

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

---

296-07

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLÁN

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN  
PECUARIOS

“EVALUACIÓN DE LOS BENEFICIOS DE LA  
INCORPORACIÓN DE BUTIRATO SÓDICO EN  
ALIMENTOS BALANCEADOS PARA LECHONES”.

TRABAJO DE SEMINARIO QUE PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA  
Daniel Trujillo Guillén.

Asesor: M.V.Z. Fernando Ingalls Herrera

Cuautitlán Izcalli, Estado de México 2001 .



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
SISTEMA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

"Análisis y evaluación de sistemas de producción pecuarios"

"Evaluación de los beneficios de la incorporación de butirato  
sódico en alimentos balanceados para lechones"

que presenta el pasante: Daniel Trujillo Guillén

con número de cuenta: 8758839-4 para obtener el título de  
Médico Veterinario Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el  
EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 2 de febrero de 2001

| MODULO | PROFESOR                           | FIRMA |
|--------|------------------------------------|-------|
| I      | MVZ Fernando Ramón Ingalls Herrera |       |
| II     | CP César Ramírez Herrera           |       |
| III    | LE Rogelio Sanchez Arrastío        |       |

## DEDICATORIA

*Dedico mi tesis a mi familia y esposa  
Como a todas las personas que me  
motivaron a llegar este objetivo en mi  
vida y de igual modo a todos los que de  
algún modo apoyaron a la terminación de  
este trabajo.*

## **AGRADECIMIENTOS**

**A mis padres, Eduardo Trujillo A. y María del Refugio Guillén que ante todo ha sido la base de mi formación no solo, académica sino como persona, siendo mi educación la mejor de mis herencias.**

**A mi esposa que pacientemente me ha apoyado en todos mis proyectos, particularmente en este de mi vida académica.**

**A mis hermanos, orgullo de mi infancia, con quien solidariamente cuento.**

**A mis asesores:**

**En esta ultima fase de estudios, particularmente el M.V.Z. Fernando Ingalls por esta gran oportunidad para titularme y apoyarme como asesor.**

**Al Dr. Benito López Baños quien de igual modo participó ayudando para la finalizacion de este trabajo.**

**A mis profesores y la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán que han participado activamente en mi formación educativa.**

**A Norel Mexico compañeros y amigos con quien comparto mi vida profesional.**

**A compañeros y amigos por brindarme su apoyo y amistad.**

**\*\*\*A todos Muchas Gracias \*\*\***

## INDICE

|  | PAGINA |
|--|--------|
| Resumen                                    | 1      |
| Objetivo                                   | 3      |
| Hipótesis                                  | 4      |
| <b>CAPITULO 1 Marco teórico</b>            |        |
| Introducción                               | 5      |
| 1.1 Nuevas tecnologías para preiniciadores | 7      |
| 1.2 Proceso enzimático                     | 8      |
| 1.3 Síntesis de ácidos gástricos           | 10     |
| 1.4 Tipos de ácidos                        | 11     |
| 1.5 Sistema de actuación de los ácidos     | 13     |
| 1.6 Efecto en el alimento                  | 15     |
| 1.7 Efecto estomacal                       | 16     |
| 1.8 Efecto intestinal                      | 20     |
| 1.9 Efecto en el metabolismo               | 21     |
| <b>CAPITULO 2 Marco referencial</b>        |        |
| 2.1 Localización                           | 24     |
| 2.2 Mapa                                   |        |
| <b>CAPITULO 3 Metodología</b>              |        |
| 3.1 Alimentación                           | 25     |
| 3.2 Animales                               |        |
| 3.3 Tratamiento                            |        |
| 3.4 Parámetros a medir                     |        |
| 3.5 Análisis estadístico                   | 26     |
| <b>CAPITULO 4</b>                          |        |
| Resultados cuadro                          | 27     |
| Resultados estadísticos                    | 28     |

|                     |    |
|---------------------|----|
| <b>CAPITULO 5</b>   |    |
| 5.1 Interpretación  | 30 |
| 5.2 Discusión       | 31 |
| 5.3 Conclusiones    | 36 |
| <b>BIBLIOGRAFIA</b> | 37 |



## RESUMEN

El presente trabajo recopila una serie de información y datos acerca de la diferencia que marca el uso de Acidos grasos volátiles con una función de crecimiento particularmente en etapas de primeras edades, obligados los porcicultores a eficientar cada etapa, se ha desarrollado la tecnología para “destete precoz” haciendo esta fecha mas cercana al nacimiento causando eficiencia de instalaciones como disminución de enfermedades verticales y más beneficios el costo de esta disminución de tiempo es la desventaja fisiológica del lechón para producir el HCL que requiere, dando cabida a la utilización de ácidos, hablando del beneficio que ofrece su uso a diferentes niveles, como gástrico, intestinal e incluso en la hipótesis que se menciona considera el uso de un nuevo acidificante con base en Butirato Sódico presentando cambios a nivel metabólico presentando tablas de corrosividad de ácidos, valores de pH, como crecimiento de organismos a distintos niveles intestinales, y la influencia de la productividad que puede tener un lechon a con la influencia de acidos inorganicos como organicos.

En otro capitulo se hace referencia de la ubicación de la granja donde se realizo la prueba con lechones en el estado de Guanajuato, tratando a dos grupos con su respectivo grupo control como el experimental, verificando parámetros de peso inicial, peso final, ganancia media diaria, consumo medio diario, conversión alimenticia, tocando finalmente los parámetros estadísticos.

Al final en esta prueba observamos una disminución significativa de bajas en 46% del grupo control, una disminución del consumo total en el grupo experimental, además de una disminución del 17% en conversión, así se añadió información de estudios realizados con butirato sódico ya que parece que el butirato ejerce su influencia sobre la absorción de líquidos y electrolitos en el colon, haciendo un efecto de combustible generando energía, regulando de modo positivo ciertos

sistemas de transporte electrolítico y probablemente también efectos sobre factores neuroendocrinos (Velázquez, Leder & Rombeau 1997) además de los estudios de Katoh en 1989 inyectando de modo intravenosa acetato de propionato y butirato sódico, observando mayor secreción de jugo pancreático y mayor liberación de proteínas. Galfi por su parte demuestra un incremento en la regeneración epitelial de las microvellosidades intestinales, aumentando su tamaño, y superficie de absorción, por lo que concluimos que el último capítulo que esta experiencia refleja algunos de los estudios realizados previamente sin embargo requiere de mayor estudio mereciendo la pena profundizar en el tema.

## **OBJETIVO**

Evaluar el beneficio nutricional que representa adicionar butirato sódico como promotor de crecimiento en cerdos de etapas preiniciadoras, verificando parámetros productivos.

## **HIPOTESIS :**

El uso de butirato sódico en la alimentación de etapas de preiniciación, favorecerá la acidificación estomacal, intestinal y estimulando la flora láctica, como el incremento de vellosidades intestinales, mejorando el aprovechamiento de los nutrientes, consiguiendo además una acción favoreciendo la acidez del tracto digestivo y como promotor de crecimiento.

## INTRODUCCION

El presente trabajo se elabora dentro del seminario de apoyo a la titulación **ANALISIS Y EVALUACION DE SISTEMAS DE PRODUCCION PECUARIOS** ofrecido en las instalaciones de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, el tema desarrollado tiene el objetivo de demostrar los beneficios nutricionales del uso de Butirato Sódico en dietas de los animales de edades primarias especialmente predadoras, haciendo verificación de las diferencias en parámetros como consumo, conversión alimenticia y otros.

El capítulo 1 presenta, como las nuevas tecnologías aplicadas a disminuir el tiempo en el que se realiza el destete, mencionando los beneficios zootécnicos y económicos que tenemos sin embargo existen la problemática que esto implica, para lo que se abunda en la producción de síntesis de Acido Clorhídrico, y procesos enzimáticos, como se han utilizado los ácidos como un aditivo, con base en uso de ácidos orgánicos e inorgánicos y sus efectos.

El capítulo 2 presenta la localización y datos generales del lugar donde se realizó la prueba, anexando un mapa.

El capítulo 3 hacemos una revisión del tipo de alimentación animales y la manera en que se realizó la prueba para 326 lechones divididos en 4 lotes con la misma cantidad de animales, además los parámetros a medir y el tipo de análisis estadístico se utilizo.

Capítulo 4 mostrando la tabla de resultado que se discuten en el capítulo 5 haciendo mención de 3 datos predominantes que fueron 46 % de bajas menos en el grupo de ácidos grasos volátiles frente al testigo, el segundo dato sobresaliente fue la diferencia de consumo de un 11% menor del

grupo de AGV frente al testigo, y por ultimo una diferencia de conversión alimenticia de 17% sobre el testigo.

Finalmente se hace una discusión en el capítulo 5 enriquecido con bibliografía, cuadros de katoh y tsudo con pruebas donde muestran el uso de butirato en inyección influye aumentando la secreción de fluido pancreático y la secreción de amilasa, además una de las tablas más significativas es la de Galfi y Bokori haciendo cortes histológicos y haciendo un conteo de tamaño y número de células revisados en íleon y ciego, observando cambios significativos atribuyendo a esto, las diferencias causadas en la prueba realizada, concluyendo en que el uso de butirato sódico es una nueva alternativa de adición como aditivo para mejorar la absorción de nutrientes y finalmente reflejándolo en el costo por consumo de animales como en su aprovechamiento.

# CAPITULO I

## MARCO TEORICO

### 1.1 NUEVAS TECNOLOGIAS PARA PREINICIADORES

Los lechones de manera natural son destetados por la madre entre la 8 a y 12 semana de edad (Gómez y Cuaron, 1992), sin embargo, con la utilidad de ingredientes de alta calidad y más apropiados para los lechones, se pudo disminuir la edad al destete a tres semanas de vida, y más recientemente, es común observar destetes de menos de 18 días de edad (Borbolla y Flores, 1997). A este tipo de destete se le ha llamado destete precoz 21 días, que entre los años 80's y 90's se empezó a difundir y a desarrollar diferentes sistemas con respecto a este destete. Los sistemas más conocidos son el Segregated Early Weaning (SEW), el cual consiste en trasladar a los cerdos de área cae maternidad a la zona de crecimiento sin medicación adicional (Yeske, 1995b). El Medicated Early Weaning (MEW) consiste en medicar tanto a la hembra como a los lechones (Alexander, 1980), posteriormente, se originó uno donde el lechón recibe medicamento antes de ser destetado y se vacuna a la cerda contra ciertas enfermedades, a este sistema se le llamo Modified Medicated Early Weaning. El sistema ISOWEANTm (ISO = aislado y WEAN = destete) ofrece la ventaja de separar y aislar a los lechones en instalaciones, alejadas de las demás. Todos estos sistemas ofrecen ventajas comunes al implementarlos en las granjas porcinas. Dentro de las principales ventajas son: maximizar el uso de instalaciones de maternidad, disminuir los días en los que permanecen las cerdas en ésta área (Batista, 1997), aumentar el número de lechones destetados por cerda al año al reducir el periodo de

lactación (Ortiz et al., 1998) e incrementar el estado sanitario de las granjas al disminuir la transmisión de enfermedades de la madre a la cría (Dritz et al., 1996ab), siendo esto el objetivo prioritario del destete precoz 21 días. El destete precoz además de ofrecernos estas ventajas, también tiene desventajas, como la disminución en el consumo de alimento nula o negativa ganancia de peso incremento en la presentación de diarreas, pobre producción de enzimas pancreáticas e intestinales (Cera et al.) 1988, 1990) y una débil secreción de ácido clorhídrico (Easter, 1988,1994)

## 1.2 PROCESOS ENZIMATICOS.

El lechón al nacer se alimentará exclusivamente de leche, esta será aprovechada gracias a que él cuenta con un sistema enzimático específico para digerir y absorber los nutrientes de este alimento. Sin embargo, al estar altamente adaptado el lechón a la leche materna (Maxweil 1996) esto acarreará consigo algunos problemas al momento del destete, por lo que el aparato digestivo es incapaz de digerir y absorber los nutrientes de las dietas que se utilizan de manera convencional para su alimentación en la etapa de crianza. Esta inmadurez digestiva se debe entre otras cosas a la pobre capacidad del cerdo recién destetado para producir enzimas pancreáticas, amilasas, proteasas y lipasa( Cera et al, 1990), enzimas intestinales maltasa y sacarasa, (Cera et al. , 1988) y a una baja producción de ácido clorhídrico (Easter, 1988-, 1994).

La lactosa es el principal azúcar de la leche ( Ganong, 1996), que requiere de la enzima lactasa para ser digerida, enzima que posee concentraciones elevadas al momento del nacimiento



( Gómez y Cuarón, 1992). La concentración de ésta enzima declina con la edad hasta casi desaparecer en la vida adulta ( Ganong, 1996), su patrón de producción coincide con el de la producción láctea por parte de la cerda, la cual alcanza su máximo nivel alrededor de la 2a y 3a semana de lactancia (Pluske, 1995; )momento en el cual declina rápidamente (Cera et al. 1988. Gómez y Cuarón, 1992). Además de la lactasa, existen otras enzimas como la lipasa, amilasa y proteasas. que son secretadas por el páncreas y mucosa intestinal (Jensen et al., 1997). La concentración de estas enzimas incremento conforme se aumente la concentración del sustrato dependiendo de la edad del cerdo. En este sentido, se ha visto que la lipasa y amilasa incrementan sus niveles a la cuarta semana de vida, y las proteasas entre la cuarta y sexta semana después del nacimiento. Otras enzimas importantes en la digestión de está especie son la sucrosa y maltasa, en estas sus concentraciones tienden a elevarse entre el segundo y cuarto día después del destete.

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

### 1.3 SINTESIS DE ACIDOS GASTRICOS.

Además de la deficiente producción enzimática, los cerdos jóvenes y principalmente los lactantes presentan una baja producción de HCl (Maxwel, 1994) el cual es la principal secreción exócrina producida por las células parietales del estómago (Maxwel, 1994) Una secreción adecuada de HCl se observa a las 4 - 5 semanas de vida, esta secreción depende al igual que la enzima, de la edad y a la cantidad y tipo de sustrato presente en el estómago joven. El estómago del cerdo es un órgano importante en el proceso digestivo, y es fundamental para el inicio de la digestión. Anatómicamente, este órgano se compone de cuatro regiones, que son identificadas microscópicamente desde los 10 - 21 días de edad. La región más grande de este órgano es la región fúndica y algunos reportes señalan que comprende el  $73 \pm 4\%$  del total del estómago, Entre otras funciones. esta región se encarga de secretar HCl y varios precursores (proenzimas o cimógenos) de enzimas proteolíticas (Maxwell, 1994). La secreción de HCl se realiza en tres fases llamadas: cefálica, intestinal y gástrica. La fase cefálica normalmente se desencadena por el aspecto visual, olor y sabor del alimento (Matthew, 1992), la fase gástrica se inicia por la presencia de alimento en el estómago, y la fase intestinal es estimulada por la presencia de péptidos y aminoácidos. Cada una de estas fases necesita tener un mediador químico llamado secretagogo, que transmita el estímulo a las células para secretar HCl (Matthew, 1992). Entre los principales secretagogos se encuentran: la gastrina, acetilcolina e histamina, las cuales estimulan a través de las vías endócrino, neurócrina y parácrina. En la secreción clorhídrica, la fase gástrica es la más importante, ya que es la fase donde se secreta a la mayor cantidad de HCl. Esta fase comienza con la presencia de alimento en el estomago lo cual estimulada principalmente con la digestión proteica

( Mathew , 1992) y mas especificamente con la presencia de aminoácidos como la fenilalanina y el triptofano que actúan de manera directa sobre las células G (Ganong, 1996 ) las cuales son las encargadas de la producción de gastrina ( Ganong,1996) la inhibición de la secreción gástrica ocurre en respuesta al ácido clorhídrico contenido en el estómago (Berne y Matthew, 1992). La presencia de ácido libre en la luz gástrica parece tener un efecto inhibitorio sobre las células G, así como también la secretina. La secretina inhibe la liberación de gastrina por las células G y la respuesta de las células parietales a los secretagogos (Ganong, 1996)

#### 1.4 TIPOS DE ACIDOS

Los ácidos se clasifican en dos grupos:

- Ac. Inorgánicos
- Ac. Orgánicos

##### a) Ac. Inorgánicos

Son sustancias capaces de ceder protones sin contener en su fórmula química carbono.

Los más destacados son:

- Ac. Ortofosfórico
- Ac. Clohidrídrico
- Ac. Sulfúrico
- Ac. Nítrico

Los aniones de estos ácidos no tienen efecto microbiano, por ser esterificados por los grupos carboxílicos de la membrana de la célula bacteriana. Tampoco proporcionan mejora en la absorción de nutrientes a nivel gastrointestinal (Eidelsburger 1998). Al Ác. Ortofosfórico podemos darle un valor complementario por el aporte de fósforo inorgánico. Éste es el único dentro de los Inorgánicos permitido para ser utilizado en alimentación animal.

El ácido clorhídrico y su sal cálcica reducen el crecimiento, probablemente debido a un menor consumo, como consecuencia de la alteración del equilibrio electrolítico. Por lo tanto podemos decir que el acidificante no solo es importante por la acción sobre el pH, sino también viene determinado por el tipo de anión. Son altamente corrosivos y disminuyen la palatabilidad a niveles medios de inclusión.

*Tabla 1 Influencia de ac. inorgánicos sobre la productividad del lechón (Roth y Kirchgessner 1999)*

| Ac. Inorgánico  | Dosis % | $\Delta$ PV % Sobre control | IC % Sobre control |
|-----------------|---------|-----------------------------|--------------------|
| Ortofosfórico 1 | 0,85    | 0                           | + 1,2              |
|                 | 1,70    | - 1,6                       | 0                  |
|                 | 2,55    | + 2,9                       | -0,6               |
| Ortofosfórico 2 | 3,55    | + 2,0                       | - 9                |
| Clorhídrico 3   | 3       | -38,0                       | + 6,0              |
| Clorhídrico 4   | 1,4     | -16,5                       | + 1,0              |

1 Roth y Kirchgessner 1989, Peso inicial 6,4 Kg

2,3 Giesting y Easter 1986, Peso inicial 7,0 Kg<sup>4</sup> Eidelsburger et al 1992, peso inicial 5,8 Kg.

## B) Ácidos orgánicos

Son aquellos cuya estructura química se basa en el carbono. Su utilización en alimentación animal es por su capacidad de reducción de pH favoreciendo la conservación por su efecto bactericida. A su vez tienen un efecto positivo a nivel digestivo y metabólico mejorando la absorción de ciertos nutrientes. Cabe destacar los siguientes: ácido fórmico, acético, propiónico, butírico, cítrico, fumárico, láctico, málico y sórbico.

Su modo de acción está basado en una mejor digestibilidad de minerales, proteína y energía como promotores del crecimiento, y en un control sobre los microorganismos del tracto gastrointestinal. Su efecto antimicrobiano no sólo depende de su poder acidificante sino también de la capacidad del ácido para penetrar a través de la pared celular del microorganismo en forma no disociada, dependiendo esto del pH del medio (Ostling y Lindgre, 1993).

## 1.5 SISTEMA DE ACTUACIÓN DE LOS ÁCIDOS

### Efecto sobre el pH

A nivel bioquímico, un ácido es un producto capaz de liberar iones hidrógenos o protones ( $H^+$ ) según la ecuación:



El pH nos da la capacidad para liberar los protones variando entre 0 (máximo de acidez) y 14 (máximo de basicidad). El cálculo de pH se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$pH = - \log [H^+]$$

La constante de disociación en agua ( $pK_a$ ) mide la cantidad relativa de HA en relación con la forma disociada ( $H^+$  y  $A^-$ ). Un ácido fuerte es aquel que tiene poca afinidad por el protón y pierde el  $H^+$  con facilidad; entonces se encuentra muy disociado (predominio de  $A^-$  y  $H^+$  en soluciones acuosas). Mientras que un ácido débil no se disocia tan fácilmente (predominio de HA), no cede su protón con facilidad. En cualquier caso siempre se establece una situación de equilibrio con un valor de K que es propio de cada ácido. El cálculo de pK se calcula de la siguiente forma:

$$K = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \rightarrow pK = -\log [K]$$

Por regla general los ácidos más utilizados tienen un valor de pK entre 3,5 y 5. A valores de pH del medio inferiores a pKa del ácido orgánico, esos ácidos aparecen como no disociados, por lo cual cuanto más bajo sea el pKa de los ácidos más acción acidificante tendrá en el alimento (pH entre 6 y 7).

Tabla 2.- Propiedades químicas de ciertos ácidos orgánicos. (Roth y Kirchgessner 1999)

| Acido      | Pka         | Solubilidad en agua | Peso Molecular (g/mol) | E.B. (Kcal/Kg) |
|------------|-------------|---------------------|------------------------|----------------|
| Fórmico    | 3,75        | Muy buena           | 48                     | 1.386          |
| Acético    | 4,75        | Muy buena           | 60                     | 3.537          |
| Propiónico | 4,87        | Muy buena           | 74                     | 4.971          |
| Butírico   | 4,82        | Muy buena           | 88                     | 5.930          |
| Láctico    | 3,08        | Buena               | 90                     | 3.609          |
| Fumárico   | 3,0/4,4     | Regular             | 116                    | 2.748          |
| Málico     | 3,4/5,1     | Buena               | 134                    | 2.390          |
| Tartárico  | 3,0/4,4     | Buena               | 150                    | 1.864          |
| Cítrico    | 3,1/5,9/6,4 | Buena               | 210                    | 2.461          |

El efecto positivo del descenso de pH por aplicación de ácidos tiene dos puntos de actuación:

- Efecto antimicrobiano
- Efecto estomacal

## 1.6 EFECTO A NIVEL DE ALIMENTO.

Es bien conocido que las materias primas utilizadas en la fabricación de alimentos compuestos suelen llegar a nuestras fábricas con cierta contaminación bacteriana y fúngica dependiendo de los sistemas de recolección, manipulación y almacenamiento. A su vez una vez fabricado el alimento deberá almacenarse hasta su consumo final. Todo ello supone las condiciones adecuadas para que en un substrato adecuado se dé la proliferación de microorganismos no deseados.

Tabla 3. Cantidad de HCl para conseguir un pH de 3 en 1 h a 37°C.

| MATERIA PRIMA     | meq/Kg    |
|-------------------|-----------|
| Cebada            | 200-300   |
| Trigo             | 200       |
| Maíz              | 160-200   |
| Avena             | 200-300   |
| Salvado de trigo  | 500       |
| Hna. Soya         | 950-1200  |
| Hna. Pescado      | 1500-1900 |
| Leche desc. Polvo | 1200-1500 |
| Fosfato dicalcico | 6500-7500 |
| Carbonato cálcico | 11400     |

(Makkink et al. 1994).

Existen varios mecanismos para reducir estos niveles de contaminación, siendo el más efectivo la adición de ciertos ácidos orgánicos. Su inclusión disminuye el pH con lo que los microorganismos ven dificultada su capacidad de multiplicación.

Debemos tener en cuenta el efecto tampón de las materias primas. Según la incorporación de algunos ingredientes será más difícil llegar a los pH óptimos para que los ácidos ejerzan su acción bactericida. Se ha demostrado que algunos acidificantes como el propiónico y sus sales (dipropionatos) y en menor medida el fórmico y el acético, tienen una acción fungistática sobre el alimento.

**Tabla 4.- Propiedades del ácido propiónico y sus sales. (Makkink et al. 1994).**

|                       | Inhibidor de hongos | Corrosividad | Volatilidad | Disociación |
|-----------------------|---------------------|--------------|-------------|-------------|
| Ácido propiónico      | 100                 | 100          | 100         | 100         |
| Propionato cálcico    | 40                  | 3            | 0           | 5           |
| Propionato amónico    | 60                  | 3            | 3           | 70          |
| Di-propionato amónico | 90                  | 5            | 5           | 90          |

## 1.7 EFECTO ESTOMACAL

Animales recién destetados presentan un sistema digestivo enzimáticamente inmaduro. Desde el nacimiento y durante el periodo de lactación el lechón es ya capaz de secretar grandes cantidades de lipasa pancreática, lactasa y enzimas proteolíticos específicos de la leche.



La leche de la cerda por ejemplo, es digerida por el lechón en casi un 100% de eficiencia durante la lactancia. Sin embargo, tras los 21-28 días de lactación de un lechón en condiciones de cría industriales, acontece el cambio de dieta, hábitat, compañeros de lote, etc. El lechón presenta los sistemas inmunitario y digestivo que son aún ciertamente inmaduros. Se produce el cambio de un sistema de defensa pasivo, proporcionado por el calostro, a otro en que no sólo él deberá generar toda la defensa humoral y celular necesarias, sino que por los cambios acontecidos en el hábitat y dieta, la carga microbiana ambiental cambia radicalmente y el riesgo potencial de infección aumenta. El lechón no desarrollará plenamente la capacidad de producir anticuerpos de forma efectiva frente a patógenos hasta los 28-35 días de vida.

El sistema digestivo del lechón destetado sólo es capaz de digerir eficazmente azúcares muy sencillos, proteínas simples y grasas con ácidos grasos de cadena corta. Esta inmadurez enzimática digestiva se refleja primeramente en la falta de capacidad de secreción de ácido clorhídrico por parte de los animales en el destete lo que les ocasiona dificultad en mantener el pH adecuado para la actuación de las enzimas digestivas. La renina (o quimosina) es el enzima proteolítico que a pH de 6 aproximadamente cuaja la leche en el estómago durante la lactancia. Rompe la caseína, principal proteína de la leche, para transformarla en paracaseína. En el estómago tanto la quimosina como la pepsina son secretadas por las células principales, y el HCl lo secretan las células oxínticas o parietales. Ambos tipos celulares se encuentran formando estructuras glandulares en la región fúndica del estómago.

El principal enzima proteolítico del adulto en cambio es la pepsina. Este enzima también podría cuajar la leche eficazmente, pero por el alto poder proteolítico rompería también la cadena peptídica de inmunoglobulinas (están formadas por cadenas proteicas). En las inmunoglobulinas radica todo el sistema de defensa inmunológica del lactante durante las primeras semanas de vida, por lo que la presencia de

pepsina en el lactante destruiría el único mecanismo que le protege de infecciones. Queda por tanto de manifiesto que el paso de renina a pepsina es beneficioso para el lactante, que la renina permite beneficiarse de la inmunidad pasiva materna (calostro) durante las primeras semanas de vida sin que las inmunoglobulinas sean "digeridas" en el estómago.

Pero tras el destete se produce un importante cambio de dieta, que en condiciones naturales de vida salvaje es más gradual, pero en condiciones de cría intensiva es brusco y comporta un estrés importante para el animal. Se inicia la alimentación sólida que aporta proteína más compleja, y por supuesto cesa el aporte de inmunoglobulinas de la leche materna. Es entonces cuando la pepsina debe actuar en el estómago, para lo que requiere un pH muy concreto de 2-3, condiciones que son contrarias a lo requerido para la digestión de la leche hasta el momento. Es secretada como pepsinógeno, su forma inactiva o proenzima, que se activa por la presencia de HCl que disminuye el pH del estómago.

El cambio de pepsinógeno a pepsina se produce por la influencia de los jugos gástricos ácidos (HCl), siendo necesario un  $\text{pH} \leq 3$  para que la transformación se realice rápidamente, por lo que la reducción de pH del alimento contribuye a una mejor digestibilidad de las proteínas.

Durante las primeras semanas de vida el pH del estómago del lechón es superior al del animal adulto por la incipiente capacidad de secreción de ácido clorhídrico, lo cual nos provoca una mala digestión de las proteínas del alimento, aportando un sustrato favorable para el desarrollo de bacterias patógenas en el intestino. Hay que tener en cuenta que una acidificación excesiva también puede ejercer un efecto desfavorable ya que se inhibiría la producción de ácido clorhídrico por las células pilóricas. Además un pH inferior a 4 perjudica a las bacterias lácticas y por consiguiente la producción de ácido láctico.

Producción de ácido clorhídrico en el lechón (Maxwel, 1994l, 1985):

3.4 mmol H<sup>+</sup>/h entre 9 y 12 días

7.6 mmol H<sup>+</sup>/h entre 27 y 40 días

*Tabla 5. Valores de pH en los diferentes tramos gastrointestinales del lechón según días post-destete*

(Maxwel, 1994l, 1985).

| DIAS POST-DESTETE | 0   | 3   | 6   | 10  |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|
| Estómago          | 3,8 | 6,4 | 6,1 | 6,6 |
| Duodeno           | 5,8 | 6,5 | 6,2 | 6,4 |
| Yeyuno            | 6,8 | 7,3 | 7,3 | 7,0 |
| Ileon             | 7,5 | 7,8 | 7,8 | 8,1 |

Un efecto del pH bajo en estómago, nos proporciona una barrera, para el paso de bacterias patógenas al intestino. El pH de los fluidos del estómago es bajo, aproximadamente de 2.

El estómago puede considerarse por tanto, como una barrera microbiológica contra la entrada de bacterias extrañas en el tracto intestinal. El descenso del pH en estómago lo podemos conseguir tanto con ácidos Orgánicos como con Inorgánicos.

Tabla 6. Niveles de pH y crecimiento de microorganismos (Banwart 1981).

| Microorganismos | Mínimo  | Óptimo  | Máximo |
|-----------------|---------|---------|--------|
| Clostridium     | -       | 6-7,6   | 8,5    |
| E. Coli         | 4,3-4,4 | 6-8     | 9-10   |
| Pseudomonas     | 4,4-5,6 | 6,6-7   | 8-9    |
| Salmonella      | 4-5     | 6-7,5   | 9      |
| Staphilococcus  | 4,2     | 6,8-7,5 | 9,3    |
| Levaduras       | 1,5-3,5 | 4-6,5   | 8-8,5  |
| Hongos          | 1,5-3,5 | 4,5-6,8 | 8-11   |
| Aspergillus     | -       | 3-6,8   | -      |

## 1.8 EFECTO A NIVEL INTESTINAL

Aunque el recuento de bacterias del contenido gástrico es generalmente bajo, las paredes del estómago a menudo se encuentran intensamente colonizadas por bacterias. Estas son primariamente lactobacilos y estreptococos tolerantes a los ácidos y pueden observarse en grandes cantidades en las secciones histológicas o mediante microscopía electrónica de barrido del epitelio gástrico. Estas bacterias aparecen muy precozmente después del nacimiento y se asientan hacia la primera semana.

Mediante la utilización de ácidos orgánicos podemos controlar el desarrollo de la flora enteropatógena digestiva sin afectar la flora láctica. A su vez, como hemos comentado anteriormente, la disminución de pH estomacal nos mejorará la digestión de ciertos nutrientes.

La acción antimicrobiana de los ácidos se debe a dos sistemas de actuación: Por reducción del pH alterando el medio adecuado de multiplicación de éstos y por su capacidad de penetración en el citoplasma celular y de alterar una vez dentro el metabolismo de la bacteria patógena.

Tenemos que destacar que la propiedad de atravesar la membrana celular es exclusiva de los ácidos orgánicos únicamente los de bajo peso molecular, ya que la acción bactericida se produce al disociarse el ácido en el interior de la bacteria. Una vez dentro, el ácido disociado presenta dos mecanismos de acción:

- 1.- El protón ( $H^+$ ) disminuye el pH intracelular obligando a la bacteria a utilizar su propia energía para recuperar el equilibrio osmótico (Salmond et al. 1984).
- 2.- El anión ( $A^-$ ) dificulta la síntesis de ADN evitando la multiplicación de los microorganismos (Garland 1994).

## 1.9 EFECTO SOBRE EL METABOLISMO.

Los ácidos grasos de cadena corta son producidos por la flora microbiana ruminal en los rumiantes, pero también están presentes de modo natural en el intestino grueso de los monogástricos como producto así mismo de fermentaciones intestinales. Actualmente se estima el aporte calórico de los AGV en un 70% de las necesidades de un rumiante, 40% para un conejo y del orden del 20-30% para otras especies de omnívoros. Además, el metabolismo de los AGV tiene un efecto significativo en el crecimiento de células epiteliales, flujo sanguíneo, y en las funciones de absorción y secreción del intestino grueso, ciego y rumen (Bergman, 1990).

Tanto la mucosa escamosa estratificada del rumen como el epitelio simple columnar del intestino absorben los ácidos grasos de cadena corta con facilidad. Además, esos ácidos grasos son una fuente importante de energía para la mucosa intestinal en sí misma (Bugaut, 1987).

El butirato es absorbido en el colon proximal vía difusión pasiva y por mecanismos de transporte activo, los cuales dependen de varios

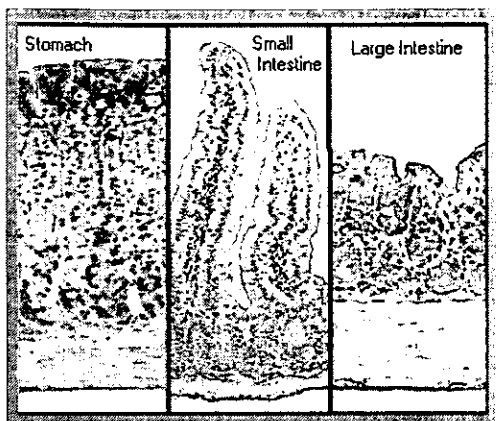


Figura 1: Cortes histológicas de estómago, intestino delgado e intestino grueso (hematoxilina eosina). Ganong 1996.

transportadores de intercambio de iones. En el colon distal el mecanismo principal de absorción es la difusión pasiva de la forma liposoluble. El butirato y otros AGV son fundamentales en la absorción de electrolitos por el intestino grueso y pueden tener un papel en la prevención de ciertos tipos de diarrea. Parece que el mecanismo por el que el butirato ejerce su influencia sobre la absorción de líquido y electrolitos en el colon es un efecto de combustible generador

de energía, una regulación positiva de ciertos sistemas de transporte electrolítico y probablemente también efectos sobre factores neuroendocrinos (Velázquez, Lederer & Rombeau, 1997).

Absorción de AGV en el intestino grueso del conejo y midieron la concentración de AGV en diferentes asas intestinales y también las diferencias en plasma arterial y venoso. El IG metabolizaba los tres AGV, siendo el butirato el de mayor relevancia, seguido del propionato.

El hígado es el órgano diana para el metabolismo del butirato y propionato, estando el acetato disponible para metabolismo extrahepático tisular.

Diferentes estudios y trabajos de investigación nos demuestran que ciertos ácidos intervienen en procesos metabólicos. El ácido láctico estimula las secreciones pancreáticas en lechones (Thaeria et al. 1998).

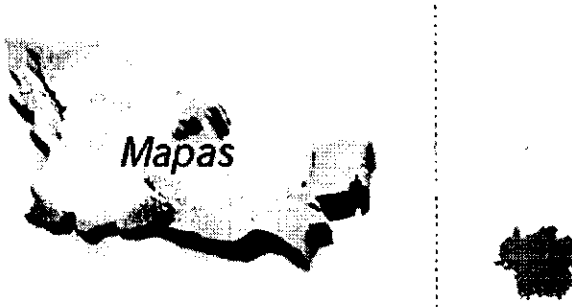
Los ácidos orgánicos en general tienen capacidad para formar compuestos con diversos cationes ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ) mejorando su solubilidad y digestibilidad a nivel del intestino delgado (Bolduan, 1999). A su vez también evitan posibles oxidaciones debido a la presencia de cationes libres.

## CAPITULO 2

### MARCO REFERENCIAL

#### 2.1 LOCALIZACION

La prueba se realizo en Pénjamo, en Granja Buenos Aires, ubicado en carretera Irapuato la piedad estado Km 22 de Guanajuato.



(Guanajuato)

Clima :Templado

T. entre: 18-32C

Temporada de lluvias comprende los meses: Junio Julio Agosto

Precipitación pluvial: 626 mm



## CAPITULO 3

### METODOLOGIA

#### 3.1 ALIMENTACION

Producto alimento comercial R1a

#### 3.2 ANIMALES:

Peso promedio: pesos promedian 6.39 Kg

3.3 TRATAMIENTOS: 316 lechones que se dividieron en 4 lotes. Los lotes con la misma cantidad de animales fueron alimentados con el mismo alimento variando el tipo y dosis de acidificante como sigue:

Testigo: alimento standard + 3 kg./Tm Acidificante normal regular\*

Experimental: alimento standard + 3 Kg./Tm de Butirato Sódico

Nota: \*Acidificante compuesto: de ac. Fosfórico, cítrico, fumárico.nombre comercial (Fosphacid)

#### 3.4 PARAMETROS A MEDIR

|                        |     |
|------------------------|-----|
| Peso inicial           | PI  |
| Peso final.            | PF  |
| Ganancia media diaria. | GMD |
| Consumo medio diario.  | CMD |
| Conversión alimenticia | CA  |

### 3.5 ANANALISIS ESTADISTICO

Análisis de Varianza

Prueba de TUQUEY para determinar la diferencia verdaderamente significativa ( DVS )

$$DVS = q_{\alpha, k, n-k} \sqrt{\frac{Cm \text{ residual}}{n_j}}$$

Cm residual = CME cuadrado media del error

$n_j$  = Repericiones y tratamientos

$k$  = Tratamientos

$n-k$  = Total de individuos tratados

$q_{\alpha, k, n-k}$  = Valor de tablas ( Daniels)

**CAPITULO 4 RESULTADOS** (fuente propia)

| FASE<br>Preiniciador       | PRUEBA 1 |       | PRUEBA 2 |       | TTL.    |            | AGV vs      |
|----------------------------|----------|-------|----------|-------|---------|------------|-------------|
|                            | Testigo  | AGV   | Testigo  | AGV   | Testigo | AGV        | TESTIGO (%) |
| 6-11 Kg.<br>P.v.           |          |       |          |       |         |            |             |
| Nº animales<br>al inicio   | 78       | 78    | 80       | 80    | 158     | 158        |             |
| Nº animales<br>al final    | 76       | 76    | 69       | 75    | 145     | 151        |             |
| Nº bajas<br>retirados      | 2        | 2     | 11       | 5     | 13      | 7          | - 46        |
| Peso total<br>inicio (Kg)  | 523      | 536   | 488      | 475   | 1011    | 1011       |             |
| Peso animal<br>inicio (Kg) | 6,71     | 6,87  | 6,1      | 5,94  | 6,39    | 6,39       |             |
| Peso total<br>final (Kg)   | 907      | 944   | 833      | 879   | 1740    | 1823       |             |
| Peso animal<br>final (Kg)  | 11,93    | 12,42 | 12,07    | 11,72 | 12      | 12,07      |             |
| Kilos<br>ganados ttl.      | 397,4    | 421,7 | 412,1    | 433,7 | 819,50  | 855,4<br>0 |             |
| Kilos gana-<br>dos animal  | 5,23     | 5,55  | 5,97     | 5,78  | 5,6     | 5,67       | ≅           |
| Dias de<br>prueba          | 16       | 16    | 23       | 23    | -       | -          |             |
| G.M.D.<br>(g/día)          | 327      | 347   | 260      | 251   | -       | -          |             |
| Consumo<br>total (Kg.)     | 515      | 453   | 536      | 520   | 1.051   | 973        |             |
| Consumo<br>animal (Kg.)    | 6,78     | 5,96  | 7,77     | 6,93  | 7,27    | 6,45       | -11         |
| C.A.                       | 1,30     | 1,07  | 1,30     | 1,20  | 1,30    | 1,14       | -12         |

## ESTADISTICA.

Los datos se verificarón mediante Analisis de Varianza en dos grupos cada grupo, dividido en dos cada uno con su grupo experimental y su grupo control, los valores fueron Media Aritmetica, Desviación Standard, Coeficiente de variación.

### TABLA DE VALORES ESTADISTICOS

|                       | TESTIGO 1 | GPO EXP 1 | TESTIGO 2 | GPO EXP 2 |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Media aritmetica      | 5.22      | 5.55      | 5.98      | 5.78      |
| Desv. Standard        | 0.47      | 0.36      | 0.21      | 0.35      |
| Coeficiente Variación | 8.96      | 6.42      | 3.56      | 6.06      |

*(Fuente propia)*

### TABLA DE VALORES DE ANALISIS DE VARIANZA

|             | SUMA DE CUADRADOS | RADOS DE LIBERTAD | CUADRADO MEDIA |
|-------------|-------------------|-------------------|----------------|
| Tratamiento | 23.43945          | 3                 | 7.813151       |
| Error       | 38.11035          | 2.92              | 0.1305149      |

*(Fuente propia)*

Prueba F 59.86

Prueba de TUQUEY para determinar la diferencia verdaderamente significativa ( DVS )  
(Daniels)

DVS= q , k, n-k      Cm residual / nj

Cm residual      =    0.1305149

nj                    =    74

k                    =    4

N-k                 =    292

Q ,k,n-k          =    3.63

Donde la DVS= 0.1524

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

## CAPITULO 5

### 5.1 INTERPRETACION

Todas las medias son diferentes, diferencia significativa (  $P < 0.05$  ) Siendo que en el experimento 1 se encontró que el promedio del grupo experimental es de 5.55 en ganancia de peso contra el grupo testigo de 5.22 diferencia que resulto significativa (  $P < 0.05$  ) lo que denota que el producto usado en el grupo experimental puede incrementar significativamente la ganancia de peso de los cerdos estudiados.

Sin embargo en el experimento No2 los resultados obtenidos no reflejan la bondad del producto ya que la media del grupo experimental fue de 5.78 y el testigo de 5.98 misma que resulta diferentes significativamente (  $P < 0.05$  ) lo que en apariencia contradice el experimento No 1 Sin embargo al verificar los números de conversión alimenticia, la media en forma genera denota una diferencia (no estadística) a favor de los grupos tratados, respecto al testigo ya que no fue posible aplicar una prueba de hipótesis ya que solo se contó con los datos globales, se sugiere un experimento que mida en lo particular la conversión alimenticia (CA)

Hay que hacer notar que al final lo que nos interesa es que la conversión alimenticia mejore, por lo que en una nueva oportunidad se hará un diseño experimental en función de analizar a fondo este valor, a grandes rasgos tenemos una diferencia (no estadística) de hasta el 12 % de mejora frente al grupo control.

## 5.2 DISCUSION

El butirato sódico tiene la capacidad de aumentar la regeneración epitelial. Los últimos trabajos de Galfi (1990) demuestran un incremento en la regeneración epitelial de las microvellosidades intestinales, aumentando éstas su tamaño y por tanto incrementando la superficie de absorción. El butirato es absorbido en el intestino y aprovechado parcialmente como nutriente energético, siendo el resto utilizado en el metabolismo de los enterocitos como elemento trófico de los mismos, reparador y vigorizante. En el estudio de Galfi sobre los efectos *in vivo* de la incorporación en la dieta de n-Butirato sobre el enterocito en cerdos de cebo, el grupo control mostró una longitud de los villi ileales de  $234,0 \pm 25,5 \mu\text{m}$ , frente al grupo con n-butirato  $304,4 \pm 15,0 \mu\text{m}$  ( $p < 0,001$ ). Los cerdos habían sido alimentados desde el destete hasta los 246 días de edad.

Las vellosidades intestinales están revestidas por un epitelio cilíndrico simple. Las células de este epitelio son de dos tipos: Enterocitos (células cilíndricas altas con un núcleo basal) y células caliciformes. Los enterocitos participan en procesos digestivos enzimáticos y en procesos de absorción. Realizan la digestión membranosa por medio de unos enzimas que se hallan presentes en la membrana plasmática apical de los enterocitos que revisten el intestino delgado, y que no existen en la luz intestinal. Las células caliciformes están distribuidas entre los enterocitos y secretan mucus protector de la mucosa intestinal. El epitelio intestinal se renueva completamente cada 3-5 días debido a la continua descamación que sufren las células situadas en la punta de las vellosidades, hacia la luz intestinal.

Katoh y Tsudo en 1984 comprobaron que la inyección de butirato sódico en cerdos estimulaba en mayor medida la secreción de fluido pancreático y aumentaba la secreción de amilasa.



Figura de micro vellosidades intestinales  
( Fotografía electrónica de Berrido )

Katoh y col. en 1989 realizaron una prueba Experimental inyectando de forma intravenosa acetato, propionato y butirato de sodio en terneros, observando una mayor secreción de jugo pancreático y mayor liberación de proteínas y más concretamente de amilasa, en el caso de adición de butirato frente al acetato y propionato.

M.A Lane y B.W. Jesse, realizaron un estudio donde intentaban determinar si la infusión continua intraruminal de concentraciones calculadas fisiológicas de AGV estimulaban el desarrollo del rumen de corderos recién nacidos. Observaron que los corderos que fueron tratados con AGV tendían a tener las papilas del rumen más largas. Así pues, concluyeron que la infusión de concentraciones fisiológicas de AGV parecen estimular algunos aspectos del desarrollo metabólico del rumen.



P.E. Kendall, L.M. McLeay , intentaron determinar los efectos excitadores in vitro de la contracción muscular por AGV en el rumen de la oveja. Vieron que Acetato de sodio, Propionato de Sodio y butirato de sodio, tanto solos como mezclados, estimulaban, marcando dosis dependencia, contracciones de músculo longitudinal (ML) y músculo interno oblicuo (IOM). Acidos acético, propiónico y butírico también estimulaban las contracciones dosis-dependientes de LM y IOM. Esto concluyó que in vitro, los ácidos y sales de AGV producen contracciones del rumen.

Tabla 9. Examen histológico de muestras de Ileon y Ciego de cerdos sacrificados a los 206 días de vida (P.Galfi and J. Bokori 1989) alimentados con raciones con 0,17% de butirato sódico frente a un grupo control.

|                   | Control      |              | Experimental      |                    |
|-------------------|--------------|--------------|-------------------|--------------------|
|                   | Ileon (n=5)  | Ciego (n=5)  | Ileon (n=5)       | Ciego (n=5)        |
| Nº células        |              |              |                   |                    |
| Microvellosidades | 29.6 ± 3.4   | -            | 39.5 ± 4.6<br>**  |                    |
| Cryptas           | 20.6 ± 2.9   | 37.4 ± 8.2   | 26.0 ± 2.8<br>*   | 59.5 ± 7.5 **      |
| Total             | 50.5 ± 6.0   |              | 65.2 ± 6.2<br>**  |                    |
| Longitud (µm)     |              |              |                   |                    |
| Microvellosidades | 234.0 ± 25.5 |              | 304.4 ± 15.0 ***  |                    |
| Cryptas           | 201.1 ± 5.9  | 381.7 ± 38.1 | 214.9 ± 9.7<br>NS | 471.8 ± 23.0<br>** |
| Total             | 435.1 ± 24.6 |              | 519.3 ± 21.3 ***  |                    |

NS: No Significativo, \* P<0.05, \*\* P<0.01, \*\*\* P<0.001

El ácido butírico, como producto de la descomposición de la leche, presenta un efecto atrayente sobre el alimento cuando es incorporado en la fórmula. Se ha experimentado este efecto en alimentos pre-iniciador y lactoiniciadores con lechones, a los cuales les recuerda posiblemente el olor de la mama.

La última novedad en este campo es la utilización de sales favoreciendo el desarrollo de la flora láctica, inhibiendo la patógena y estimulando la regeneración epitelial con el consecuente crecimiento de microvellosidades intestinales, aumentando así la superficie de absorción.

Como es evidente, una variación de la concentración de los AGV a nivel intestinal tendrá una influencia en la concentración de los diferentes microorganismos en intestino. podemos ver que por la adición de Butirato sódico en la dieta hay un descenso de los coliformes a nivel intestinal y un incremento de los Lactobacillus. Vemos que la proporción de coliformes en las diferentes partes del intestino tiene una correlación negativa ( $r = -0.9656$ ;  $P < 0.05$ ) con la concentración en el contenido intestinal de ácido n-Butirico. También tenemos una correlación negativa entre la proporción de coliformes y lactobacillus en el íleon ( $r = -0.7303$ ;  $P < 0.05$ ). Los Lactobacillus son capaces de soportar variaciones de pH de 3 a 9. Producen ácido láctico que es utilizado como energía o almacenado para su uso posterior en el hígado como glicógeno. Habitan principalmente el intestino, pueden utilizar la mayoría de los carbohidratos como fuentes de energía y procesar y retener alimento que es normalmente expulsado del tracto gastrointestinal. Los Lactobacillus inhiben el crecimiento de bacterias como E.coli, Staphylococcus, pseudomonas, las cuales son resistentes a algunos antibióticos. Esto se consigue con la competencia biológica contra los patógenos, con los que lucha por los mismos substratos, lugar donde adherirse, disminuir el pH hasta niveles intolerables para los patógenos, etc.

Tabla 10. Comparación entre la microflora del ileon y ciego, en cerdos, de un grupo control con un grupo experimental alimentados con una ración suplementada con 0.17% de Butirato sódico a los 241 días de vida. (Galfi and Bokori 1989)

| Bacterias         | Control     |             | Experimental |             |
|-------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
|                   | Ileon (n=5) | Ciego (n=5) | Ileon (n=5)  | Ciego (n=5) |
| Coliformes        | 6.23 ± 0.23 | 6.52 ± 0.69 | 5.46 ± 1.25  | 6.11 ± 0.83 |
| Streptococcus ssp | 6.62 ± 0.61 | 7.28 ± 0.58 | 5.81 ± 0.98  | 6.77 ± 0.79 |
| Clostridium ssp   | 3.08 ± 1.07 | 3.04 ± 0.78 | 2.22 ± 0.17  | 2.02 ± 1.38 |
| Lactobacillus ssp | 6.32 ± 1.02 | 7.17 ± 0.56 | 6.99 ± 0.76  | 7.40 ± 0.53 |

### 5.3 CONCLUSIONES

Como hemos podido ver, la adición de ácidos en la elaboración de alimentos compuestos es beneficiosa para mejorar las producciones y mantener una sanidad animal.

Butirato Sódico no sólo es un acidificante estomacal e intestinal, sino que también es un promotor fisiológico del crecimiento al combinar ácidos inorgánicos con la acción de los AGV. Los Acidos Grasos Volátiles (ácidos orgánicos de cadena corta) son sustancias biológicamente indispensables en el equilibrio y la producción de los AGV totales del tracto digestivo.

En cuanto a resultados en etapa pre-iniciador la adición de butirato Sódico frente a la adición de un acidificante basado en ácidos orgánicos e inorgánicos en forma libre, presenta una serie de ventajas en esta experiencia. Descenso del consumo medio del 11%, mejoría del índice de conversión del 12% por lo que convendría hacer una prueba aplicando análisis estadístico a este valor.

## BIBLIOGRAFÍA

- Batista, L. 1997. 'Alimentación del lechón en destete temprano. Seminario sobre actualidades del destete temprano". LAPISA, Julio: 25 y 26. Pp. 3-7.
- Borbolla, A.G. y Flores, G.A. 1997. Alimentación del lechón en destete temprano. Seminario sobre actualidades del destete temprano". LAPISA, Julio: 25 y 26.
- Cera, K.R., Mahan, D.C. y G.A. Reinhart. 1990. Effect of weaning, week postweaning and diet composition on pancreatic and small intestinal luminal lipase response in young swine. *J. Anim. Sci.* 68:384-391.
- Cera, K.R., Mahan, D.C. y R.F. Cross. 1988. Effect of age, weaning and postweaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine. *J. Anim. Sci.* 66:574-584.  
días. XXXIII Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en Cerdos. Guanajuato. Agosto: 12-16. Pp. 29-31.
- Diaz, M. 1994. Efecto de la suplementación con proteínas de leche o pescado hidrolizado enzimáticamente en dietas para lechones durante lactancia y la iniciación. *Porcira* Vol. 4, No. 4. Marzo 47-58.
- Diaz, M. 1994. Efecto de la suplementación con proteínas de leche o pescado hidrolizado enzimáticamente en dietas para lechones durante lactancia y la iniciación. *Porcira* Vol. 4, No. 4. Marzo 47-58.
- Dritz, S.S., Owen, K.Q., Neissen, L.J., Goodman, R.D. y D.M. Tokach. 1996b. Influence of weaning age and nursery diet complexity on growth performance and carcass characteristics and composition of high-health status pigs from weaning to 109 kilograms. *J. Anim. Sci.* 74:2975-2984.
- Easter, J. Denis O. Krause, Paul C. Harrison, and Robert A. Animal Science, 1994, Characterization of the Nutritional Interactions

between Organic Acids and 72:1257-1262. Inorganic Bases in the pig and chick”,

- Galfi P, Bokoru Acta Vet Hung 1990 Feeding trial in pigs with a diet containing sodium n- butyrate”, 38:1-2 3-17
- Ganong, F.W. 1996. Fisiología médica. 15<sup>ta</sup> ed. Manual Moderno. México.
- Giesting, D.W. R.A. Easter.lgglb. Effect of protein source- and fumaric acid supplementation on apparent ileal digestibility of nutrients by young pig. J. Anim, Sci. 60:2497-2503.
- Gómez, R.S. y J.A. Cuaron.1992. Inducción del desarrollo enzimático digestivo en lechones al destete. Porcirama. Vol. 1 No. 9:1-15.
- Mathew, A.G., Jones, T. y M.A. Frankiin. 1994. Effect of creep feeding on selected microflora and short-chain fatty acids in the ileum of weanling pigs. J. Anim. Sci. 72:3163-3168
- Maxwell, C. Three phase feeding using plasma protein and that ideal protein concept, Oklahoma State University Stillwater, Oklahoma, 1996.
- Maxwell, C.V., Buchanan, D.S. y L.L. Southem. 1994a. Improved soybean protein sources for early weaned pigs: 1. Effects on performance and total tract amino acid digestibility. J. Anim. Sci. 72:622-630.
- Milk Yield and Blood Metabolites in Dairy Cows”, , J. Dairy Sci 79:851-861.f the rumen of sheep”, Research in Veterinary Science.”
- Ortiz, R.R., Conejo, N.J., Ortega, G.R. y A.J. Becerril. 1998. Productividad de la cerda durante tres partos consecutivos y periodos de lactacionn de 12 y 21
- Rumen Epithelium in Neonatal Sheep”, J Dairy Sci 80:740-746
- Samuel Nava Serret. Tesis “Efecto de dos concentraciones de acidificantes en la dieta sobre los parametros productivos de lechones destetados precozmente”. 1999.
- Wayne W. Daniel Bioestadística base para el analisis de las ciencias de la salud, tercera edicion, 1987.