

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**EFFECTO DEL BUTIRATO DE SODIO SOBRE LOS PARÁMETROS  
PRODUCTIVOS EN LECHONES POST DESTETE**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

FRANSLEY MARDONI TORO CASTILLO

TRUJILLO, PERÚ

2017

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:

---

Ing. Dr. Wilson Lino Castillo Soto

PRESIDENTE

---

Ing. M.Sc. Mario Attilio Narro Saldaña

SECRETARIO

---

Ing. Mg. Antonio Meza Sato  
VOCAL

---

Ing. Mg. César Eduardo Honorio Javes  
ASESOR

## DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico con mucho amor.

A Dios Nuestro Señor por mostrarme día a día que con humildad, paciencia y sabiduría todo es posible, además de brindarme el amor y protección de mis amados padres.

A mis padres, Genebrardo y Mavila quienes con imperecedera y sabia paciencia supieron brindarme su apoyo y comprensión; estuvieron siempre a lo largo de mi vida universitaria, no dejándome decaer y tuvieron siempre una palabra de aliento en los momentos difíciles de mi vida.

A mi hermano Cristhian, por la confianza que depositó en mí, por sus consejos y risas, y en especial a mi hijo Gael, que desde que supe de su existencia se ha convertido en el estímulo constante de mi vida, y de mi desarrollo profesional.

A mis amigos y familiares, que quisieron y anhelaron mi mejor porvenir, brindándome su apoyo desinteresado durante mi carrera profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios Todo poderoso por bendecirme siempre y haberme permitido llegar hasta donde he llegado, sólo él pudo hacer realidad este anhelado sueño.

A la **Universidad Privada Antenor Orrego**, mi alma máter, por cobijarme en sus aulas todos estos años de formación y darme la oportunidad de crecer y ser un buen profesional.

A mi asesor y amigo Ing. César Eduardo Honorio Javes por su apoyo profesional e incondicional en el desarrollo de la presente tesis, a mi director de escuela el Dr. Wilson Castillo Soto por su valioso aporte académico y culminación de la presente tesis.

A los profesores que durante toda la carrera profesional me formaron con conocimientos para poder enfrentar cada reto que se me presentara en la vida profesional.

A la coordinadora Dr. Mery Lozano y a los miembros del PADT, quienes me apoyaron e ilustraron un mejor desarrollo de la investigación.

A mis amigos Renzo, Julio Cesar y Jam que quisieron y anhelaron mi mejor porvenir, brindándome su apoyo desinteresado durante mi carrera profesiona.

## ÍNDICE

	Pag.
CARATULA.....	i
APROBACION DE JURADO TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
INDICE.....	v
INDICE DE CUADROS.....	vii
INDICE DE ANEXO.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA.....	3
2.1. El Cerdo.....	3
2.2. Producción Porcina.....	3
2.3. Fisiología Digestiva del Lechón.....	4
2.4. Comportamiento del Lechón al Destete.....	5
2.5. Estrés del Lechón en el Destete.....	5
2.6. Problemas que se Presentan al Destete.....	6
2.7. Ácidos orgánicos en la nutrición animal.....	6
2.8. Tipos de Ácidos Orgánico.....	7
2..8.1. Ácidos orgánicos de cadena corta (AOCC).....	7
2..8.2. Ácidos orgánicos de cadena media (AOCM).....	7
2..8.3. Acido butírico.....	8
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1. Lugar de Estudio.....	10
3.2. Materiales.....	10
3.3. Instalaciones.....	10
3.4. Manejo de los cerdos.....	10
3.5. Alimentación.....	11
3.7. Tratamientos.....	11

	Pag.
IV. RESULTADOS.....	15
4.1. Variables productivas en lechones pos destete. ....	15
V. DISCUSIÓN .....	17
VI. CONCLUSIONES .....	19
VII. RECOMENDACIONES .....	20
VIII. BILIOGRAFÍA.....	21
IX. ANEXOS .....	26

## INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Composición porcentual y nutricional del alimento de inicio en cerdos de 30 a 60 días de edad.....	13
Cuadro 2. Efecto del butirato de sodio sobre la ganancia de peso en lechones pos destete.....	15
Cuadro 3. Efecto del butirato de sodio sobre los parámetros productivos lechones pos destete.....	16

## INDICE DE ANEXO

	Pag.
Anexo 1. Cuadro de ganancia de peso, consumo de alimento y conversion alimenticia por tratamiento, durante 30 días por destete.....	26

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de butirato de sodio adicionado en la dieta de lechones sobre los parámetros productivos en la granja porcina "COCO", ubicada en el distrito de Jaén, región Cajamarca. Se utilizaron 12 lechones machos destetados a los 30 días con un peso promedio de 8.95 kg las cuales fueron distribuidos con un diseño completamente al azar, en tres tratamientos y cuatro repeticiones DB, DB500 y DB1000 (DB más 500 g y 1000 g. de butirato de sodio por tonelada de alimento respectivamente).

Se utilizó un butirato de sodio micro encapsulado con 60% de concentración en el producto donde se evaluó ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA) y conversión alimenticia (CA), a cuyos resultados se aplicó el análisis de varianza y la prueba de Tukey. Los mejores resultados fueron obtenidos con DB500 g y el DB1000 g en la fase de inicio. El uso de butirato de sodio en lechones post destete mejora la ganancia diaria de peso, consumo de alimento y mejora la conversión alimenticia.

## **ABSTRACT**

With the objective of evaluating the effect of sodium butyrate added in the diet of piglets on the production parameters in the pig farm "COCO", located in the district of Jaén, Cajamarca region. Twelve male piglets were weaned at 30 days with an average weight of 8.95 kg, which were distributed in a completely randomized design, in three treatments and four replicates DB, DB500 and DB1000 (DB plus 500 g and 1000 g of sodium butyrate per ton of feed respectively).

We used a micro-encapsulated sodium butyrate with 60% concentration in the product where we evaluated daily gain of weight (GDP), daily food consumption (CDA) and feed conversion (CA), to which the analysis of variance and the Tukey test were applied. The best results were obtained with DB500g and DB1000g in the onset phase. The use of sodium butyrate in postweaning piglets improves the daily weight gain, feed intake and improves feed conversion.

## I. INTRODUCCION

Con la mejora genética de los porcinos el potencial de crecimiento de los lechones inmediatamente después del destete se ha elevado, sin embargo el limitado consumo de alimento que conlleva ha un sistema digestivo inmaduro impide a menudo que se alcance este potencial en condiciones prácticas. Por otro lado es una de las fases más complejas a las que se tiene que enfrentar los lechones, debido no solo a cambios que son sometidos sino también debido a la intensidad de los mismos, ya que animales de muy pocas semanas de vida, deberán de cambiar de alimentación líquida y altamente digestible a alimentación seca; serán separados de sus madres y juntados con otros lechones con los que tienen que establecer una jerarquía (Allee y Touchette, 1999); estos cambios generan la presencia de patógenos en el sistema digestivo, deteriorando la salud del animal.

El control de los problemas sanitarios en cerdos frecuentemente se realiza con la administración de altos niveles de antibióticos, su uso indiscriminado puede generar problemas en salud pública, como la aparición de reacciones alérgicas, dificultad y retraso en la correcta identificación del agente etiológico y la posible aparición de microorganismos antibiótico - resistentes, algunas veces se ha demostrado resistencias cruzadas que determinan la necesidad de pensar en la elaboración o propuesta de nuevos productos (Calvo, 2004)

El uso de ácidos orgánicos es una de las estrategias que más se ha utilizado en los últimos años en la producción animal, siendo los más frecuentes el ácido fórmico, propiónico, cítrico, fumárico, láctico y butírico. A su vez, se utilizan mayormente en forma de sales, debido a que estas son inodoras, más fáciles de manejar en el proceso de fabricación del concentrado (gracias a su forma sólida y menos volátil que los productos líquidos), ser menos corrosivas, y por no tener que disminuir sustancialmente el consumo del alimento (Roth, 1999).

La utilización de estos ácidos orgánicos en la alimentación de lechones, aves y conejos permite obtener un aumento en su ritmo de crecimiento (Carro y Ranilla, 2002). Por otro lado, el ácido butírico, un ácido orgánico de cadena corta, se usa con grandes beneficios como aditivo en la dieta de animales de engorde (Santomá y otros, 2006), actúa también como agente trófico de los enterocitos, al comportarse como una fuente rápida de energía, también favorece la regeneración del epitelio intestinal (Fernández y Camino, 2005). El ácido butírico, también es capaz de modular la proliferación de las células intestinales y así mejora la salud intestinal, funcionando de forma preventiva frente a los problemas gastrointestinales de etiología infecciosa. Otras ventajas del ácido butírico es no dejar residuos indeseables en las carnes y además de sus resultados en el desarrollo intestinal, que se traducen en una prevención de infecciones intestinales.

A pesar de sus efectos beneficiosos en otras especies (aves y conejos), no se tienen reportes sobre su uso en la alimentación de lechones, ni su efecto en el desarrollo de la estructura intestinal; por tal motivo se realizó el presente trabajo con el objetivo de evaluar el efecto de la adición del butirato de sodio a dietas de lechones post destete sobre la ganancia diaria de peso (GDP), el consumo diario de alimento (CDA) y la conversión alimenticia (CA).

## II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

### 2.1. El Cerdo

Los cerdos son animales de fácil manejo que pueden alimentarse con una gran variedad de productos, incluyendo desperdicios domésticos; si se tiene un buen manejo sanitario, genético y estrategias de mercado adecuadas, pueden ser una excelente fuente de ingresos para las familias rurales. Además, su carne se puede transformar y aumentar de valor (Pérez, 2007).

### 2.2. Producción Porcina

El potencial de crecimiento de los lechones es alto inmediatamente después del destete, pero el limitado consumo de alimento junto con un sistema digestivo inmaduro impide a menudo que se alcance este potencial en condiciones prácticas (Allee y Touchette, 1999).

Dentro de las etapas de la producción porcina, el destete de los lechones constituye un período crucial, debido a que son sometidos a mucho estrés y cambios en su inmunidad por la lactancia. Todo esto conlleva a un desequilibrio en su microflora intestinal, ya que muchos patógenos colonizan el tracto gastrointestinal, como es el caso de la *Escherichia coli* enterotoxigénica (ETEC), *Clostridium perfringens*, *Salmonella spp* y rotavirus, causando diarrea post-destete (Kyriakis y otros, 1999) y con graves pérdidas para la industria porcina, siendo notable especialmente en la primera semana, lo cual favorece aún más la colonización de bacterias patógenas causantes de diarrea con notable reducción en la tasa de crecimiento y, en casos severos, llevando a la muerte del animal (Hopwood y Hampson, 2003).

### **2.3. Fisiología Digestiva del Lechón**

El sistema digestivo del lechón sufre cambios a lo largo de su crecimiento que son importantes para el establecimiento de distintas estrategias alimentarias. Durante la gestación todos los nutrientes son entregados por la madre vía umbilical y tras el parto su alimentación se basa casi exclusivamente en leche materna. A partir del destete los animales inician la ingesta de alimentos exclusivamente sólidos (Quiles y Hevia, 2006).

El desarrollo del tracto gastrointestinal (TGI) del cerdo depende de factores fisiológicos, ambientales y nutricionales. Durante la fase neonatal los órganos digestivos están morfo fisiológicamente adaptados a una alimentación láctea y, a partir de la primera semana post-destete, el aparato digestivo sufre bruscos cambios que, como consecuencia, suelen ocasionar situaciones de subnutrición en el lechón (De Souza y otros, 2012).

Entre los cambios más relevantes que ocurren tras el destete se encuentra el crecimiento del estómago en relación al peso corporal hasta en un 60%. La mucosa gástrica también presenta un aumento del peso relativo. El intestino delgado muestra un crecimiento relativo entre un 84-98% tras el destete, pero, su longitud relativa al peso vivo (PV) disminuye en la medida que avanza la edad. El crecimiento intestinal relativo se explica por un aumento en el diámetro y en su capacidad. Es importante destacar que las vellosidades intestinales sufren importantes cambios morfológicos al ingerir alimento sólido, disminuyendo su altura. El páncreas también aumenta su tamaño proporcional al PV posterior al destete. El lechón lactante produce bajas cantidades de amilasa, lipasa y bicarbonato a nivel de glándulas salivales, situación que se mantiene luego del destete a pesar de existir un crecimiento de estas glándulas (Jensen y otros, 1997; Quiles y Hevia, 2006).

#### **2.4. Comportamiento del Lechón al Destete.**

Durante la lactación, el lechón mama aproximadamente una vez por hora consumiendo pequeñas cantidades cada vez. Al llegar el momento del destete, en el que la dieta líquida se transforma en alimento seco, los lechones dejan de comer y, pasados algunos días, tienden a comer menos veces pero mayores cantidades (Concellón, 1980).

Esto puede afectar a la digestión del alimento y provocar que gran cantidad del mismo pase sin digerir al intestino grueso, fermentándose y causando problemas de diarrea (Concellón, 1980).

El destete es un periodo durante el cual se interrumpe bruscamente la armonía alcanzada en la lactancia y, el aparato digestivo, sufre un revés en su desarrollo durante la primera semana posdestete, ocasionando un periodo de subnutrición transitoria en el lechón. Tras un nuevo periodo de adaptación a la nueva alimentación y al nuevo ambiente, éste recupera el ritmo de desarrollo de todos sus sistemas vitales, principalmente del sistema digestivo. En este proceso, la cantidad de alimento que se proporciona al cerdo recién destetado y las materias primas que componen su alimento, desempeñan un papel importante en la maduración del tracto gastrointestinal (Reis de Souza y otros, 2011)

#### **2.5. Estrés del Lechón en el Destete**

Es una respuesta acumulativa de un animal y su medio ambiente, que tiene como resultado un efecto severo en el comportamiento y en su fisiología. Los lechones sufren un estrés muy grande durante el destete debido a los cambios ambientales nutricionales, éstos deben ser acondicionados en las salas de forma rápida para evitar pérdida de peso y deshidratación. La separación del ambiente materno, la competencia por

espacio con sus nuevos compañeros, cambio en la alimentación y el alojamiento en un nuevo ambiente son factores que producen estrés en el animal, hay que minimizar sus efectos negativos (Brent y otros, 1975).

## **2.6. Problemas que se Presentan al Destete**

En esta fase, las principales enfermedades que afectan a los lechones son Estafilococos, Hyisus, y E.coli (Diarrea), Estafilococos suis (Meningitis), Micoplasma (Neumonía), parásitos intestinales y Síndrome Respiratorio (Brent y otros, 1975).

El tracto gastrointestinal experimenta muchos cambios en el período del destete. Así, inmediatamente después de éste, hay un período de atrofia asociado a una disminución en el consumo. Sin embargo, hay otros muchos factores que pueden contribuir también a la atrofia intestinal, tales como la ausencia de consumo de leche, la presentación de la dieta, el estrés, la invasión por microorganismos o la introducción de compuestos alergénicos en la dieta pos destete. Cuatro o cinco días después del destete.

## **2.7. Ácidos orgánicos en la nutrición animal**

Durante muchos años, en la dieta de los animales de producción se han incluido ácidos, tanto orgánicos como inorgánicos, con el fin de reducir el pH dentro del estómago, incrementar la proteólisis gástrica y la digestibilidad de los nutrientes (Shiva, 2007).

Los ácidos orgánicos tienen ciertas ventajas frente a otras sustancias acidificantes, tal como la no inactivación en presencia del cloro y el mejoramiento del proceso digestivo en el estómago, de tal forma que disminuye el tiempo de retención del alimento y aumenta la ingestión, a la

vez que se previenen los procesos diarreicos. Adicionalmente, los ácidos orgánicos pueden ser absorbidos por el animal, lo cual representa una fuente extra de nutrientes.

Los ácidos orgánicos también pueden inhibir el crecimiento de determinados microorganismos digestivos patógenos, ya que reducen el pH del tracto digestivo, tienen actividad bactericida y bacteriostática, son estables a variaciones del pH, la luz y altas temperaturas, y son activos en presencia de materia orgánica (Jaramillo, 2009).

## **2.8. Tipos de Ácidos Orgánico**

### **2.8.1. Ácidos orgánicos de cadena corta (AOCC)**

Los AOCC como acético, propiónico, láctico y butírico, son productos finales del metabolismo de la propia flora anaeróbica intestinal y su producción puede incrementarse añadiendo prebióticos y probióticos al pienso (Van Immerseel y otros, 2002).

Para que sean eficaces por vía oral a nivel del último tracto intestinal deben administrarse protegidos, para evitar su desaparición en los primeros tramos del intestino y obtener una liberación gradual y en el caso del ácido butírico, por su olor penetrante y desagradable, también es necesario protegerlo mediante recubrimiento o suministrarlo en forma de glicérido (Santomá y otros, 2006).

### **2.8.2. Ácidos orgánicos de cadena media (AOCM)**

Otro tipo de ácidos orgánicos que se utilizan en la actualidad son los AOCM. En primer lugar, resultados *in vivo*, han demostrado que los AOCM (caprónico, caprílico y cáprico) son efectivos en la inhibición de

ciertas bacterias patógenas, como *E. coli* y *C. Perfringes*, por lo que podrían ejercer un efecto positivo sobre la población microbiana. (Van Hees y Van Gils, 2002; Dierick y otros, 2002; Santomá y otros, 2006).

### **2..8.3. Acido butírico**

Algunos de los ácidos orgánicos más importantes son los ácidos grasos de cadena corta (AGCC), en particular el butírico, producido por la microbiota intestinal (la mayoría bacterias probióticas) en el colon de humanos, animales y en el rumen a partir de la fermentación bacteriana anaeróbica de la fibra, proteínas y de almidón no digerido, que juega un papel importante en la fisiología y el metabolismo tanto del rumen como del intestino y en la mucosa ruminal e intestinal (Cummings y MacFarlane, 1991; Sánchez y otros, 2009; Szyliit y Andrieux, 1993; Gálfi y otros, 1981).

Además de servir como fuente de energía preferida para los colonocitos, el butirato ha estado implicado en la protección frente al cáncer de colon y la colitis ulcerativa. De hecho, es deseable un aumento de la producción de butirato en el intestino para mantener la salud del colon tanto en humanos como en animales (Pryde y otros, 2002; Topping y Clifton, 2001)

El butirato de sodio es un ácido orgánico de cadena corta que tiene efectos a nivel molecular, celular y tisular. Juega un rol importante en la regulación del crecimiento celular, promueve la proliferación lenta de células así como la actividad de las enzimas del ribete en cepillo. También estimula la proliferación de criptas normales (Catuogno y otros, 2006).

Este ácido orgánico, es conocido por ser un inhibidor de la deacetilasa de histonas (HDAC's). En las células, el butirato de sodio modifica la expresión de un grupo de genes que contienen elementos de respuesta al butirato, también induce la detención del crecimiento,

diferenciación y apoptosis de células cancerosas, principalmente por su efecto sobre la actividad del HDAC (Domokos y otros, 2010; Garczarczyk y otros, 2010).

El butirato de sodio es una fuente de energía de rápida disponibilidad para las células, que genera una mayor proliferación celular del epitelio ruminal y los enterocitos, y puede acelerar el crecimiento y la diferenciación de la mucosa ruminal e intestinal (aumento de la longitud de las papilas en el epitelio ruminal e incremento del número de vellosidades intestinales, que incrementan el área de absorción), linfocitos activados (que mejoran el estado del sistema inmune), lo que puede asegurar una rápida reparación de la mucosa dañada (Gálfie, 2011), estimula la proliferación celular y la síntesis de proteína tanto de colágeno como no-colágeno en el mucosa (Lan y otros, 2005), y regula los niveles de las citoquinas IL-8 y IL-6 en el intestino durante la inflamación de modo que también interviene en la respuesta inmunitaria (Ziegler y otros, 2003).

Además de su actividad antineoplásica, el butirato de sodio induce cambios en la morfología celular, modifica la expresión de genes celulares, regula la acción hormonal y los receptores de hormonas, así como los receptores de los factores de crecimiento. Finalmente, el butirato puede mejorar la salud y el crecimiento de los animales e incrementar los beneficios económicos de los productores. Aumenta de una manera significativa el consumo de pienso y reduce el pH en el tracto gastrointestinal, además actúa en contra de las bacterias perjudiciales y estimula el crecimiento del animal (Gálfie, 2011).

El butirato en aves es reconocido por su efecto directo sobre la secreción de mucina, principalmente por su efecto antibacteriano sobre enteropatógenos gramnegativos, como *E. coli* y *Salmonella* spp., y grampositivos, como *Clostridium* spp (Sánchez y otros, 2011).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de Estudio**

El desarrollo del presente proyecto de investigación se realizó en la granja porcina “COCO” ubicada en el distrito de Jaen, Región Cajamarca, a una altitud de 729 msnm y temperatura promedio 30.2°C y 19.8°C.

#### **3.2. Materiales**

Se utilizaron 12 animales machos de la línea comercial pic de 30 días de edad y con peso promedio de 8,95 kg; los lechones fueron pesados individualmente, peso inicial (30 días de edad), y peso final (60 días de edad); los mismos que fueron distribuidos en los corrales de acuerdo al diseño experimental y recibieron similares condiciones de manejo y agua: el alimento se ofreció según los tratamientos asignados.

#### **3.3. Instalaciones**

Se utilizaron 12 corrales de 1.5 m<sup>2</sup> donde se colocó un animal en cada corral, los corrales tuvieron piso de cemento no pulido y un comedero y un bebedero, inicialmente se colocó pajilla de arroz que sirvió como cama para el confort de los animales.

#### **3.4. Manejo de los cerdos**

El manejo rutinario incluye manejo del agua (administración y regulación), del alimento (distribución y administración por la mañana y tarde), limpieza, manejo sanitario (medicaciones en caso de enfermedad), manejo de mantas (de acuerdo a la temperatura, humedad y ventilación del ambiente) y manejo de plagas (moscas y roedores). El manejo fue uniforme para todos los animales.

### 3.5. Alimentación

El alimento de los animales fue formulado atendiendo los requerimientos nutricionales especificados en el manual de la línea para esta fase. La composición porcentual y nutricional del alimento se muestra en el Cuadro 1.

### 3.6. Variable Independiente

#### **Butirato de sodio.**

El butirato de sodio; pertenece al nombre comercial de Poliacid BS, de la empresa Mexicana Dressen CV, cuya característica es que se encuentra micro encapsulado en una concentración de 60%.

### 3.7. Tratamientos

Los tratamientos consistieron en adicionar butirato de sodio a la dieta base. (DB), en la siguiente proporción: 500 g/t (DB500) y 1000 g/t (DB1000).

**DB** = Dieta Base sin butirato de sodio

**DB500** = Dieta Base + 500 g de butirato de sodio / tonelada de alimento.

**DB1000** = Dieta Base + 1000 g de butirato de sodio / tonelada de alimento.

Cuadro 1. Composición porcentual y nutricional del alimento de inicio en cerdos de 30 a 60 días de edad.

<i>Inusmos</i> <sup>1</sup>	<i>Tratamientos</i>		
	<i>DB</i>	<i>DB500</i>	<i>DB100</i>
Maíz Molido fino	39.000	39.000	39.000
Torta de soya (47%)	12.500	12.500	12.500
Leche en polvo	12.500	12.500	12.500
Harina de galleta tipo 1	10.000	10.000	10.000
Soya Integral	18.000	18.000	18.000
Plasma Porcino	1.500	1.500	1.500
Peptidos 60 polvo	2.000	2.000	2.000
aceite de soya consumo humano	0.700	0.700	0.700
Fungicida	0.100	0.100	0.100
Acidos organicos	0.100	0.000	0.000
Carbonato de calico	0.899	0.949	0.899
Sal dicalcica	0.600	0.600	0.600
Fosfato, (18.5%)	0.700	0.700	0.700
Sulfato de cobre	0.075	0.075	0.075
Butirato de sodio	0.000	0.050	0.100
DL –Metionina	0.250	0.250	0.250
Lisina-HcL	0.360	0.360	0.360
L-Treonina	0.100	0.100	0.100
L-Triptofano	0.030	0.030	0.030
Betaina	0.100	0.100	0.100
Complejo Enzimatico	0.006	0.006	0.006
Premezcla vit/ Min	0.100	0.100	0.100
Acelerador metabolico	0.100	0.100	0.100
Enzima fitasa	0.005	0.005	0.005
Prebiotico	0.100	0.100	0.100
Secuentrante de micotoxinas	0.100	0.100	0.100
Hierro Organico	0.075	0.075	0.075
Total	100.000	100.000	100.000
<b>Valor Nutritivo</b>			
Energía Metab Cerdos kcal / kg	3,381.64	3,381.64	3,381.64
Proteina Cruda, %	21.66	21.66	21.66
Calcio, %	0.85	0.86	0.85
Fosforo Disponible,%	0.45	0.45	0.45
Sodio, %	0.45	0.45	0.45
Lactosa, %	9.50	9.50	9.50

Composicion de inusmos basado en el programa DAPP Dutrion 2000.

### 3.8. Variables dependientes

Las variables productivas a evaluar fuerón:

- Ganancia de peso (g)
- Consumo de alimento (g)
- Índice de conversión alimenticia (g/g)
- Mortalidad (%)

### 3.9. Metodología

**Ganancia de peso**, los pesos fueron tomados el día de ingreso de los lechones (30 días de edad) y al final del experimento a los 60 días, la variable fue el resultado de la diferencia entre el peso final y el peso inicial

**Consumo de alimento**, evaluado mediante el pesaje diario en cada jaula del alimento ofrecido y el residuo, obteniendo una diferencia entre estos dos pesos que nos dará un resultado, el cual será sumado con los pesos de los otros días.

**Índice de conversión alimenticia**, se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$ICA = \frac{CAE}{GPE}$$

Donde:

ICA : Índice de conversión alimenticia.

CAE: Consumo de alimento por etapa.

GPE: Ganancia de peso por etapa.

### 3.10. Análisis Estadístico:

Los animales fueron distribuidos a través del diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental estuvo formada por 1 cerdo. Siguiendo el modelo lineal aditivo.

El modelo lineal aditivo será:

$$Y_{ijk} = u + T_i + e_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Respuesta de la variable

$u$  = Promedio general

$T_i$  = Efecto del butirato de sodio

$e_{ijk}$  = Error experimental.

Las variables evaluadas fueron analizadas a través del análisis de varianza y los promedios comparados a través de la prueba de Tukey (Stell y Torrie, 1985).

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Variables productivas en lechones pos destete.

En Cuadro 2. Se muestran los promedios de peso y ganancia de peso de lechones post destete, observándose que aquellos que recibieron alimento con butirato de sodio a dosis de 500 g y 1000 g/tonelada de alimento muestran mayor ganancia de peso ( $p < 0.05$ ) que aquellos que recibieron dieta sin este producto.

Cuadro 2. Peso inicial, final y ganancia de peso de lechones post destete, evaluado de 30 a 60 días de edad.

Tratamientos	Peso Inicial (kg)	Peso final (kg)	Ganancia de peso (kg)
DB	8.90	19.30	10.40c
DB500	9.00	23.20	14.20 <sup>a</sup>
DB1000	9.00	22.55	13.55b
EE <sup>1</sup>	0.03	0.19	0.15

*Medias con una misma letra común en columna no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ) por la prueba de tukey.*

<sup>1</sup> Error estándar del promedio

En Cuadro 3. Se muestra a los promedios diarios de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, observándose diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ), en los tratamientos con butirato de sodio.

Cuadro 3. Ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento y conversión alimenticia de lechones post destete evaluado de 30 a 60 días de edad.

Tratamientos	GDP (g) <sup>1</sup>	CDA (g) <sup>2</sup>	CA (g) <sup>3</sup>
DB	346.67c	496.68b	1.43b
DB500	475.00a	526.68a	1.11a
DB1000	451.67b	508.35ab	1.13 <sup>a</sup>
EE <sup>4</sup>	4.91	4.68	0.02

*Medias con una misma letra común en columna no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

1 GDP: Ganancia de peso diario

2 CDA: Consumo diario de alimento

3 CA: Conversión alimenticia

4 EE= Error estándar del promedio

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados, el uso del butirato de sodio adicionado al alimento ha generado mejor respuesta en los animales, consiguiéndose mejor ganancia de peso, mayor consumo de alimento y mejor conversión alimenticia que los cerdos que consumieron alimento sin butirato, entre las dosis de butirato utilizados, la adición de 500 g/tonelada de alimento resulto en una mejor respuesta ( $p < 0.05$ ) que la dosis de 1000 g/tonelada de alimento.

Estas respuestas promovidas por el butirato probablemente se deben a la acción trófica sobre los enterocitos, así como al comportarse como una fuente de energía, favoreciendo de esta manera la regeneración del epitelio intestinal (fernandez y camino, 2005), lo que puede asegurar una rápida reparación de la mucosa dañada (Gálfie, 2011).

La acción también puede ser debido que como este ácido es microencapsulado se está garantizando que el ácido llegue a nivel del último tracto intestinal, para evitar su desaparición en los primeros tramos del intestino y obtener una liberación gradual.

Nuestros resultados de ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento y conversión alimenticia, son coincidentes con lo reportado por Carro y Ranilla, (2002) quienes demostraron que la utilización de ácidos orgánicos en la alimentación de lechones permite obtener un aumento en su ritmo de crecimiento.

Comparando los índices productivos obtenidos con la literatura de las tablas brasileras muestran que la ganancia diaria de peso (GDP) con la dieta de 500 g/tonelada de alimento en la fase post destete

esta por debajo del rango de la actualidad brasilera, mostrando de esta manera que además de la realidad donde se desarrollo el estudio no es la misma, existen otros factores que pueden haber influido como, genética, temperatura ambiental, nivel de nutrientes suministrados entre otros.

Estudios realizados con el butirato en otras especies como aves es reconocido por su efecto directo sobre la secreción de mucina, principalmente por su efecto antibacteriano sobre enteropatógenos gramnegativos, como *E. coli* y *Salmonella* spp., y grampositivos, como *Clostridium* spp (Sánchez y otros, 2011).

El uso del butirato de sodio en la alimentación de lechones, aves, conejos y ratas causa un aumento del desarrollo de las vellosidades intestinales, gracias a su efecto sobre el ambiente luminal, a su acción bacteriostático bactericida y a su acción directa sobre los enterocitos (Camino y Fernández, 2005). Galfi y Bokori (1990), al adicionar 0.17% de sales de ácido butírico en la dieta de lechones obtuvieron un aumento sustancial en el número de las células constituyentes de las vellosidades intestinales, así como en su longitud a nivel del íleon. Se ha demostrado, además, que los ácidos orgánicos producidos por la fermentación microbiana de carbohidratos en el lechón (ácido acético, propiónico y n-butírico) estimulan la proliferación celular intestinal (Gutiérrez, 1998).

## **VI. CONCLUSIONES**

- El uso de butirato de sodio en dietas de lechones post destete con dosis de 500 g/t de alimento balanceado mejora los parámetros productivos como ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Hacer pruebas con las distintas concentraciones de butiratos de sodio, no solo en fase post destete si no tambien en fase de recria y engorde.
- Comparar las distintas presentaciones de butirato de sodio, asi como las dosis recomendadas para su uso en cerdos y ver el costo beneficio de su utilización en dietas de lechones.

## VIII. BILIOGRAFÍA

- ALLEE, G. y TOUCHETTE, K. (1999). Efectos de la nutrición sobre la salud intestinal y el crecimiento de lechones. Avances en nutrición y alimentación animal. XV Curso de Especialización FEEDNA.
- CARRO, M.D., RANILLA, M.J. (2002). Los aditivos antibióticos promotores del crecimiento de los animales: situación actual y posibles alternativas. [Internet], [22 de enero de 2014]. Disponible en: [http://www.produccionbovina.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_promotores\\_crecimiento/01aditivos\\_antibioticos\\_promotores.htm](http://www.produccionbovina.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/01aditivos_antibioticos_promotores.htm)
- CATUOGNO, M., MONTENEGRO, M., SÁNCHEZ, N. (2006). Disminución del desarrollo de focos de criptas displásicas en el colon de ratas suplementadas con ácido butírico. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2006.
- CONCELLÓN, M. (1980). Porcinocultura 2. Alimentación, manejo patología y economía. 5ª edición. Ed: Aedos. Barcelona. 315p.
- DE SOUZA, T., LANDÍN. G., GARCÍA, K., BARREYRO, A. y BARRÓN, A. (2012) Nutritional changes in piglets and morphophysiological development of their digestive tract. Vet. Méx. 43(2): 155-173.

DOMOKOS, M., JAKUS, J., SZEKER, K., CSIZINSZKY, R., CSIKO, G., NEOGRADY, Z., CSORDAS, A., GALFI, P. (2010). Butyrate-induced cell death and differentiation are associated with distinct patterns of ROS in HT29-derived human colon cancer cells. *Digestive Diseases and Sciences*. 55: 920-30.

FERNÁNDEZ, S., CAMINO, T. (2005). Ácidos orgánicos en primeras edades. Albéitar: publicación veterinaria independiente, ISSN 1699-7883, N°. 88: 64-66.

GALFI, P. (2011). Feeding trial in pigs with a diet containing sodium – butyrate 07 mayo 2014 disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2100936>

HOPWOOD, D. y HAMPSON, D.J. (2003). Interactions between the intestinal microflora, diet and diarrhoea, and their influences on piglet health in the immediate post-weaning period. In: Pluske J.R., J. Le Dividich and M.W.A. Verstegen ed. *Weaning the pig-concepts and consequences*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, p. 199-218.

JARAMILLO, A. (2009). Ácidos orgánicos (cítrico y fumárico) como alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento (Bacitracina de Zn) en dietas para pollos de engorde. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 2 (2): 34-41.

JARAMILLO, J. (1993). Parámetros Productivos para la Planeación de Granjas Porcinas. En: *Seminario de Planeación de Granjas Porcinas*, Medellín. 82p.

- JENSEN, M., JENSEN, S. y JAKOBSEN, K. (1997). Development of digestive enzymes in pigs with emphasis on lipolytic activity in the stomach, and pancreas. *J. Anim. Sci.* 75(2): 437-445.
- PÉREZ, Z. (2007). Sistema de producción porcina. SDR. SAGARPA. IREGP. México. 8p.
- PRYDE, S., DUNCAN, S., HOLD, G., STEWART, C., FLINT, H. (2002). The microbiology of butyrate formation in the human colon. *FEMS Microbiol Letters.*, 217: 133-139.
- QUILES, A., HEVIA, M. (2006). Cría y manejo del lechón. *Acalanthis. Comunicación y estrategias.* S.L.U. Madrid, España. 255 p.
- REIS DE SOUZA, T., ESCOBAR, L., MARISCAL, B. (2011). Cambios naturales en el lechón y desarrollo morfológico de su aparato digestivo. *Rev. Veterinaria de México. F.C.N., U.A.Q. C.E.N.I.D. Querétaro.* 19 p.
- SÁNCHEZ, H., POSADAS, H., SÁNCHEZ, R., FUENTE, M., LAPARRA, V., ÁVILA, G. (2009). El efecto del butirato de sodio en dietas para gallinas sobre el comportamiento productivo, calidad del huevo y vellosidades intestinales. *Vet. Méx.*, 40 (4)
- SÁNCHEZ, G., SILVA, M. (2013). Efecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre los parámetros productivos en cuyes de crecimiento y engorde. Tesis de Médico Veterinario. Lima: Univ. Nac. Mayor de San Marcos. 59 p.

- SANTOMÁ, G., PÉREZ DE AYALA, P., GUITIÉRREZ DEL ÁLAMO, A. (2006). Producción de broilers sin antibióticos promotores de crecimientos actuales. En: LIII Symposium Científico de Avicultura. Barcelona, España.
- SANTOMÁ, G., AYALA, P. y GUTIERREZ, A. (2006). Estrategias alimentarias en la producción de pollos sin antibióticos promotores del crecimiento. Conferencia impartida por Tecna-Trouw Nutrition, 2 Nutreco. Poult. Rabbit Res.
- SHIVA, R. (2007). Estudio de la actividad antimicrobiana de extractos naturales y ácidos orgánicos. Posible alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento. Tesis Doctoral de Médico Veterinario. Barcelona: Univ. Autónoma de Barcelona. 173 p.
- SZYLIT, O., ANDRIEUX, C. (1993). Physiological and pathophysiological effects of carbohydrate fermentation. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 74: 88-122.
- TOPPING, D., CLIFTON, P. (2001). Short-chain fatty acids and human colonic function: roles of resistant starch and nonstarch polysaccharides. *Physiological Reviews* 81:1031-1064.
- VAN HEES, H., VAN GILS, B. (2002). Short and medium chain fatty acids make a comeback. *Feed Mix*, 10(6): 27-29.

# **IX. ANEXOS**

Anexo 1. Cuadro de ganancia de peso, consumo de alimento y conversion alimenticia por tratamiento, durante 30 días post destete

Tratamiento	Peso Inicial (kg)	Peso final (kg)	GP (kg)	GDP g/dia	CDA g	CA
DB	9.0	19.60	10.6	353.33	500.0	1.415
	8.8	19.60	10.8	360.00	486.7	1.352
	9.0	19.40	10.4	346.67	506.7	1.462
	8.8	18.60	9.80	326.67	493.3	1.510
DB500	9.2	23.60	14.4	480.00	533.3	1.111
	8.8	23.00	14.2	473.33	526.7	1.113
	8.8	22.80	14.0	466.67	520.0	1.114
	9.0	23.40	14.4	480.00	526.7	1.097
DB1000	9.2	23.00	13.8	460.00	526.7	1.145
	8.8	22.20	13.4	446.67	506.7	1.134
	9.0	22.60	13.6	453.33	500.0	1.103
	9.0	22.40	13.4	446.67	500.0	1.119

DB : Dieta base

DB500 : Dieta Base mas 500g/t de butirato de sodio

DB1000 : Dieta Base mas 1000g/t de butirato de sodio