto sinérgico que significativamente reducía las mortalidades por diarreas y se mejoraban las ganancias de peso. Mordenti concluye que estos resultados obtenidos sugieren que la adición de bacterias lácticas a los alimentos iniciadores es una muy eficiente práctica de prevención de trastornos entéricos en lechones.

TABLA 8. EFECTOS DE PROBIOTICOS Y PEPTIDOS EN LECHONES

	CONTROL	PEPTIDOS	PROBIOTICOS	PEPTIDOS Y PROBIOTICOS
LECHONES (No.)	471	480	484	499
PESO PROMEDIO AL NACIMIENTO (Kg)	1.2	1.2	1.2	1.2
GANANCIA PROMEDIO DIARIA (g)	186(a)	195(b)	207(c)	221(d)
INCIDENCIA DE DIARREAS (%)				
PRIMERA SEMANA	20.4(a)	16.4(a,b)	9.1(b)	6.0(b)
SEGUNDA SEMANA	28.8	28.8	21.4	14.7
TERCERA SEMANA	11.7(a,b)	23.5(a)	7.8(b)	5.6(b,c)
MORTALIDAD (%)				
TOTAL	11.7(a)	12.7(a)	11.5(a)	8.4(b)
POR DIARREAS	6.7(a,b)	7.3(a)	5.9(b)	4.2(c)
OTRAS CAUSAS	5.0	5.4	5.6	5.2

Medias de dos pruebas realizadas durante un periodo de 34 días en otoño e invierno. Las medias que no tienen una letra igual son significativamente diferentes (P < 0.05)

PROBIOTICOS EN LECHONES RECIENTE DESTETADOS

La Naturaleza diseñó el proceso de destete como un proceso gradual, sin embargo, las prácticas actuales de manejo en las explotaciones intensivas han hecho de este proceso un acontecimiento muy abrupto. El lechón, con posiblemente tres o cuatro semanas de edad, posee un sistema digestivo inmaduro, y de pronto es sujeto al estrés del destete y a cambios dramáticos en la dieta. En muchas ocasiones, estos cambios resultan en una ganancia de peso postdestete muy asociados con problemas de diarreas, y por lo tanto, bajos.

Actualmente, existen diferentes corrientes con respecto a la suplementación de productos biológicos naturales en la dieta de cerdos recién destetados. Una es la adición de bacterias generadoras de ácido láctico, tales como lactobacilos y estreptococos para mejorar la ganancia de peso y la conversión alimenticia, y la segunda es la aplicación de agentes acidificantes, como ácidos orgánicos, para suplementar la producción de ácido clorhídrico gástrico, con lo cual se disminuye el pH y se mejora la actividad enzimática y se facilita el crecimiento de lactobacilos.

En un intento de evaluar los probióticos, Pollman (1966), resume resultados de investigación conducidos en alimentos iniciadores, de desarrollo y finalizadores para cerdos, que habían sido incluidos con cultivos microbianos. Su trabajo muestra que en la mayoría de casos, los animales mostraron una respuesta positiva en la ganancia de peso (73% de los trabajos revisados) y en la conversión alimenticia (50% de los trabajos revisados). En un reporte más reciente del Colegio de Agricultura y Ganadería de Corea, Won (datos no publicados) demuestra que cerdos en etapa de desarrollo alimentados con la combinación de bacterias lácticas y cultivos de levaduras tuvieron una ganancia de 4.6 kg. más a los 56 días y su conversión alimenticia fue 9.6% más eficiente que los animales en el grupo control (Tabla 9).

TABLA 9. EFECTO DE UNA COMBINACION DE CULTIVOS DE LEVADURAS Y BACTERIAS LACTICAS SOBRE LA GANANCIA DE PESO DIARIA Y LA CONVERSION ALIMENTICIA EN CERDOS EN DESARROLLO

	CONTROL	CULTIVOS DE LEVADURAS + BACTERIAS LACTICAS(*)
PESO INICIAL (Kg)	17.5	17.6
PESO A LOS 56 DIAS (Kg)	56.0	60.8
GANANCIA TOTAL (Kg)	38.5	43.2
GANANCIA DIARIA (g)	689.1	770.2
CONSUMO TOTAL (Kg)	104.7	106.0
CONVERSION ALIMENTICIA	2.72	2.45

(*) LACTO-SACC (ALLTECH, INC), 1 KG/TON

En un estudio sobre la influencia de Lactobacillus acidophilus y Streptococcus faecium adicionados en dietas de cerdos destetados, Sedo (1986)h observó que la ganancia total de peso y la conversión alimenticia se mejoraron con la presencia de esta combinación bacteriana (Tabla 10)

TABLA 10. EFECTO DE LA ADICIÓN DE LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS STREPTOCOCCUS FAECIUM SOBRE LA GANANCIA DE PESO DE CERDOS

	CONTROL	PROBIOTICOS(a)
PESO INICIAL (kg)	8.2	7.9
PESO FINAL (Kg)	17.9	18.9
GANANCIA DIARIA (g)	287	315
CONVERSION ALIMENTICIA (b)	2.53	2.35

(a) LACTO-SACC (ALLTECH, INC), 1 KG/TON

(b) P 0.05

En un estudio posterior, Sedo (1986) comparó la respuesta de cerdos alimentados con un alimento iniciador conteniendo la misma combinación bacteriana y un alimento adicionado de antibióticos. Se observó que los animales que consumieron la ración con probióticos tuvieron una respuesta igual o mayor con respecto a ganancia de peso diaria, consumo y conversión alimenticia comparado con los animales alimentados con la ración con antibióticos (Tabla 11)

TABLA 11. EFECTO DE LA ADICION DE PROBIOTICOS O ANTIBIOTICOS SOBRE LA GANANCIA DE PESO Y LA CONVERSION ALIMENTICIA EN CERDOS ETAPA DE INICIACION

	ANTIBIOTICOS(a)	PROBIOTICOS(b)
NUMERO DE CERDOS (No.)	36	41
PESO INICIAL (Kg)	8.6	7.5
PESO FINAL (Kg)	36.4	41.2
GANANCIA DE PESO (Kg)	29.8	33.6
GANANCIA DIARIA (g)	473	525
CONSUMO TOTAL (Kg)	69	72.6
CONVERSION ALIMENTICIA	2.32	2.17

(a) OLAQUINOX, 50 ppm

(b) LACTO-SACC (ALLTECH, INC), 1 KG/TON

Estos autores sugieren que hubo un efecto positivo de los probióticos en la mejora de la utilización de nutrientes que dió como resultado una mejor ganancia de peso y conversión alimenticia.

Un resumen de dos pruebas recientes realizadas en la Unidad Low Close Development del Reino Unido examina la respuesta de cerdos en desarrollo a un complejo de cultivos de levaduras y bacterias (Tabla 12). Estas pruebas incluyen dos réplicas de 21 y 22 cerdos por tratamiento. El probiótico fue adicionado a la dieta en adición al antibiótico que normalmente se utiliza como promotor del crecimiento. Los resultados muestran respuestas marcadas en términos de consumo de alimento y ganancia de peso a favor del grupo con probióticos.

TABLA 12. EFECTO DE LA ADICION DE PROBIOTICOS EN CERDOS EN DESARROLLO(a)

	CONTROL	PROBIOTICOS(b)	SED
NUMERO DE CERDOS (No.)	86	87	
PESO INICIAL (Kg)	17.9	18.1	0.743
PESO FINAL (Kg)	30.6	34.3	0.628
GANANCIA DIARIA (g/día)*	476	609	29.0
CONSUMO TOTAL (g/día)	846	1062	54.2
CONVERSION ALIMENTICIA	1.78	1.75	0.104

(a) LOW CLOSE DEVELOPMENT UNIT, 1988

(b) LACTO-SACC (ALLTECH, INC), 1 KG/TON

* P 0.05

DESPERDICIOS ANIMALES: SU IMPACTO EN EL MEDIO AMBIENTE

Una característica clave que debe ser considerada a futuro por todos los productores porcícolas es el impacto que tendrán a nivel del medio ambiente. En el Día de la Tierra 1990, hubo una confrontación de nuestro medio ambiente tan delicado con respecto a la producción animal que originó un mensaje muy claro. No podrá ser posible que se pase por alto esta situación entre productores y animales, a fin de poder proteger a la Madre Tierra. Uno de los factores más objetables en operaciones porcícolas son los olores de las granjas.

Cuando se piensa la cantidad tan grande de desperdicios que un animal puede producir, el problema se contempla en toda su magnitud. Por ejemplo, un cerdo de 75 kg. produce casi 5 kg de desperdicios diariamente. Cuando este dato se multiplica por los 19 millones de cerdos que se venden cada año en los Estados Unidos solamente, resulta que casi medio millón de toneladas de desperdicios se produce cada día.

Además de los olores provenientes de desperdicios y excretas animales, que a menudo resultan en relaciones desagradables entre el campo y las ciudades, un factor más importante es el daño que los gases como el amoníaco y otros gases tóxicos provocan a nivel de la salud. Niveles excesivos de amoníaco en el aire han estado asociados con bajos rendimientos en la producción y mayor incidencia de enfermedades.

Se han reportado relaciones directas entre el amoníaco y la rinitis. También se sabe que los trabajadores de las granjas de cerdos, constantemente sufren de problemas respiratorios.

El impacto inmediato en el productor está representado por pérdidas en la producción, además de mayor dificultad en el manejo de las excretas y equipo con deterioro por corrosión. Como se muestra en la tabla 22, los efectos de los gases presentes en operaciones confinadas tanto en humanos como en cerdos, pueden ser dramáticos. Mientras que un nivel máximo recomendado para humanos es en el rango de 7-10 ppm, las respuestas productivas en animales se ven influenciadas desde las 7 ppm.

APLICACIONES DE PROBIOTICOS EN
DIETAS DE MARRANAS

El uso de probióticos en cerdas también ha sido estudiado. Se ha establecido que el efecto directo del *Bacillus subtilis* es el de reducir el número de *E. Coli* excretado por el T.G.I. (Tracto gastrointestinal). Este efecto es de gran valor, particularmente si se relaciona con las cerdas. Debido a que *E. Coli* es el agente más importante asociado a diarreas en lechones y la marrana es el portador más importante de *E. Coli*, el probiótico deberá reducir la incidencia de diarreas por *E. Coli*, resultando en más lechones destetados. Pollman (1986) revisa los resultados de estudios efectuados en cerdas con dietas más un cultivo microbiano (tabla 13). Los resultados muestran que en general las marranas que consumieron dietas con probióticos destetaban camas más numerosas y pesadas.

TABLA 13: EFECTO DEL BACILLUS SUBTILIS EN MARRANAS

ENSAYO		TESTIGO	B. SUBTILIS
PEO. 19	No HEMBRAS	26	22
	No DESTETADOS (PROMEDIO)	7.7	8.3
	PESO PROMEDIO (Kg)	6.6	6.3
DANIELSON. 1983	No HEMBRAS	20	20
	No DESTETADOS (PROMEDIO)	8.6	9.1
	PESO PROMEDIO (Kg)	5.3	5.5
TRUTTER. 1984	No HEMBRAS	39	41
	No DESTETADOS (PROMEDIO)	9.7	10.1
	PESO PROMEDIO (Kg)	5.4	7.4

(Adaptado de Pollman, 1985)

El mecanismo de acción de los probióticos en marranas debe aún establecerse. Sin embargo, es posible que los lactobacilos modifiquen un desequilibrio de la microflora en el T.G.I., disminuyendo el desafío enteropatogénico al neonato a través de las heces de la madre. Este desequilibrio es producido por un efecto de tensión asociado con el movimiento del área de gestación a la sala de maternidad.

Especulando con el modo de acción de los cultivos bacterianos o la combinación con cultivos de levaduras en dietas de marranas, Williams (1957) sugiere que estos productos estimulan la fermentación fecal.

De este proceso resulta el incremento de la producción de ácidos grasos volátiles y éstos pueden contribuir hasta en 30% de los requerimientos energéticos de la cerda. Esto puede dar como resultado una mayor disponibilidad de nutrientes y la producción de leche.

Resultados en cerdos en crecimiento, en ensayos de campo y resultados en otras especies (Fallon y Harte, 1987, Hughes, 1988) indican que el cultivo de levaduras mejora el consumo de alimento en cerdas lactantes.

Experimentos en el Reino Unido (Harker, 1988) utilizando un probiótico y un cultivo de levaduras demuestra que en marranas suplementadas con estos productos, destetaban lechones más pesados y pesos alcanzados a edades más tempranas (tabla 14). En un ensayo subsecuente la mortalidad en lechones se redujo (PL.1) cuando se alimentaba la marrana con un probiótico en la lactancia (tabla 15)

TABLA 14: EFECTO DEL USO DE UN PROBIOTICO EN LA DIETA DE CERDAS EN EL COMPORTAMIENTO DE LECHONES

	TESTIGO	PROBIOTICO
ENSAYO No 1		
Nº DE CERDOS	90	120
PESO DESTETE (Kg)	5.7	6.0
EDAD DEL DESTETE (DIAS)	24	23
ENSAYO No 2		
Nº DE CERDOS	120	120
PESO DESTETE (Kg)	6.3	6.3
EDAD DEL DESTETE (DIAS)	26	24

*LACTO-SACC (ALLTECH INC.) 1 KG./TON.

TABLA 15:

	TESTIGO	PROBIOTICO	D. S.
Nº DE MARRANAS	34	34	
Nº NACIDOS VIVOS	11.1	11.0	0.595
PESO AL NACER (Kg)	1.4	1.4	0.057
Nº DESTETADOS	9.2	10.0	0.278
MORTALIDAD (%)	15.6	12.9	1.56

(Harker, 1988) LACTO-SACC (ALLTECH, INC.)

Cole (1990) encontró una respuesta positiva al uso de LACTO-SACC en dietas en marranas en el último tercio de la gestación y la lactancia en ensayos diferentes (tabla 16).

Cole (1990) concluye que el uso de LACTO-SACC en marranas es benéfico al reducir la mortalidad en lechones. Los beneficios pueden ser debidos en mayor producción de leche o el cambio en la flora intestinal.

TABLA 16: EFECTO DEL LACTO-SACC EN LA DIETA DE CERDAS SOBRE LA MORTALIDAD EN LECHONES (%).

FUENTE		INICIO DEL TRATAMIENTO	TESTIGO	LACTO-SACC
COLE	AD LIBITUM RESTRINGIDO	85 DIAS DE GESTACION	10.8	9.6
			14.0	10.9
COLE	AD LIBITUM	85 DIAS DE GESTACION	12.8	10.7
JONE, WITES	RESTRINGIDO	PARTO	17.1	10.5
MEDIA			13.7	10.4

MANIPULACION DE LA FLORA INTESTINAL CON ACIDIFICANTES

En los últimos años, ácidos o acidificantes han sido utilizados en iniciadores o en agua con variables éxitos. Aunque el modo de acción es incierto, varias explicaciones se han sugerido de su éxito al ser aplicado.

1) Los acidificantes pueden proporcionar el ácido faltante en animales jóvenes.

2) Al disminuir el pH en la dieta se disminuye el pH estomacal promoviendo una mayor conversión de pepsinógeno a pepsina.

3) Reduciendo el pH de la dieta y el pH estomacal se previene el crecimiento y proliferación de *E. coli* y se estimula el crecimiento de las bacterias lácticas.

4) Los ácidos orgánicos actúan como agentes quelantes y mejoran la absorción de minerales en el ciego.

5) Algunos ácidos orgánicos son importantes intermediarios en las rutas energéticas y juegan un papel importante en el metabolismo.

La ocurrencia de las diarreas postdestete es uno de los problemas más importantes de los lechones y es un problema difícil de controlar. Manner (1976) sugiere que la raíz de este problema es la inmadurez digestiva del lechón que es incapaz a esta edad de trabajar eficientemente en presencia de alimento sólido.

Una inadecuada producción de HCl directo responsable de activar el pepsinógeno en pepsina digestora de proteínas, esto puede ser factor decisivo en la diarrea postdestete. Otro ácido, el ácido láctico producido por las bacterias lácticas que colonizan el estómago en las primeras semanas de vida, es necesario junto con el HCl en el óptimo funcionamiento del TGI.

Existe una relación directa en la producción de ácido láctico en el estómago y la tasa de desarrollo de la capacidad de producción de HCl (Cranwell y col. 1968-1971).

Existe particular susceptibilidad en los lechones destetados a sufrir desórdenes digestivos puede, ser reducido al administrar un acidificante, ya sea en el alimento o en el agua. Kidder y Hanner (1978) concluyeron que el cerdo no alcanza capacidad máxima de acidificación estomacal hasta los 25 meses de edad.

Existen por lo menos dos razones de porque el pH gástrico es importante. pH bajo reduce la posibilidad de que bacterias viables lleguen al intestino. Kovacs y Col (1972) encontraron que pH bajo era benéfico para la proliferación de lactobacilos, y a la vez, se reduce la proliferación de otras especies. (sobre todo enteropatógenas). La reducción del pH es también importante en la actividad proteolítica. La pepsina tiene dos pH óptimos. A pH de 2.0 y de 3.5 (Kidder y Manner, 1978). No existe una actividad proteolítica gástrica en pH mayores a 4.0. Evidencias iniciales en el uso de acidificantes encontraron que el jugo de limón era un tratamiento común en las diarreas en cerdos en zonas tropicales. En los 60's, investigadores empezaron a establecer la hipótesis de que el comportamiento de los lechones podía ser mejorado a través de la acidificación de la dieta con otros ácidos orgánicos.

Experimentando durante este período Kershaw y Col. (1966), encontraron que el 1% de ácido láctico adicionado a la dieta mejoraban las ganancias de peso y la conversión alimenticia en lechones. También observaron reducciones en el conteo de *E. coli* en el duodeno y el duodeno de los cerdos con dietas acidificadas, los trabajos continuaron en los 70's y 80's con una considerable cantidad de información generada por los investigadores europeos. Trabajos de Scipioni y Col (1978), mostraron que el pH del contenido estomacal de lechones de 42 días de edad, se reducía de 4.5 a 4.2 y 3.5 cuando se suplementaba en el alimento con ácido fumárico (0.7%) y ácido cítrico (1.0%) respectivamente. Igualmente esta reducción del pH contribuyó a una mayor actividad proteolítica y por lo tanto mejoras en la digestión, al mismo tiempo se provoca un efecto antimicrobiano.

En la práctica, la respuesta a la inclusión de ácidos orgánicos en alimentos iniciadores ha sido altamente variable y en muchas situaciones los investigadores no han podido tener resultados consistentes. Pallauf y Col. (1980) establecen que el ácido fumárico y cítrico han sido extensamente utilizados en Alemania Federal en preiniciadores y otras dietas en cerdos. Ellos evaluaron el ácido fumárico (1.5%) y el ácido cítrico (1.5%) en dietas de lechones en 5 y 24 kg. de peso. El ácido fumárico mostró resultados positivos más consistentes que el cítrico. Falkowski y Ahern (1984) evaluaron en lechones de 4 semanas de edad y 8.7 kg. de peso, y no encontraron resultados positivos en ganancias de peso al emplear ácido cítrico o fumárico en concentraciones del 1% al 2%. Sin embargo, la conversión alimenticia se mejoró en 5 al 10%.

Kirchgeßner y Roth (1982) revisan el empleo del ácido fumárico en lechones destetados y en crecimiento obteniéndose mejoras en las ganancias de peso del 10% al 7% respectivamente.

Bajo condiciones de libre alimentación, el consumo voluntario también se incrementó. La eficiencia óptima se alcanzó a concentraciones de 15 a 20% de ácido fumárico en la dieta. Ellos también encontraron mejoras en la digestibilidad de la energía y la proteína en 2%, la retención de nitrógeno de 5.7% y el balance calcio y fósforo en 14% y 13% respectivamente.

Mientras que las respuestas al uso de ácidos orgánicos en preiniciadores ha sido variable, dos trabajos recientes indican que la mayor respuesta será obtenida cuando los lechones son destetados a menos de 21 días de edad. En Inglaterra, Henry y Col (1985) concluyen que la inclusión de ácido cítrico (3%) o el fumárico (1.5%) en preiniciadores en lechones destetados de 10 días de edad (tabla 17) mejora la ganancia de peso, sin modificar la conversión alimenticia. En el ácido fumárico no hubo cambios positivos.

TABLA 17: EFECTOS DE DIETAS ACIDIFICADAS SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LECHONES DESTETADOS TEMPRANAMENTE

TRATAMIENTO Nº DE GRUPOS	TESTIGO	CITRICO	FUMARICO
Nº LECHONES	54	57	56
PESO INICIAL (Kg)	3.1	3.2	3.1
DESVIACION TIPICA	0.1	0.1	0.1
GANANCIA DE PESO (GR/DIA)	189	216	170
DESVIACION TIPICA	6	10	7
CONSUMO DE ALIMENTO	189	226	162
DESVIACION TIPICA	7	24	6
CONVERSION ALIMENTICIA	1.04	1.03	1.16
DESVIACION TIPICA	0.01	0.01	0.07

Una gran interrogación nace concerniente al uso de los ácidos orgánicos y su palatabilidad. La mayoría de los reportes implican una reducción en el consumo de alimento (Henry y col. 1985, Falkowski y Ahtrne, 1984). La utilización de saborizantes y combinación de ácidos podrán contrarrestar esta dificultad. Giesting e Easter (1985) comparan varios ácidos orgánicos en raciones maíz/soya en cerdos durante 26 días concluyen que mientras la eficiencia en conversión se mejoraba, el consumo disminuía. (tabla 18).

TABLA 18: EFECTO DEL USO DE ACIDOS ORGANICOS (2%) EN EL pH DE LA DIETA, GANANCIA DE PESO CONSUMO DE ALIMENTO Y EFICIENCIA.

	TESTIGO	PROPIONICO	FUMARICO	CITRICO	E.S.
pH DIETA	5.78	4.72	4.18	4.06	
GANANCIA DIARIA (G)	252	241	264	260	11.14
CONSUMO ALIMENTO (G)	492	438	480	476	15.69
GANANCIA /ALIMENTO	0.51	0.55	0.55	0.55	0.014

Peso inicial, 7.5 Kg.; peso final 14.6 Kg.

Cada valor es el promedio de 8 repeticiones de 5 corrales por repetición.

Burnell y col. (1988), en la Universidad de Kentucky, estudiaron la combinación de acidificantes junto con un saborizante y reportaron que la adición de un ácido orgánico a una dieta a base de maíz/soya resultaba en importantes mejoras en las ganancias de peso y en la eficiencia en la conversión alimenticia (tabla 20). En trabajos posteriores estos investigadores aplicaron el mismo acidificante a 0.5 y 1.0% a dietas simples (maíz/soya) y compleja (maíz/soya/suero) a lechones destetados a 21 días. Las respuestas fueron similares a las reportadas inicialmente con el acidificante/probiótico. (tabla 21).

Estos autores concluyeron que la adición de un acidificante/probiótico, a base de una mezcla de ácidos orgánicos, bacterias lácticas enzimas y saborizantes a dietas al 0.5% mejoran el comportamiento de lechones recién nacidos.

Experimentos en la unidad multiplicadora de Newsham Hybrid (Bourne, 1990) comparando el efecto de la inclusión de varios acidificantes en dietas iniciadoras concluyeron que el ACID-PAK 4 WAY fue superior al resto de los acidificantes evaluados. (tabla 19). Los lechones del tratamiento ACID-PAK 4 WAY fueron superiores en 44% en las ganancias de peso sobre la dieta testigo.

TABLA 19: COMPORTAMIENTO DE LECHONES DESTETADOS CON DIETA ACIDIFICADAS.

	TESTIGO	ACIDO CITRICO (10 KG/TON)	COMBINACION ACIDOS (2 KG/TON)	ACID-PAK 4 WAY (4 KG/TON)
Nº CERDOS	90	30	150	50
PESO INICIAL (KG)	7.7	7.0	7.6	8.2
GANANCIA DE PESO (KG/DIA)	259	317	267	374
CONVERSION ALIMENTICIA	1.29	1.29	1.21	1.14

TABLA 20: EFECTO DE UN ACIDIFICANTE EN EL CRECIMIENTO Y LA CONVERSION ALIMENTICIA EN LECHONES DESTETADOS.

	TESTIGO	ACIDIFICANTE
pH DIETA	5.78	5.49
GANANCIA DE PESO (g/DIA) ^b	299	332
CONSUMO DE ALIMENTO (G/DIA)	518	520
CONVERSION	1.74	1.57

1% de la dieta. ACID-PAK 4 WAY, (ALLTECH. INC.)
B<.05.

TABLA 21: COMPORTAMIENTO DE LECHONES DESTETADOS BAJO DIETAS ACIDIFICADAS/PROBIOTICOS.

DIETA BASAL ACIDO (%) ^a	MAIZ/SOYA			MAIZ/SOYA/SUERO		
	0	0.5	30	0	0.5	1.0
Nº CERDOS	30	30	30	30	30	30
pH DIETA	5.74	5.62	5.46	5.68	5.5	5.41
GANANCIA DIARIA G/DIA ^{ab}	286	316	313	326	336	350
CONSUMO ALIMENTO G/DIA ^a	513	540	531	595	565	581
CONSUMO/GANANCIA ^c	1.8	1.7	1.71	1.82	1.68	1.67

- ^a Maiz/soya vs maiz/soya/suero P<0.01
^b Efecto del ácido en dietas maiz/soya P<0.12
^c Efecto del ácido en dietas maiz/soya P<0.01
 en maiz/soya/suero P<0.01
 • ACID-PAK 4 WAY (ALLTECH. INC.)

TABLA 22.

EFECTOS DE GASES DE OPERACIONES CONFINADAS SOBRE HUMANOS Y CERDOS

H U M A N O S		C E R D O S	
EXPOSICION AL GAS	EFEECTO	EXPOSICION AL GAS	EFEECTO
A M O N I A C O			
5 ppm	Nivel más bajo que se detecta por el olor	25 ppm	Puede facilitar enfermedades respiratorias
7-10 ppm	Nivel máximo recomendado		Nivel máximo recomendado
6-20+ ppm	Irritación en ojos, problemas respiratorios	50 ppm	Disminución de productividad y salud
40 ppm	Dolor de cabeza, náuseas, reducción del apetito		Exposición durante largo plazo incrementa la posibilidad de problemas neumónicos y otras enfermedades respiratorias
100 ppm (por 1 h)	Irritación de la mucosa		
400 ppm (por 1 h)	Irritación de nariz y garganta	100 ppm	Estornudos, secreción excesiva de saliva y pérdida del apetito, con lo que se afecta la conversión
		500 +ppm	Irritación inmediata de nariz y boca, exposición prolongada provoca respiración muy irregular, seguida de convulsiones
A C I D O S U L F I H I D R I C O			
5 ppm	Nivel máximo recomendado	10 ppm	Nivel máximo recomendado
10 ppm	Irritación en ojos	20 ppm	Miedo a la luz, pérdida de apetito, nerviosismo
20 ppm por más de 20 min	irritación de ojos y garganta	200 ppm	Posibles edemas pulmonares con dificultad para respirar, pérdida de la consciencia y muerte
50-100 ppm	Vómitos, náusea y diarrea		
200 ppm por 1 hora	Depresión del sistema nervioso, mareos, se incrementa la susceptibilidad de pneumonía		
500 ppm por 30 min	Náuseas, desmayos		
600 ppm+	Muerte súbita		

Fuente: National Hog Farmer, Spring 1990,

Una revisión reciente de Donham (1988) comentó de su experiencia personal de haber pasado muchas horas en operaciones confinadas. Después de haber observado en sí mismo algunos síntomas en los que sentía opresión en el pecho, se empezó a preocupar. En 1976, inició una encuesta en Estados Unidos y también en cinco otros países. Los datos que obtuvo por más de 15 años mostraban que los trabajadores de casetas de cerdos confinadas tenían una disminución en el funcionamiento pulmonar. Más del 15% del grupo indicaban que tenían problemas crónicos de tos. Muchos sufrían de algo que se había denominado como "fenómeno del lunes en la mañana", donde los síntomas eran peores después de haber estado dos días fuera de las casetas.

En la búsqueda de una solución para reducir las cantidades de amoniaco, muchos investigadores han estudiado los extractos de la planta desértica *Yucca schidigera* con resultados muy prometedores. Los términos *Yucca schidigera* y componentes a base de sarsaponinas son é menudo utilizados como sinónimos. Se ha demostrado que los extractos de la yucca, uno de los ingredientes activos del producto denominado DE-ODORASE, reducen los niveles de amoniaco en las casetas confinadas, y esto ha sido ampliamente reportado (Rowland et al. 1977; Berg. 1977; Bastien, 1967).

El extracto de la yucca es uno de los pocos componentes que consistentemente aporta una respuesta en producción en la etapa de finalización en cerdos. En una serie de cinco pruebas en la Universidad de Furdue (Foster, 1983) se midió el desarrollo de cerdos en finalización alimentados con una ración típica de maíz-soya, adicionada con extracto de yucca a razón de 60 g/ton. La respuesta total al extracto de yucca fue de aproximadamente un 5% más en la ganancia de peso y un 2% de mejora en la conversión alimenticia. En estudios independientes en Holanda, Rob Kimenai reporta resultados similares como se muestra en la tabla 23.

TABLA 23. EFECTO DE LA ADICION DE EXTRACTO DE YUCCA EN LA DIETA SOBRE EL DESARROLLO DE CERDOS

	DEODORASE*	CONTROL
NUMERO DE CERDOS (No.)	200	200
PESO INICIAL (Kg)	18.5	18.7
GANANCIA DIARIA (g/día)	720	660
CONSUMO TOTAL (Kg)	201.5	197.5
CONVERSION ALIMENTICIA	2.59	2.69

*DEODORASE (ALLTECH, INC). 100 g/ton

Steve Bourne, en casetas experimentales reporta disminuciones dramáticas en la concentración de amoniaco. Utilizando cerdos en unidades confinadas, observó reducciones consistentes y prolongadas del nivel del amoniaco durante un periodo de seis semanas (Figura 2).

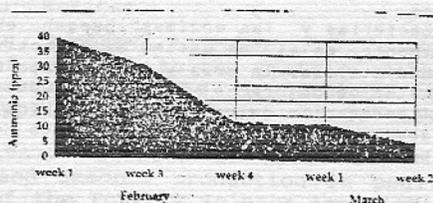


Figura 2.

Peter Williams también observó resultados similares en experimentos controlados usando el producto a una concentración de 100 g/ton. Otros resultados del Centro Agrícola Nacional Británico, mostraron una disminución del 50% de los niveles de amoniaco (Tabla 24).

	SIN DEODORASE		CON DEODORASE
UNIDAD DEL COLEGIO			
No. DE CERDOS(1)	105	82	132
AMONIACO (ppm)(2)	27	32	16
UNIDAD COMERCIAL			
No. DE CERDOS(1)	1506		1534
AMONIACO (ppm)	31		19

(1) DENSIDAD: 0.8 PIE CUADRADO/KG DE PESO VIVO

(2) TEMPERATURAS EXTERNAS MAXIMAS Y MINIMAS (GRADOS CENTIGRADOS) FUERON DE 14-1, 25-10 Y 8-12. LOS VALORES CORRESPONDIENTE EN EL INTERIOR FUERON 22-19, 25-19 Y 23-19

A nivel de los mecanismos de acción de los extractos de yucca, se ha comentado de la posible inhibición de la enzima ureasa. Esta enzima degrada la urea en amoniaco y bióxido de carbono. Esta propuesta de mecanismo de acción explica en cierta manera la eficacia del producto

en ganado de engorde, pero no explica lo suficiente los resultados tan buenos en aves. Las aves no excretan urea sino ácido úrico. El Dr. Headon y el Dr. Dawson, investigando sobre este dilema, evaluaron el efecto de este compuesto utilizando urea marcada con carbono 14. Observaron que a nivel del bióxido de carbono no hubo ningún efecto, y concluyeron que el extracto de yucca no está inhibiendo la urease, sino de hecho está ligando el amoníaco. Además, se identificaron dos componentes diferentes, ambos identificados como glicoproteínas, uno de los cuales se enlaza con el amoníaco y el otro con el azufre contenido en otros gases tóxicos.

El papel que las bacterias y las enzimas juegan en los productos disponibles comercialmente, es el de estimular la actividad bacteriana y celuiolítica así como utilizar la urea y el amoníaco que se produce. En esta forma, el tratar de mejorar el medio ambiente a futuro parece más prometedor con el desarrollo de este tipo de nuevos productos, y ya ahora, en varios países europeos, es un procedimiento normal el incluir extractos de yucca, bacterias y enzimas.

CONCLUSIONES

Conforme las prácticas de manejo se vuelvan más intensivas y generen mayores niveles de presión sobre los lechones recién nacidos y destetados, la importancia de los aditivos biológicos para mejorar el estado de salud y el comportamiento productivo de los animales es también mayor. El estrés induce a la manifestación de diarreas que son el factor más importante de mortalidad en lechones. Investigaciones actuales sugieren y apoyan que la adición de lactobacilos y estreptococos vivos en forma oral inmediatamente después del nacimiento y con el alimento, tendrá un efecto definitivo en el control de colibacilosis. Existen presentaciones de probióticos que son fácilmente administradas en lechones.

El concepto de probióticos está orientado a mejorar el crecimiento de los lactobacilos y reducir el número de enteropatógenos. Conforme los productores continúen haciendo uso de prácticas de destete precoces, la necesidad de utilizar probióticos, enzimas y acidificantes se torna indispensable. Los lechones requieren de probióticos para mantener un tracto gastrointestinal funcional y una flora en equilibrio para una mejor utilización de los nutrientes y la inhibición de enteropatógenos. La combinación de probióticos con cultivos de levaduras tiene un gran potencial para reducir la mortalidad en lechones. Tal parece que a medida que un animal crece, las bacterias generadoras de ácido láctico pasan a ser secundarias con respecto a los cultivos de levaduras. Estudios con otro tipo de fermentaciones cecales, como en el caballo, ilustra los efectos positivos del uso de cultivos de levaduras en términos de incrementar la absorción intestinal de minerales, sobre todo de fósforo. Estudios a futuro deberán evaluar si se tienen efectos similares en cerdos.

Por último, los controles a nivel de contaminación y medio ambiente se han vuelto más estrictos, y los porcicultores producen cantidades enormes de excretas, que están consideradas como uno de los desperdicios más cuestionados entre todos los otros desechos animales. A futuro, los productores deberán resolver este problema así como los efectos nocivos de gases tóxicos como el amoníaco, tanto a nivel de los trabajadores como de los animales. Los avances que se tienen en entender los mecanismos de acción de los extractos de yucca ofrecen la

mejor solución natural para resolver ambos problemas. Los alimentos concentrados para animales del futuro deberán contener este tipo de aditivos en las concentraciones adecuadas para resolver los problemas de olores y contaminación en las granjas de producción porcícolas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Barrow, P.S., B.E. Brooker, R. Fuler, M.J. Newport. 1980. The attachment of bacteria to the gastric epithelium of the pig and its importance in the microecology of the intestine. *Journal of Applied Bacteriology*. 48:147-154.
- Bastien, R.W. 1987. Effects of *Yucca schidigera* extract on shell strength and ammonia production in poultry manure. 78th Annual Meeting of the Poultry Science Association, Inc., August 10-13, 1987.
- Berg, R.W. 1977. Now ammonia can be controlled. *Turkey World*. July. Watt Publishing Co., Mount Morris, IL 61054.
- Bourne, S. 1990. Effect of De-Odorase on Ammonia Levels at a Commerical Pig Farm. In: T.P. Lyons (Ed.) *Biotechnology in the Feed Industry*. Proceedings of the Sixth Annual Symposium. Alltech Technical Publications, Nicholasville, Kentucky.
- Burnell, T.W., G.L. Cromwell and T.S. Stahly. 1986. Organic acid, copper sulfate and antibiotic additions to starter diets for weanling pigs. *Journal of Animal Science* (abstract) In press.
- Cole, D.J.A. 1990. Investigations into the use of Lacto-Sacc in Sow Diets and the Control of Piglet Mortality. In: T.P. Lyons (Ed.) *Biotechnology in the Feed Industry*. Proceedings of Sixth Annual Symposium. Alltech Technical Publications, Nicholasville, Kentucky.
- Cranwell, P.D., D.E. Noakes and K.J. Hill. 1968. Observations on the stomach contents of the suckling pig. *Proc. Nutr. Soc.* 27:26a.
- Cranwell, P.D., D.E. Noakes and K.J. Hill. 1976. Gastric secretion and fermentation in the suckling pig.
- Donham, K.J., 1989. Human and Livestock Risks Associated with Airborne Contaminants in Livestock Housing. Proceeding of 1989 Livestock Waste Management Conference, Department of Agricultural Engineering, Cooperative Extension Service of University of Illinois, March 1989, pp. 15-30.

- Ellinger, D.K., L.D. Muller and P.J. Glantz. 1978. Influence of feeding fermented colostrum and *Lactobacillus acidophilus* on fecal flora and selected blood parameters of young dairy calves. *Journal of Dairy Science* 61 (Suppl. 1):126 (Abstract)
- Falkowski, J.F. and F.X. Aherne. 1984. Fumaric and citric acid as feed additives in starter pig nutrition. *J. anim. Sci.* 58:935-938.
- Fallon, R.J. and F.J. Harte. 1987. The effect of yeast culture inclusion in the concentrate diet on calf performance. *J. Dairy Sci.* 70:(Suppl. 1).
- Fallon, R. 1986. Calf - The European experience. In: Second Annual Biotechnology Symposium. Alltech, Inc. Nicholasville, Kentucky.
- Foster, J.R. 1983. Sarsaponin for growing/finishing swine alone or in combination with an antibiotic at different pig densities. *J. Anim. Sci.* 57(Suppl. 1):245.
- Fuller, R. and A. Turvey. 1971. Bacteria associated with the intestinal wall of the fowl.
- Fuller, R. 1977. The importance of lactobacilli in maintaining normal microbial balance in the crop. *British Poultry Science* 18:85.
- Gedek, Brigitte. 1987. Probiotics in animal feeding: Effects on performance and animal health. *Feed Mag. Int'l.* November.
- Giesting, D.W. and R.A. Easter. 1985. Response of starter pigs to supplementation of corn soybean mealdiets with organic acids. *J. Anim. Sci.* 60:1288.
- Gilliland, S.E. 1979. Beneficial interrelationships between certain microorganisms and humans: candidate microorganisms for use as dietary adjuncts. *Journal of Food Protection* 42:164.
- Gilliland, S.E. 1981. Enumerations and identification of lactobacilli in feed supplements marketed as sources of *Lactobacillus acidophilus*. Animal Science Research Report. Oklahoma Agricultural Experiment Station.
- Hamden, E.Y. and E.M. Mikofajcik. 1974. Acidolin, an antibiotic produced by *Lactobacillus acidophilus*. *J. Antibiotics.* 27:632.
- Henry, R.W., D.W. Pickard and P.E. Hughes. 1985. Citric acid and fumaric acid as food additives for early-weaned piglets. *Anim. Prod.* 505-509.

- Hutcheson, D. 1987. Researcher lists characteristics of probiotics. Feedstuffs. December 14.
- Ingram, P.L. 1962. Observations of the pathology and pathogenesis of experimental coli bacillosis in calves. Ph.D. Thesis, University of London.
- Jonsson, E. and I. Olson. 1985. The effect on performance, health and faecal microflora of feeding lactobacillus strain to neonatal calves. Swedish Journal of Agricultural Research 15:71-76.
- Jernigan, M.A., R.D. Miles and A.S. Arafa. 1985. Probiotics in poultry nutrition -- a review. W. Poult. Sci. Assoc. 41:99.
- Kershaw, G.P. J.R. Luscombe and D.J.A. Cole. 1966. Lactic acid and sodium acrylate: Effect on growth rate and bacterial flora in the intestines of weaned pigs. Vet. Rec. 79:296.
- Kidder, D.E. and M.J. Manners. 1978. Digestion in the pig. Scientifica. Bristol.
- Kirchgeßner, M. and F.X. Roth. 1982. Fumaric acid as a feed additive in pig nutrition. Pig News Inf. 3:259-263.
- Kovacs, F., B. Nagy and G. Sinkovics. 1972. The gut bacterial flora of healthy early weaned piglets with special regards to factors influencing their composition.
- Lyons, T.P. 1986. Biotechnology in the feed industry. In: Second Annual Biotechnology Symposium. Alltech, Inc. Nicholasville, Kentucky.
- Manfredi, E.T. 1986. The application of microbial ecology and biotechnology to animal feeding. The World Biotech Report 2(7): 81.
- Mariott, McKim, W. and T. Davidson. 1924. The acidity of the gastric contents of infants. American Journal of the Diseased Child 26:542-552.
- Metchnikoff, E. 1907. Prolongation of Life. G.P. Putnam & Sons, New York.
- Mordenti, A. 1986. Probiotics and new aspects of growth promoters in pig production. Information Zootechnology 32(5):69.
- Nemeskery, T. 1983. Probiotics for young animals. Feed Int. Dec.:46.
- Parker, R.B. 1974. Probiotics, the other half of the antibiotic story. Animal Nutrition & Health 29, 4-8.
- Pollmann, D.S. 1986. Non-nutritive feed additives -- what are they? Proc. 22nd Annual Guelph Nutrition Conference, University of Guelph, Ontario.

- Rantala, M. and E. Nurmi. 1973. Prevention of the growth of Salmonella infantis in chicks by the flora of the alimentary tract of chickens. Br. Poult. Sci. 14:627.
- Robinson, I.M., S.C. Whipp, J.A. Bucklin and M.J. Allison. 1984. Characterization of predominant bacteria from the colons of normal and dysenteric pigs. Appl Environ. Microbiol. 48:964.
- Rowland, L.D., J.E. Plyer and J.W. Bradley. 1979. Yucca shidigera extract effect on egg production and house ammonia levels. Poult. Sci. 55:2086 (abstr.).
- Scipioni, R., G. Zaghini and A. Biavati. 1978. Acidified diets in early weaning piglets. Zootecnica e Nutrizione Animale 4:201.
- Sedo, 1986. Agricultural Experimental Station Report. University of Barcelona, Spain.
- Smith, W.H. 1971. The bacteriology of the alimentary tract of domestic animals suffering from E. coli infection. Annals New York Academy of Science. 176:110-125.
- Watkins, B.A. and B.F. Miller. 1983. Competitive gut exclusion of avian pathogens by Lactobacillus acidophilus in gnotobiotic chicks. Poult. Sci. 62:1772.
- Kovacs, J. S. and G. S. Papp. 1977. The effect of dietary acid on the growth of Salmonella typhimurium in chicks. J. Anim. Sci. 45:1000-1004.
- Tracy, T. P. 1962. Bacteriology in the feed industry. In: "Bacteriology of the Feed Industry" (Ed. by T. P. Tracy), pp. 1-10. Academic Press, New York.
- Manfredi, E. T. 1960. The application of microbial ecology and bacteriology to animal husbandry. In: "Bacteriology of the Feed Industry" (Ed. by T. P. Tracy), pp. 11-15. Academic Press, New York.
- Kovacs, J. S. and T. Davidson. 1973. The activity of the gastric contents of infants. American Journal of the Diseases of Children 127:100-104.
- Metchnikoff, E. 1908. Prolongation of life by bacteria. New York: Doubleday.
- Horvath, J. 1955. Bacteriology and host aspects of growth of Salmonella typhimurium in the chick. In: "Bacteriology of the Feed Industry" (Ed. by T. P. Tracy), pp. 16-20. Academic Press, New York.
- Manfredi, E. T. 1960. Bacteriology of the feed industry. In: "Bacteriology of the Feed Industry" (Ed. by T. P. Tracy), pp. 1-10. Academic Press, New York.
- Parker, R. B. 1974. Probiotics: the other half of the antibiotic story. Animal Nutrition & Health 22: 4-8.
- Kolman, G. B. 1966. Non-nutritive feed additives -- what are they? Proc. 22nd Annual South Nutrition Conference, University of Georgia, Georgia.