

**CONSIDERACIONES SOBRE EL DESTETE EN LECHONES**  
**MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE ZOOTECNISTA**

**DIANA PAOLA RODRÍGUEZ COBOS**

**AUTORA**

**DIRECTOR**

**DR. FERNANDO GALLEGO ALARCON**

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES**

**U.D.C.A**

**VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIONES**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**SEPTIEMBRE, 2016**

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	5
OBJETIVOS .....	5
Objetivo General .....	6
Ofrecer un documento de revisión con información sobre tipos de pre-destete y destete y algunos aspectos relacionados que conllevan una mejora de la producción animal en esta etapa de vida del lechón. ....	6
Objetivos específicos.....	6
1. ASPECTOS RELEVANTES SOBRE EL DESTETE EN LECHONES .....	6
2. TIPOS DE DESTETE .....	7
3. INFLUENCIA DE LA EDAD AL DESTETE .....	9
4. CONDICIONES FISIOLÓGICAS POST DESTETE .....	11
4.1. FISIOLÓGÍA DIGESTIVA .....	12
4.1.1. Capacidad de Acidificación Estomacal .....	14
4.1.2. Capacidad de Absorción de Nutrientes.....	14
4.1.3. Desarrollo del Sistema Enzimático .....	15
4.1.4. Fermentación de las Proteínas.....	16
4.2. SISTEMA INMUNOLÓGICO Y SU IMPACTO EN LOS REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES .	17
4.3. REGULACIÓN TÉRMICA Y NECESIDADES ENERGÉTICAS .....	18
4.4. CAPACIDAD DE INGESTIÓN – CONSUMO .....	19
5. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN .....	20
5.1. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL LECHÓN .....	21
5.1.1. Uso de Fibra dietaría post destete .....	22
5.1.2. Uso de Proteína cruda dietaría post destete .....	24
5.1.3. Uso de Grasas como Fuente de Energía.....	26
5.2. USO DE ADITIVOS Y ALIMENTOS FUNCIONALES .....	26
5.2.1. Antibióticos .....	28
5.2.2. Ácidos Orgánicos y sus Sales .....	29
5.2.3. Aditivos Fitogénicos .....	30
5.2.4. Prebióticos, Probióticos y Simbióticos .....	32
5.2.5. Aromas .....	38
5.3. SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN .....	40

5.3.1.	“Creep Feeding” o Lactancia intermitente.....	41
5.3.2.	Lactancia artificial.....	42
6.	BIENESTAR ANIMAL Y ESTRÉS DURANTE EL DESTETE .....	43
6.1.	BIENESTAR ANIMAL.....	43
6.2.	ESTRÉS .....	45



## **INTRODUCCIÓN**

La porcicultura es una actividad económica con alto impacto en el desarrollo económico del país, ya que el crecimiento de la porcicultura en 2015 respecto a 2014 fue de 11.8%, lo que contribuyó al crecimiento del PIB agropecuario según Rafael Mejía López, presidente de la Sociedad de Agricultores de Colombia (2015).

Países líderes en producción porcina demuestran que el incremento de la productividad se basa entre muchas otras cosas en el ejercicio de una adecuada práctica de destete, considerado como una prioridad para lograr el éxito en todo el ciclo productivo porcino. Junto con otras actividades de manejo, un efectivo uso de las instalaciones, la capacitación oportuna del recurso humano, y la aplicación estricta de planes sanitarios, hacen posible una producción rentable y efectiva.

El destete se considera un gran desafío para el lechón y representa un periodo crítico durante su vida. Es el momento que tiene un efecto de arrastre sobre su crecimiento y desarrollo en el futuro y sencillamente puede definirse como el momento de la separación de los lechones de la cerda, un momento que es considerado dentro de las actividades de una granja porcícola como un evento, y su duración y requerimientos, se obtienen a partir de los cálculos de programación de la granja.

Esta revisión incluye aspectos sobre la práctica de destete, tipos de destete, ventajas, desventajas, fisiología de la nutrición y, alimentación, y bienestar animal que mediante una visión sistémica permiten incrementar la ganancia de peso de los lechones, aumentan el número de lechones destetos por hembra por año y a obtener retorno económico de la inversión.

El propósito de esta monografía es brindar una herramienta sencilla que permita al lector reconocer los aspectos más favorables que influyen en el destete y aplicarlos en su actividad productiva.

## **OBJETIVOS**

## **Objetivo General**

Ofrecer un documento de revisión con información sobre tipos de pre-destete y destete y algunos aspectos relacionados que conllevan una mejora de la producción animal en esta etapa de vida del lechón.

## **Objetivos específicos**

- Identificar mediante revisión de literatura, las ventajas y desventajas de las diferentes edades y tipos de destete sobre el lechón.
- Analizar los aspectos fisiológicos e histológicos por los cuales atraviesa el lechón en la etapa post destete.
- Revisar el efecto de nutrientes, materias primas, aditivos y sistemas de alimentación sobre el desempeño productivo y/o sanitario del lechón en la etapa de destete.
- Analizar diferentes estrategias propuestas por diferentes autores para mitigar el impacto del estrés sobre parámetros productivos del lechón destete.

## **1. ASPECTOS RELEVANTES SOBRE EL DESTETE EN LECHONES**

El destete se considera un gran desafío para el lechón y representa un periodo crítico durante su vida, ya que no dispone de un mecanismo eficaz para su termorregulación, debido al escaso espesor de su tejido adiposo subcutáneo, la delgadez de su piel y la escasez de pelos; este hecho, junto con la limitada ingesta de alimento en los primeros días post-destete con relación a sus necesidades basales, provoca un déficit energético que debe corregirse mediante una adecuada formulación del alimento balanceado y aplicación de prácticas de manejo (Cabrera *et al*; 2010).

En la etapa post destete algunos factores afectan la supervivencia del lechón, tales como la alta susceptibilidad de los lechones a las enfermedades e intolerancias digestivas, esto implica la necesidad de conocer los aspectos ligados a la fisiología digestiva, inmunológica, alimentación y adaptabilidad de los lechones, como base para el desarrollo físico y fisiológico en la vida futura. (Cabrera *et al*; 2010).

El destete ha sido tema de estudio que genera diversos puntos de vista basados en la investigación, por su importancia en el crecimiento, desarrollo y salud del lechón para las siguientes etapas antes de su acabado final o destino dentro de la cadena productiva porcina.

## **2. TIPOS DE DESTETE**

Los tipos de destete se pueden clasificar de acuerdo al tiempo que transcurre desde el nacimiento hasta el destete o por el número de lechones que se separan de la cerda al momento del destete.

De acuerdo al tiempo los tipos son:

- *Destete ultra precoz:* Este tipo de destete se da con lechones de menos de 21 días que se encuentran en peso vivo de entre 4 y 5 kilogramos. Con este sistema se consigue cierta economía de espacio, ya que hay reducción del tiempo de ocupación de la paridera, pero el lechón presenta más problemas post destete y la cerda una baja fecundidad post destete ya que el útero aún no ha involucionado. Por estas razones es muy poco utilizado, además por normativas de bienestar animal en algunos países se prohíben tiempos de destete inferiores a 21 días (Sánchez, 2004).
- *Destete precoz:* Se desteta a los lechones con edades de 21 a 28 días y con pesos que oscilan entre 6 a 8 kilogramos. En la actualidad es el sistema generalizado en sistemas de producción de granjas porcícolas intensivas, ya que con los avances en alimentación e instalaciones se consigue una buena adaptación del lechón a los alimentos sólidos a esa edad. Se necesitan unas buenas instalaciones, además con este sistema es imprescindible contar con buenas instalaciones para la transición y mano de obra especializada. Es con el sistema que se obtienen más lechones por cerda por año (Sánchez, 2004).
- *Destete funcional:* Se desteta a los lechones con una edad de 42 días y un peso vivo de 8 a 12 kg, por lo que el lechón presenta una fácil adaptación a los alimentos sólidos, presentando unos lechones muy bien acabados. Era el sistema más utilizado en producciones porcinas intensivas hasta hace algunos años, hoy se utiliza en pocas explotaciones (Sánchez, 2004).
- *Destete tradicional:* Se desteta a los 56 o 60 días de vida del lechón con 25 a 30 kilogramos de peso vivo. Con este sistema se obtiene un bajo número de lechones por cerda por año, ya que se obtiene sólo 1,84 partos por año, además, con la lactación tan prolongada, se disminuyen las reservas energéticas de la cerda dejándola en una muy baja condición corporal lo que produce un celo post-destete tardío y una baja tasa de ovulación, por tanto una baja prolificidad. No se utiliza en explotaciones porcinas



intensivas convencionales, sólo en algunos sistemas alternativos ecológicos y en la explotaciones más tradicionales de cerdos criollos (Sánchez, 2004).

De acuerdo al número de lechones que se separan de la cerda la clasificación del destete puede ser:

- *Destete parcial:* Esta forma de destetar lechones consiste en separar primero los lechones más grandes y dejar una semana más a individuos que presentan pesos corporales más bajos. Esta práctica se realiza cuando existen camadas con lechones de pesos muy bajos con respecto al promedio del peso de la camada. Los lechones atrasados también pueden ser atetados por una cerda que tenga alta capacidad de producción láctea, habilidad materna y/o bajo número de lechones (Campagna *et al.*, 2012).
- *Destete total:* Este tipo de destete se realiza en la mayoría de las granjas porcícolas con la obtención de buenos resultados. Consiste en separar la totalidad de los lechones de la cerda en un mismo día y realizar actividades como la suplementación, adecuación de instalaciones para animales destetados y actividades contenidas en el plan sanitario de la granja (Campagna *et al.*, 2012).

### **3. INFLUENCIA DE LA EDAD AL DESTETE**

El sistema productivo porcino se encuentra en constantes cambios y su progreso hace que los aspectos obvios respecto a la edad de destete de los lechones se cuestionen.

En la naturaleza el destete es un proceso gradual que se completa a las 10 o 12 semanas de edad, ya en sistemas de producción, la cerda permanecía lactante durante de 42 a 60 días, sin embargo, gracias a los adelantos técnicos en mejoramiento genético, reproducción, nutrición y manejo, este periodo de tiempo se ha disminuido drásticamente para obtener lo que actualmente es normal para la duración de la lactancia en la mayoría de países productores de cerdos comerciales, tiempos de lactancia que oscilan entre los 21 y 28 días, lo que permite obtener alrededor de 2,4 partos por año con lechones de un peso promedio entre los 5 y 7 Kg. Existe otro tipo de destete más precoz que se da entre 10 y 21 días de edad que permite a la cerda criar una camada más cada dos años o aumentar el número de cerdos producidos con un 20% de cerdas menos (Torres & Hurtado, 2007).

En muchos países el destete precoz se está realizando por motivos no de producción si no por sanidad animal para evitar enfermedades como Diarrea epidérmica porcina (PED) o Síndrome Respiratorio y Reproductivo Porcino (PRRS). Este ha sido un método interesante para disminuir la carga bacteriana que pasa de la hembra al lechón.

La disminución del tiempo de lactancia tiene dos objetivos esenciales: uno productivo, ya que se obtendrá mayor cantidad de partos por hembra por año y otro sanitario, ya que se sabe que la transmisión de patógenos de la cerda hacia los lechones es menor en las primeras tres semanas de vida dada la alta presencia de anticuerpos maternos en sangre (Torres & Hurtado, 2007). Por otra parte, un menor tiempo en el periodo lactancia para llegar al destete y post destete representa un reto y dificultad para el productor, ya que normalmente el cambio en las condiciones ambientales, de alimentación y de manejo luego del destete hace que lechones que llegan con buenos pesos presenten tasa de crecimiento muy inferiores a las que se dan en lactancia, junto con la aparición de problemas sanitarios y en algunos casos alta mortalidad (Barlocco, *et al.*, 1999).

En una investigación se analizó el efecto de la edad de destete a las dos, tres, cuatro, cinco, seis y siete semanas sobre la ganancia diaria de peso y conversión alimenticia, finalizando en el momento en que los animales alcanzan 40 kilogramos de peso en promedio. Los lechones destetados en la segunda, tercera y cuarta semana presentaron disminución de la ganancia diaria de peso durante la semana posterior al destete. Estos lechones, hasta las dos semanas posteriores al destete, presentaron la menor ganancia de peso con respecto a los otros

tratamientos. Esto demuestra, una recuperación lenta en el destete precoz. Situación que no se observó cuando el destete ocurrió en las semanas cinco o seis. El deterioro causado por el destete precoz es sólo a corto plazo, ya que luego se da un crecimiento compensatorio que permitió la nivelación con los lechones destetados a mayor edad (Guerrero *et al*, 2001).

Otra visión diferente del destete se da al no tener como objetivo el número de lechones destetos por cerda por año, sino un nuevo objetivo de producir un mínimo de 200 kilogramos de peso destetado por cerda productiva por año, para obtener este objetivo se ha propuesto retrasar la edad de destete a 28 días. Para alcanzar mínimo 200 kilogramos de peso vivo por cerda por año. Una explotación que desteta a 3 semanas con un peso aceptable de 6.5 kilogramos de peso vivo, debe destetar 30,76 lechones/cerda/año, mientras que la misma explotación destetando a 28 días con un peso de 7,5 kg debe destetar 26,66 lechones/cerda/año (Barceló, 2009).

Otro aspecto relevante que puede dar luces sobre la edad ideal del destete es el estrés que representa la separación de la cerda, una medida indirecta es la frecuencia de la incidencia de fuertes chillidos (gruñidos/ llamadas) por parte del lechón que se producen inmediatamente después del destete. La frecuencia y tono de estas "llamadas" se ha utilizado como un método para valorar el nivel de estrés que sufre el lechón al destete. Los lechones que se alimentan peor y que tienen más frío gritan más fuerte y con más frecuencia. La frecuencia de las llamadas es más elevada al principio del destete, sin embargo, los lechones destetados con 3 semanas realizan más "llamadas" 3,6 llamadas/minuto, mientras que con 4 o 5 semanas, 2,3 a 2,9 llamadas/minuto (Barceló, 2009).

#### **4. CONDICIONES FISIOLÓGICAS POST DESTETE**

Las condiciones fisiológicas del lechón en su etapa post destete son influenciadas por su entorno, genotipo, las estrategias de alimentación y la edad al destete, y son mediados por el estrés psicológico y de comportamiento (de Lange *et al.* 2010).

Los principales cambios fisiológicos post destete son:

- Cambios en la fisiología e histología digestiva
  - Baja capacidad de acidificación estomacal
  - Reducción en la capacidad de absorción de nutrientes
  - Bajo desarrollo del sistema enzimático
  - Fermentación de proteínas en Intestino
- Deficiente regulación térmica y déficit energético
- Activación del Sistema inmunológico
- Baja capacidad de ingestión

El efecto combinado de estos cambios fisiológicos y estructurales al momento del destete se traduce en el lechón con bajo nivel de consumo voluntario, pobre crecimiento o pérdida de peso y en algunas instancias presencia de diarrea y morbilidad que terminan en la muerte. Esta disminución del crecimiento se presenta hasta alrededor de los 14 días post destete, presentando una reducción en la ganancia de peso de un 25 a un 40% al compararlo con los cerdos que permanecen con su madre (Argote *et al.*, 2008)

Una mejor comprensión de estos cambios fisiológicos dará lugar al desarrollo de alternativas apropiadas para disminuir los trastornos que esta etapa conlleva, con el fin de optimizar la adaptabilidad del animal lo cual se verá reflejado en mejores ganancias de peso y una eficiencia productiva posterior.

#### **4.1. FISIOLÓGÍA DIGESTIVA**

El tracto gastrointestinal puede considerarse como un tubo que transcurre desde la boca hasta el ano, revestido de una membrana mucosa, cuyas funciones son las de digestión y absorción de los alimentos, barrera protectora contra gérmenes, y eliminación de los desechos sólidos. (Argote *et al.*, 2008)

En el estómago se da la primera fase de la digestión proteica, allí se producen Ácido Clorhídrico (HCl) y Pepsinógeno, donde el medio ácido (HCl) activa el pepsinógeno en Pepsina, la cual digiere las proteínas.

El bolo digestivo previamente acidificado por el HCl estomacal, con sus proteínas hidrolizadas en péptidos diversos, se encuentran con la secreción pancreática, que contiene bicarbonato, cuya misión es neutralizar los excesos de HCl proveniente del estómago, llevando el pH a la neutralidad. Hacia el final del duodeno, el alimento entra al campo de acción de las enzimas proteolíticas pancreáticas, tripsina y quimotripsina (rompe proteínas y largos polipéptidos en péptidos más pequeños), lipasas pancreáticas (hidrolisis de grasas), amilasas y sucrasas (hidrolisis de carbohidratos y azúcares) entre otras, para que posteriormente puedan ser absorbidas. En cuanto a la grasa de la leche de la cerda, son pequeñas gotas emulsificadas que se combinan rápidamente con las sales biliares para formar la mezcla de micelos o micelas, recubiertas por una lipoproteína que permite una adecuada digestión enzimática. (Argote *et al.*, 2008 y Duran. R, 1990).

Posteriormente es necesaria la secreción de exopeptidasas (carboxipeptidasas, aminopeptidasas, peptidasas y disacaridasas) producidas por las glándulas presentes en la pared intestinal, de ahí la importancia del buen estado de la mucosa intestinal. (Duran. R, 1990).

En el intestino delgado es el lugar donde se produce mayoritariamente la absorción de los nutrientes, proceso que se ve favorecido por la presencia de las denominadas vellosidades intestinales que hacen que la superficie de absorción de nutrientes aumente notablemente.

El tracto gastrointestinal de un cerdo es un entorno complejo, en particular, en los recién nacidos y en el momento del destete, el intestino de los lechones cambia rápidamente de tamaño, tiene altas tasas de recambio proteico, se somete a los rápidos cambios en la microbiota, y rápidamente se alteran sus funciones digestivas e inmunológicas (de Lange *et al.* 2010). Estos cambios en el período post destete son causados por la ausencia de consumo de leche materna e inicio de consumo de alimentos balanceados, la invasión de microorganismos patógenos y la introducción de compuestos alergénicos en la dieta post destete. (Davis *et al.* 2010)

A continuación se presentan los cambios más representativos en la fisiología digestiva del Lechón:

#### **4.1.1. Capacidad de Acidificación Estomacal**

Para iniciar la digestión de proteínas a nivel estomacal es necesario un pH = 2, en la etapa de lactancia la acidez es aportada principalmente por la lactosa de la leche, la cual favorece el crecimiento de lacto-bacilos que producen naturalmente ácido láctico, adicionalmente hay secreción de HCl en pequeñas cantidades. Al momento del destete se desencadena el problema de baja capacidad de acidificación estomacal, alcanzando pH = 4 como consecuencia de la disminución de lactobacilos debido a falta de sustrato (lactosa), y la secreción de HCl no es suficientes para bajar el pH a niveles ideales, Esto ocasiona que el Pepsinógeno no se active en pepsina para digerir las proteínas, por tanto éstas pasarán intactas al intestino, donde iniciarán un proceso de fermentación. (Argote *et al.*, 2008 y Duran. R, 1990).

#### **4.1.2. Capacidad de Absorción de Nutrientes**

La superficie de la mucosa intestinal está formada por vellosidades que aumentan el área de absorción de nutrientes, por esto, a mayor tamaño de las vellosidades, mayor será la superficie de absorción. En la lactancia las vellosidades son muy largas, esto debido a que la descamación de células durante la lactancia es mínima y las células de las criptas son capaces de reemplazar las células de las vellosidades a la misma velocidad a la que se descaman (Argote *et al.*, 2008)

Debido al cambio a ración seca y basada en cereales, durante los primeros días post destete las vellosidades disminuyen su tamaño hasta en 63%, lo que produce una disminución en el área de superficie para la absorción de nutrientes entre los 7 a 14 días post destete y corresponde al tiempo en que se presenta el problema llamado “caída del destete”, Según Duran, 1990, esta caída se caracteriza por:

- Disminución de la actividad enzimática intestinal ya que las carboxipeptidasas, aminopeptidasas, dipeptidasas y disacaridasas son producidas por las células intestinales.
- Disminución de la capacidad de absorción del alimento digerido y de líquidos intestinales.

- Presencia de diarreas, por el incremento de secreción acuosa hacia la luz intestinal (pérdida de electrolitos), por acción osmótica ante la alta presencia de nutrientes digeridos de forma incompleta.

Cera *et al*, 1988 (Cita Argote *et al.*, 2008) evaluaron la morfología intestinal de lechones lactantes y destetos, y encontraron que la altura de las vellosidades presenta una reducción no muy drástica al aumentar la edad de lechón. En la etapa post destete se presenta una disminución drástica en la altura de las vellosidades. Adicionalmente notaron que las vellosidades vuelven a alcanzar su tamaño normal alrededor de los 42 días de edad. (Cuadro 1)

**Cuadro 1.** Efecto de la edad al destete sobre la altura de las vellosidades intestinales en lechones.(Argote *et al.*, 2008)

EDAD (DÍAS)	LECHON LACTANTE	EDAD AL DESTETE	
		21	35
ALTURA DE LAS VELLOSIDADES (µm)			
2	718 +/- 95	-	-
10	703 +/- 32	-	-
21	527 +/- 35	527 +/- 35	-
24	-	183 +/- 17	-
28	416 +/- 41	216 +/- 17	-
35	410 +/- 31	313 +/- 14	410 +/- 31
38	-	-	299 +/- 21
42	-	429 +/- 38	424 +/- 9
49	-	437 +/- 16	-

#### 4.1.3. Desarrollo del Sistema Enzimático

Varios estudios han demostrado que las enzimas encargadas de degradar los nutrientes de alimentos balanceados, se encuentran aún en un estado inmaduro antes de las tres semanas de edad (Duran. R, 1990 y Argote. *et al.*, 2008) Este bajo nivel de amilasa, lipasa, y proteasas limita la hidrólisis de nutrientes diferentes a los presentes en la leche de cerda, como almidones y azúcares diferentes a la lactosa. Además, la baja actividad de las proteasas, complica aún más la digestión de la proteína de la dieta, ya que entrará posteriormente en un proceso de

fermentación. La acción enzimática sobre las fuentes de grasa de origen vegetal y animal también se ve afectada, ya que las grasas complejas forman en el sistema digestivo gotas grandes con un área de superficie mínima para el ataque enzimático, dificultando su separación en micelas, necesaria para la absorción.

Las dietas normalmente tienen siempre cierta cantidad de componentes resistentes a la degradación enzimática, sumada a la reducida capacidad de digestión del lechón, puede provocar la llegada de cantidades importantes de fibra, proteína dietética y endógena sin digerir al ciego y colon, que servirá de sustrato para la población microbiana tanto benéfica (lactobacilos y bifidobacterias) como patógenas (*E. coli* principalmente y en menor proporción, *Salmonella Rotavirus*, *Clostridium* y *Campylobacter*), desencadenando procesos diarreicos que pueden llevar hasta la muerte al lechón. Para minimizar este efecto, es importante que las fuentes proteicas que se incluyan en la dieta tengan una digestibilidad alta, asegurando una mayor absorción de nutrientes de manera que se reduzca en la medida de lo posible la llegada de nutrientes sin digerir al último segmento del aparato digestivo (Gómez, A. *et al.* 2007).

#### **4.1.4. Fermentación de las Proteínas**

En el colon proximal las bacterias comensales utilizan los carbohidratos como fuente principal de energía, esta fermentación de carbohidratos da lugar a la formación de ácidos grasos volátiles de cadena corta y a una reducción del pH. Durante la progresión a partes más distales del colon, estos carbohidratos fermentables se agotan y el pH se incrementa, dando paso a la degradación de la proteína dietaria no digerida y de origen endógeno, mediante la acción de las proteasas y peptidasas bacterianas las cuales son más activas a pH neutro o alcalino. La fermentación de estas proteínas produce AGV de cadena ramificada, y por ende la formación de sustancias tóxicas, principalmente metabolitos como NH<sub>3</sub>, aminas y fenoles volátiles (Montagne *et al.* 2010). Altas concentraciones pueden afectar la integridad de la mucosa intestinal, reduciendo la longitud de las vellosidades y aumentando la excreción de nitrógeno en heces y orina, adicionalmente promueve el crecimiento de bacterias patógenas y la secreción de agua y electrolitos que en altas concentraciones el intestino no es capaz de absorber dando lugar a heces menos consistentes y disminución de la productividad (Balfagón, *et al.*,2014).



#### 4.2. SISTEMA INMUNOLÓGICO Y SU IMPACTO EN LOS REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

La inmunidad humoral es el proceso en el que los anticuerpos producidos por las células B causan la destrucción de microorganismos extracelulares y evitan la propagación de infecciones intracelulares. La inmunidad celular involucra los linfocitos T derivados de la glándula del timo, estos destruyen directamente las células infectadas por virus y pueden controlar la actividad de otras células implicadas en la respuesta inmune. La expansión y activación de células T pueden indicar la inducción de una respuesta inmune celular, que promueve la secreción de múltiples citoquinas, las cuales pueden perturbar los sistemas inmunes de los lechones y disminuye la eficiencia del alimento y la tasa de crecimiento. Esto es debido al hecho de que los nutrientes que normalmente se utilizan para el crecimiento somático se utilizan para apoyar el sistema inmunológico. En otras palabras, las citoquinas proinflamatorias causan cambio en los requerimientos de nutrientes, disminuyendo el crecimiento del músculo esquelético, para movilizar nutrientes hacia las respuestas metabólicas necesarias para apoyar el sistema inmune. Pie. S, *et al.* (2004) Adicionalmente, Las citoquinas inflamatorias estimulan la secreción de hormonas del estrés, como el cortisol, lo que disminuye la secreción de la hormona del crecimiento (Fan *et al.*, 1994).

Inmunoglobulina A (Ig A) secretada a partir de la leche materna constituye el sistema inmune en la mucosa gástrica e intestinal de lechones recién nacidos, y defiende frente a las bacterias que entran en el cuerpo a través de la cavidad oral hasta que el lechón produce sus propios anticuerpos. La inmunoglobulina G (Ig G) es el constituyente principal de la globulina inmune de la sangre, y, en consecuencia, este anticuerpo desempeña un papel importante en la defensa contra los antígenos, este aumenta a medida que el sistema inmunitario madura, sin embargo, varios estudios han demostrado que el desarrollo de las Ig G se ve afectado cuando los lechones son expuestos al estrés por calor y al estrés social, condición característica en el periodo post destete.

En destetes precoces 14 a 21 días de edad, el lechón se encuentra en los niveles mínimos de defensa inmunitaria, ya que las inmunoglobulinas calostrales se degradan y diluyen en el torrente sanguíneo de forma progresiva durante las dos primeras semanas de vida, El destete priva al lechón de la Ig A o inmunología pasiva proveniente del calostro de la cerda, esta protección cae

drásticamente a partir de la segunda semana y la inmunología activa toma mayor fuerza a partir de la cuarta semana, presentando una baja respuesta inmunológica entre la segunda y cuarta semana, esto más un decrecimiento en la altura de las vellosidades y un incremento en la profundidad de las criptas, en especial cuando se presentan diarreas, hace que el lechón sea más vulnerable a enfermedades (Argote *et al.*, 2008).

Las prácticas de manejo de los cerdos influyen en el desarrollo progresivo del sistema inmunológico, especialmente en lo relacionado con la exposición y la colonización de la microbiota gastrointestinal residente. Davis *et al.* 2010, demuestran que la colonización del tracto gastrointestinal por las poblaciones microbianas específicas está influenciada por las condiciones de manejo post destete y el medio ambiente.

Basados en los mecanismos del desarrollo del sistema inmune en lechones destetos, se observa que éstos tienen un impacto sobre los requerimientos nutricionales. En lechones con baja actividad del sistema inmune son mayores los requerimientos de aminoácidos para una mayor deposición de tejido magro, es decir incrementan las necesidades de lisina a un 1,6 - 1,9%. Pero cuando el lechón se reta inmunológicamente este disminuye el crecimiento y empeora el índice de conversión, ya que los aminoácidos destinados al desarrollo muscular son utilizados para la síntesis de proteínas de fase aguda, para la gluconeogénesis y para la síntesis de células T y B del sistema inmune e inmunoglobulinas, en lechones con alta actividad del sistema inmune se incrementan las necesidades de otros aminoácidos esenciales como L-isoleucina, L-leucina y L-valina. (Oh *et al.*, 2010)

En diferentes estudios se ha demostrado que el perfil de los aminoácidos necesarios para el desarrollo del sistema inmune se diferencia sustancialmente de la de crecimiento, Adicionalmente, se ha demostrado que la administración de excedentes de ciertos aminoácidos dietéticos son necesarios para inducir la bioactividad con fines terapéuticos (de Lange *et al.*, 2010).

### **4.3. REGULACIÓN TÉRMICA Y NECESIDADES ENERGÉTICAS**

El lechón al destete no dispone de un mecanismo eficaz para su termorregulación, debido al escaso espesor de su tejido adiposo subcutáneo, la delgadez de su piel y la escases de pelos no son suficientes para crear una barrera contra las bajas temperaturas ambientales (Medel, *et al.*, 2000), adicionalmente el lechón se ve sometido a un déficit energético ya que su limitada

capacidad de ingestión en los primeros días post destete no supe sus necesidades basales de energía, esto desencadena en un retraso en el crecimiento post destete.

#### 4.4. CAPACIDAD DE INGESTIÓN – CONSUMO

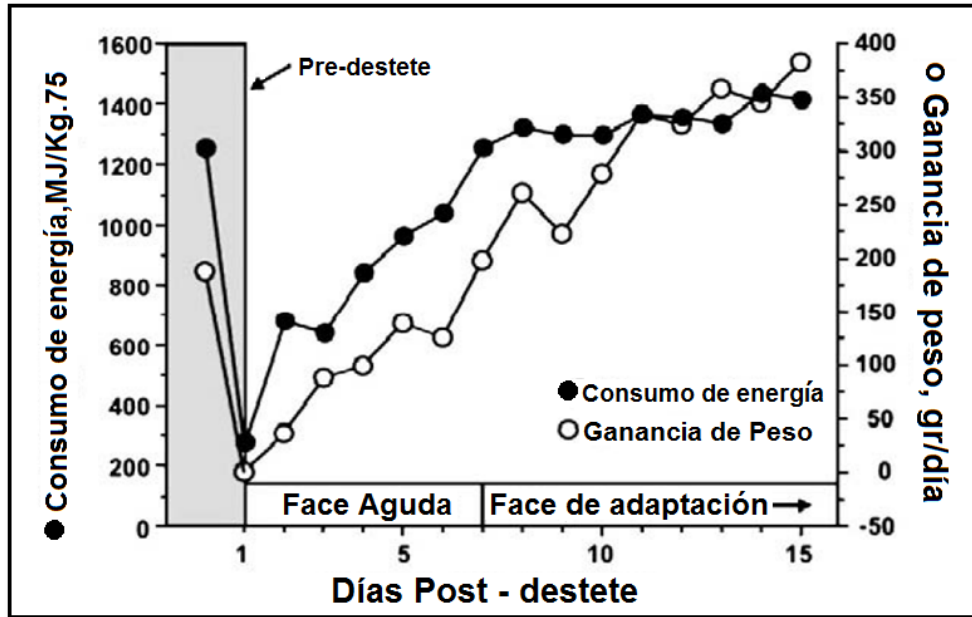
El lechón atraviesa un periodo de subalimentación post destete, siendo frecuente la pérdida de peso. El factor clave que limita la capacidad de ingesta es la digestibilidad del alimento balanceado (Tolplis y Tibble, 1995) (Cuadro 2) Existen estrategias que contribuyan a aumentar el consumo tales como la utilización de aromas, edulcorantes y otros aditivos.

**Cuadro 2.** Efecto de la digestibilidad de la dieta sobre el consumo de lechones de 10 KG de peso vivo (Balfagón, *et al.*, 2014)

DIGESTIBILIDAD DE LA DIETA, %	CONSUMO MEDIO DIARIO, gr
85	870
80	650
75	520

Burrin y Stoll (2003), dividieron el consumo de alimento post destete en dos fases, la primera es la fase aguda (primeros 7 días post destete) donde los cerdos aprenden a comer y la segunda es la fase de adaptación (7 a 14 días post destete), donde los cerdos vuelven a un nivel de consumo de materia seca aceptable en comparación con el período pre-destete. (Gráfica 2).

**Gráfica 2.** Fases aguda y de adaptación en el desarrollo de los cerdos destetados precozmente (de Lange et al., 2010)



El máximo consumo de alimentos es importante desde el punto de vista de la salud intestinal, ya que el ejercicio intestinal previene la atrofia, por tanto, el consumo conduce a un mayor crecimiento de la mucosa, mientras que en los períodos de consumo reducido o ayuno, como ocurre después del destete, la mucosa se atrofia... El mejor modelo para explicar este aspecto es el uso de la nutrición parenteral total (NPT), en la que todos los nutrientes se suministran por vía intravenosa. En estudios utilizando el modelo NPT en lechones, éstos presentaron atrofia intestinal, lo que demuestra la importancia de la presencia de nutrientes en el tracto gastrointestinal (Argote, *et al.*,2008).

Por lo tanto, es importante el uso de estrategias que ayuden a que en los primeros días post destete los consumos no descendan a niveles tan bajos y así acortar los días que el lechón tarda en adaptarse al alimento balanceado, estas estrategias serán expuestas en esta monografía más adelante.

## 5. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

Actualmente hay gran interés en el desarrollo de estrategias nutricionales para estimular el desarrollo y la salud intestinal de los cerdos recién destetados, con el fin de mejorar el rendimiento del crecimiento y reducir al mínimo el uso de antibióticos e ingredientes de alimentos costosos, tales como los productos lácteos (de Lange *et al.* 2010).

El éxito en el programa de alimentación de lechones post destete es asegurar una transición suave de una dieta líquida láctea a una dieta sólida, orientada a incentivar el consumo voluntario de alimento balanceado, elaborado con una calidad de nutrientes similar a los contenidos en la leche materna, esto con el fin de optimizar el crecimiento, la función y la salud intestinal, lo cual se verá reflejado en una productividad eficiente, con ganancias diarias de peso y conversiones alimenticias óptimas Argote, *et al.*, (2008), de Lange *et al.*(2010).

Actualmente hay gran interés en el desarrollo de estrategias nutricionales para estimular el desarrollo y la salud intestinal de los cerdos recién destetados, con el fin de mejorar el rendimiento del crecimiento y reducir al mínimo el uso de antibióticos e ingredientes de alimentos costosos, tales como los productos lácteos (de Lange *et al.* 2010)

### 5.1. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL LECHÓN

El objetivo principal del destete es lograr un paso suave y rápido de una dieta líquida láctea a una dieta sólida basada en cereales y proteínas de origen animal y vegetal. La leche de la cerda es extraordinariamente rica en grasa muy digestible por su contenido de ácidos grasos de cadena corta, lactosa y proteína con un óptimo perfil de aminoácidos, Cuadro 3 (Medel *et al.* 2000)

**Cuadro 3.** Composición de la leche de cerda (Partridge y Gill, 1993., Medel *et al.* 2000)

NUTRIENTE	PORCENTAJE %
-----------	--------------

Proteína bruta	29,0
Lisina	2,2
Metionina + Cistina	0,95
Treonina	1,20
Triptófano	0,38
Lípidos	39,3
Lactosa	27,2
Cenizas	4,6
Calcio	1,10
Fósforo	0,80
Sodio	0,25
Potasio	0,42

<sup>1</sup>A 3 semanas de Lactancia, <sup>2</sup>En % de materia seca (19,4%)

### 5.1.1. Uso de Fibra dietaría post destete

Las funciones de la "fibra dietaría" en las dietas post-destete han sido de gran interés para los nutricionistas, curiosamente, a diferencia de los demás nutrientes de la dieta, no existen recomendaciones para "fibra dietaría", generalmente el nivel de inclusión en la dieta es consecuencia de los ingredientes utilizados para hacer la dieta a menor costo.

El uso de fibra en dietas es asociado con una reducción en la utilización de los nutrientes y energía neta, sin embargo se ha despertado un interés considerable en el uso de "fibra dietaría" en la disminución de perturbaciones del tracto gastrointestinal en la etapa post-destete.

Varios autores han demostrado que la inclusión de un 5-6% de fibra cruda en las dietas de destete podría mejorar la protección contra infecciones entéricas con bacterias patógenas. Esto se explica por la estimulación de la variada y abundante microbiota comensal, y la producción de ácidos grasos volátiles (AGV), especialmente butirato, dando lugar a competitiva exclusión de bacterias patógenas ( Montagne *et al*, 2010).

Molist *et al.* (2009) ,cita Balfagón, *et al.* (2014).Encontraron que la inclusión de cantidades moderadas de salvado de trigo como fuente de fibra insoluble en la dieta (4 a 8%), no afecta negativamente la digestibilidad de la dieta, por el contrario, mejora el consumo de la dieta y el crecimiento de los lechones durante las primeras semanas post-destete, lo cual fue explicado por las bondades del uso de la Fibra cruda anteriormente mencionadas.

McDonald *et al.* (2001) cita de Lange *et al.*,( 2010) demostraron que la alimentación con una dieta a base de arroz blanco cocido (menor contenido de Polisacáridos no amiláceos PNA solubles) y fuentes de proteína animal, redujo el número de *E. coli* enterotoxigénico (ETEC) en el intestino delgado y colon, lo que se reflejó en un mejor rendimiento después del destete, en relación con los cerdos alimentados con cebada perlada (mayor contenido de PNA solubles) (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Rendimiento en canal, peso del intestino grueso, niveles de AGV y viscosidad ileal en cerdos no infectados e infectados con *E. coli*, alimentados con una dieta a base de arroz y otra a base de cebada perlada<sup>a</sup>

	Cerdos No Infectados		Cerdos Infectados		SEM <sup>g</sup>	P- Valor	
	Arroz <sup>b</sup>	Cebada <sup>c</sup>	Arroz	Cebada		Diet a	Enfermedad
<b>Ganancia en la canal, g/día</b>	74	26	-28	-56	36,3	*	***
<b>Intestino grueso,% PV<sup>d</sup></b>	2,7	3,8	2,6	3,2	0,62	**	NS
<b>AGV en colon distal (mM<sup>e</sup>)</b>	84	114	60	78	20,4	**	**
<b>pH en colon distal</b>	6,8	6,1	6,8	6,5	0,37	**	NS
<b><i>E. coli</i> en yeyuno<sup>f</sup></b>	0	0	0.9	4,2	2,44	*	
<b><i>E. coli</i> en colon</b>	0	0	3,2	6,2	1,89	**	
<b>Viscosidad en íleon, cP</b>	2,1	2,8	1.6	2,3	1,13	*	*

\*P<0,05, \*\*P<0,01, \*\*\*P<0,001, NS: No significativo

<sup>a</sup> McDonald et al. 2001. Los valores representan promedios y error estándar de los promedios.

<sup>b</sup> Arroz: arroz blanco cocinado (702 g/kg, 4 g/kg de NSP solubles en la dieta) más fuentes de proteínas de origen animal (197 g/kg).

<sup>c</sup> Cebada: Cebada perlada (500 g/kg, 25 g/kg de NPS solubles en la dieta), más arroz (275 g/kg) y fuentes de proteína animal (200 g/kg).

---

<sup>d</sup> PV: Peso vivo

<sup>e</sup> mM: Milimolar

<sup>f</sup> Expresado como log<sub>10</sub> UFC (Unidades formadoras de colonia) de *E. coli* hemolítica por gramo de raspado de la mucosa.

<sup>g</sup> SEM: Modelado de Ecuaciones Estructurales

El uso de fibra dietaria rica en PNA soluble favorece la infección entérica post destete, esto se explica por el aumento de la viscosidad de la digesta y porque los PNS actúan como un sustrato para las bacterias patógenas, planteando la hipótesis de que la fibra dietaria modifica la composición de la microbiota y sus actividades metabólicas, lo cual puede ser benéfico para los lechones mantenidos en buenas condiciones, pero perjudicial para los de condiciones desfavorables de mantenimiento (Montagne *et al*, 2010)

Sin embargo, la cuestión de la cantidad adecuada de fibra cruda y su relación de NPS solubles e insolubles a incluir en una dieta de destete es complejo, ya que muy probablemente depende de lo que el nutricionista y productor estén tratando de lograr, y adicionalmente habría que investigar sobre ingredientes alimenticios que proporcionen una combinación adecuada de carbohidratos (según su digestibilidad y fermentación), y proteínas, por ejemplo, la combinación de la dieta de carbohidratos podría ser diferente para mejorar la diarrea post destete que para maximizar la ganancia de tejido magro.

### **5.1.2. Uso de Proteína cruda dietaria post destete**

Un factor importante en las dietas de iniciación son las inclusiones y fuentes de proteína, las cuales deben responder a un adecuado crecimiento del lechón y a su salud digestiva (ausencia de proteínas fermentables a nivel intestinal que causan diarreas). En esta revisión se argumentarán don posibles estrategias en el uso de proteínas para dietas post destete.

La primera estrategia es usar proteínas altamente digestibles, con el fin de que sean digeridas y adsorbidas de forma eficiente, evitando que estas pasen intactas al intestino, reduciendo la presencia de sustrato disponible para la degradación colónica Balfagón, *et al.*, (2014). Sin embargo esta estrategia, implica el uso de dietas altamente costosas.



La segunda estrategia es el uso de aminoácidos sintéticos, ya que en varios estudios se demostró que lechones destetados con un menor nivel de proteína cruda causa bajas concentraciones de amoníaco en el intestino delgado y la disminución de niveles plasmáticos de nitrógeno ureico, nitrógeno amoniacal y ácidos grasos volátiles en el contenido ileal. Estos datos son indicativos de la reducción de la fermentación de la proteína por la microbiota, e indican que la alimentación con dietas de baja proteína podría utilizarse para reducir la diarrea post destete en lechones alimentados con dietas libres de antibióticos, pese a comprometer el crecimiento después del destete causado por una menor oferta de los AA esenciales, como la isoleucina y valina (de Lange *et al.*, 2010).

Sin embargo esto puede ser superado mediante la adición de aminoácidos en forma cristalina, Yue y Qiao (2008) confirman que la reducción del nivel de proteína cruda en la dieta asociada con la suplementación de aminoácidos podría mejorar la utilización de nitrógeno en la dieta de los lechones. La morfología intestinal y algunas actividades enzimáticas no fueron influenciadas cuando la concentración de proteína cruda en la dieta se redujo de 23,1 a 18,9% en cerdos destetados. Sin embargo, encontraron que al reducir estas concentraciones a 17,2% algunos aminoácidos pueden estar en niveles insuficientes para satisfacer las necesidades de los lechones, lo que da lugar a bajos consumos de alimento, atrofia de las vellosidades y reducción de algunas actividades enzimáticas, que llevan a malos resultados durante el período post-destete.

Heo *et al.* (2012), también evaluaron una dieta baja en proteínas con suplementación de aminoácidos esenciales sintéticos para mantener un "perfil ideal de aminoácidos" y su funcionalidad en la reducción de los índices de fermentación de proteínas en el tracto gastrointestinal e incidencia de diarrea post destete sin comprometer el crecimiento hasta aproximadamente 15 semanas de edad, como resultado observaron que disminuyó de la fermentación de proteínas ya que redujo el flujo de nitrógeno en íleon, el número de animales tratados con antibióticos fue inferior y mejoró la consistencia fecal con el consiguiente aumento en el contenido de materia seca fecal sin afectar el crecimiento del lechón.

Por lo tanto, el perfil ideal de aminoácidos y el equilibrio correcto entre estos debe ser estudiado más a fondo para asegurar un adecuado desarrollo intestinal y el rendimiento óptimo los lechones en la etapa post destete.

*Alimentación del Tracto gastrointestinal:* Una de las principales consecuencias del destete es esencialmente una remodelación total del tracto gastrointestinal, lo que genera cambios en la forma en que este funciona, desde la perspectiva bioquímica, fisiológica e inmunológica. La investigación realizada por Burrin y Stoll (2003), sugiere que, dado los considerables avances realizados en el conocimiento de la utilización intestinal de nutrientes y el metabolismo, un objetivo alternativo o complementario en la nutrición de lechones post destete, es la formulación de las dietas “intestino amistoso”, con la tarea específica de optimizar el crecimiento, la función y la salud del intestino. Los componentes más prometedores para la formulación de estas dietas son la glutamina, ácido glutámico y treonina. En este sentido, varios aminoácidos esenciales y no esenciales se cree que juegan un papel en lo que respecta a sus efectos metabólicos, fisiológicos, inmunológicos y terapéuticos en el tracto gastrointestinal y en todo el organismo.

### **5.1.3. Uso de Grasas como Fuente de Energía**

La combinación de grasas con carbohidratos producen una mejora en la conversión alimenticia, sin embargo, hay factores que afectan la utilización de las grasas como fuente de energía, como lo son la estructura, tamaño de la cadena de carbonos y grado de saturación. El problema radica en que el lechón produce muy poca cantidad de bilis en las primeras semanas de vida. Por lo tanto las mejores fuentes de grasas son los triglicéridos de cadena media ya que se utilizan, digieren y se absorben mejor, al ser absorbidos directamente a la vena porta y de ahí al hígado donde son utilizados como fuente de energía y pasan libremente y en forma más rápida a la mitocondria.

## **5.2. USO DE ADITIVOS Y ALIMENTOS FUNCIONALES**

Es posible decir que todos los alimentos son funcionales en cierta medida, ya que todos proporcionan sabor, olor y aportan nutrientes necesarios para el correcto funcionamiento y desarrollo del animal. Sin embargo, actualmente se buscan nuevas funciones en el organismo que aporten beneficios fisiológicos adicionales que reduzcan el riesgo de la presentación de enfermedades o que mejoren la salud del individuo. En estas condiciones, un alimento funcional es aquel cuyos componentes (que pueden ser o no nutritivos) influyen sobre una o varias funciones del organismo y originan un efecto positivo sobre la salud. (Bellisle, *et al.*, 1998 y Roberfroid, 1996)

Por otra parte, el tratar de hacer una definición precisa de los aditivos para la alimentación animal es complejo debido a su gran número y amplia heterogeneidad. A pesar de esto, en términos generales, un aditivo alimentario se refiere a un producto incluido en la formulación del alimento a un nivel de inclusión bajo, cuyo propósito es incrementar la calidad nutricional del alimento, el bienestar y/o la salud del animal (Ravindran, 2010).

En consecuencia, los aditivos para alimentos balanceados se asignan a una o más de las siguientes categorías, dependiendo de sus propiedades y funciones: Aditivos tecnológicos (antioxidantes, emulsificantes o acidificantes), aditivos sensoriales (aromas, pigmentos), aditivos nutricionales (vitaminas, minerales traza, aminoácidos), aditivos zootécnicos (potenciadores de la digestión, estabilizadores de la flora intestinal), coccidiostatos o histomonostatos Ravindran, (2010). Se consideran alimentos funcionales los probióticos, prebióticos, simbióticos, y los antioxidantes, subproductos secundarios del metabolismo vegetal, lípidos estructurales, ácidos grasos polinsaturados, subproductos del metabolismo de las grasas, péptidos bioactivos, fibras, vitaminas y minerales (Figuroa, *et al.*, 2006).

Al revisar los primeros acercamientos de la funcionalidad de alimentos se puede determinar que el primer antecedente moderno que relaciona el consumo de un alimento con el estado de salud de una población, data de principios del siglo XX. En 1907, Ellie Metchnikoff realizó un estudio sobre la relación entre la flora intestinal y la salud; este autor propone la hipótesis de que la longevidad que presentaban algunos habitantes de regiones rurales de Bulgaria y de otras zonas mediterráneas de Europa del este, era consecuencia del consumo regular del yogurt como parte importante de su dieta diaria, lo que suprimía la actividad de bacterias residentes en el intestino. Debido a que estas personas presentaban un promedio de vida mayor al de las expectativas del europeo en esa época. Aunque esta hipótesis fue descartada posteriormente al demostrarse que las bacterias del yogurt no sobreviven la acidez del estómago, este primer trabajo reflejó el interés por determinar la relación entre la flora intestinal y la salud, asociada con el consumo de alimentos específicos (Figuroa *et al.*, 2006)

En el campo de la producción porcina el empleo de alimentos funcionales y aditivos es una práctica que acumula varias décadas y sus beneficios esperados se relacionan con su efecto positivo en cuanto a productividad, eficiencia y costos. En estos momentos la tendencia, en cuanto a su utilización, está dirigida al uso de sustancias naturales, ya que el empleo de ciertos productos sintéticos produce resistencia en los microorganismos patógenos o residualidad en la

canal (Castro, 2005). A continuación se realiza una descripción de los principales grupos de aditivos y alimentos funcionales empleados en la producción tecnificada de cerdos.

### **5.2.1. Antibióticos**

Aun cuando los antibióticos pueden mejorar la conversión alimenticia en cerdos (hasta un 4 %), ya que funcionan como promotores del crecimiento al disminuir la presencia de microorganismos del tracto gastrointestinal, que afectan la salud del animal o que utilizan parte de los nutrientes que necesitan los animales para sus funciones vitales; también se incrementa la superficie disponible de absorción de nutrientes, al liberarse de los microorganismos que la colonizaban, y a una menor producción de toxinas. El uso de antibióticos como promotores del crecimiento, hoy se rechaza, por ejemplo, en la Unión Europea se prohibió su empleo. La Organización Mundial de la Salud (OMS) emitió en el año 2000 la recomendación de que había que dejar de utilizar antibióticos como promotores de crecimiento. Una coalición de EEUU, llamada “Coalición para la Sanidad Animal”, y formada por las Asociaciones que representan a los productores de vacuno, pollo, porcino y pavos, así como a las empresas elaboradoras de productos veterinarios, ha respondido a las recomendaciones de la OMS (Castro, 2005).

Si bien la industria animal ha usado colistina como promotor de crecimiento por muchos años, también es cierto que la eliminación de antibióticos al medio ambiente por el sector de la salud humana es importante fuente de contaminación además del riesgo de generar resistencia de las bacterias a los antibióticos. Ahora más que nunca los gobiernos consideran la real posibilidad de prohibir o limitar el uso de promotores de crecimiento en la industria pecuaria, pero consideraciones éticas en términos de seguridad alimenticia deben ser tomadas en cuenta, especialmente en países en vías de desarrollo. (Christian, 2016)

Los esfuerzos por desarrollar promotores de crecimiento alternativos aumentan cada día. En el mundo se están estudiando los ácidos orgánicos, los aditivos fitogénicos, los probióticos y en el caso de Cuba se han estado trabajando con fuerza las zeolitas naturales, minerales que incrementan la eficiencia de utilización de los nutrientes proteicos, protegen a los animales del efecto de las micotoxinas y actúan positivamente frente a algunos tipos de diarreas para lo cual son capaces de sustituir la terapia antibiótica (Castro, 2005).

### 5.2.2. Ácidos Orgánicos y sus Sales

Existen dos tipos de ácidos: orgánicos e inorgánicos (Mateos *et al*, 1999). Actualmente los ácidos de mayor uso son los de carácter orgánico. Dentro de los mismos se incluyen aquellos ácidos cuya estructura química se basa en el carbono. Se añaden al alimento por su capacidad de reducir el pH de los alimentos y conservarlos. A la par, ejercen una influencia positiva en el sistema digestivo y el metabolismo, mejorando el rendimiento productivo de los lechones destetos. Los de mayor interés en producción animal son el fórmico, el propiónico y el láctico, y en menor medida el acético, butírico, cítrico, málico y sórbico. La acción benéfica de los ácidos orgánicos parece estar relacionada con un incremento en la digestibilidad y retención de diversos nutrientes (minerales, proteína y energía), acompañado de una alteración de la población microbiana del tracto gastrointestinal (Castro, 2005).

Otros posibles mecanismos de acción de los ácidos orgánicos son la mejora de la morfología del epitelio intestinal, la estimulación de secreciones pancreáticas, el aumento de la retención del quimo en el estómago, el aumento de la retención de minerales o el servir como sustrato del metabolismo intermedio. La actividad antimicrobiana de los ácidos orgánicos está relacionada con la reducción del pH del medio y con su capacidad para disociarse, lo que está determinado por la constante pK de disociación de cada ácido. Los ácidos orgánicos son liposolubles cuando están en forma no disociada, por lo que son capaces de atravesar la pared bacteriana. Una vez en el interior de la célula bacteriana, que es un ambiente alcalino, el ácido desprende el protón y el pH intracelular disminuye. Esto afecta al metabolismo bacteriano inhibiendo la actividad de enzimas importantes y hace que la célula use energía para deshacerse de los protones, lo que lleva a una acumulación de cationes en el interior de la célula. Este ion ácido parece jugar un papel muy importante en el efecto antibacteriano de los ácidos orgánicos y sus sales (Canibe, 2007).

Varios estudios han demostrado una actividad antimicrobiana importante, sin que se altere significativamente el pH del tracto digestivo. El efecto antimicrobiano de los ácidos va así, de mayor a menor, benzoico, fumárico, láctico, butírico, fórmico y ácido propiónico siendo el mejor el ácido benzoico ya que muestra efecto antimicrobiano y de protección frente a coliformes en el estómago e intestino delgado (Canibe, 2007).

Los ácidos orgánicos pueden suministrarse, tanto en el agua de bebida como en el alimento, para que ejerzan su acción en el tracto gastrointestinal. En el estómago, se disminuye el pH lo

que reduce la concentración de todos los tipos de bacterias. En el intestino delgado, solamente aquellos ácidos orgánicos que presentan actividad antibacteriana fuerte son capaces de inhibir el crecimiento de las bacterias gram negativas como *E. coli* y *Salmonellas*. Los ácidos orgánicos son utilizados como promotores de crecimiento ya que permiten reducir las diarreas frecuentes en las categorías menores de cerdos, entre ellas los cerdos destetos. La adición de ácidos orgánicos permite disminuir considerablemente el contenido de *E. coli* en cerditos al destete, estudios comprueban que suministrar ácido acético, tanto por vía oral como mezclado con el alimento balanceado puede influenciar en un balance adecuado de la microflora del tracto gastrointestinal (Van der Broek, 2000).

Si se considera que el lechón recién destetado, aún está fisiológicamente inmaduro, será de gran importancia el empleo de los acidificantes en esta etapa de la vida de los animales. La habilidad en esta etapa para producir el ácido clorhídrico en cantidades suficientes es pobre, a la edad de 7-10 semanas la producción de clorhídrico se estabiliza, logrando niveles de pH alrededor de 3.5, lo que evita el crecimiento de patógenos y resulta ideal para bacterias beneficiosas que se desarrollan dentro del tracto, como los lactobacilos (Castro, 2005) (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Rangos óptimos de pH para el crecimiento microbiano

ORGANISMO	pH MÍNIMO	pH MÁXIMO
<i>E. coli</i>	4.3	9.5
<i>Lactobacillus</i>	3.8	7.2
<i>Salmonella</i>	4.0	9.0
<i>Staphylococcus</i>	4.2	9.3

La utilización de mezclas de ácidos orgánicos micro encapsulados generan en lechones post destete un buen estatus de salud y muestra tendencias en la ganancia diaria de peso en los animales suplementados entre los 15 y 41 días. Además presenta diferencias estadísticas altamente significativas para peso corporal a los 41 días y promedio de la ganancia diaria de peso, siendo mejores los tratamientos suplementados con los micro encapsulados (Grilli, *et al.*, 2010).

### 5.2.3. Aditivos Fitogénicos

Estos aditivos se utilizan como alternativa de los antibióticos debido a sus propiedades, además del destacado poder antimicrobiano, estimulan el consumo, la digestión, poseen función antioxidante, inmunomoduladores y otros. Las plantas, fundamentalmente las especias, se han utilizado siempre para el tratamiento de numerosas enfermedades Castro, (2005). En cuanto su capacidad antioxidante es relevante ya que permite controlar especies reactivas de oxígeno, capaces de destruir importantes moléculas en las dietas formuladas y también producen daños en los tejidos celulares de los lechones. Los flavonoides y los ácidos fenólicos son sustancias que se producen en las plantas que contrarrestan el efecto de estas especies reactivas de oxígeno, al eliminar los radicales libres y otros productos oxidantes intermedios. Por ejemplo, se han realizado estudios de la actividad antioxidante de extractos de la canela y se ha encontrado una actividad antioxidante igual o superior al antioxidante sintético beta hidroxil tolueno (BHT). Esta acción antioxidante se debe a las sustancias flavonoides y carotenoides que pueden proteger las células y los tejidos en un grado similar a como lo hacen los tocoferoles de la vitamina E. Otro efecto importante cuando se suministran los aditivos fitogénicos está en el incremento en el consumo y en la digestión Mellor (2002), por lo que resultan de gran interés, no sólo como alternativa para sustituir los antibióticos promotores del crecimiento, sino, para obtener incrementos de eficiencia y aumentar la aceptabilidad en sistemas donde se utilicen subproductos y alimentos de escaso valor nutricional, que generalmente tienden a limitar el consumo y debido a ello, el comportamiento animal (Castro, 2005).

El orégano (*Oreganum vulgare* Lim.) parece tener gran importancia como aditivo fitogénico, ya que las sustancias que la componen (carvacrol y timol) actúan contra la pared celular de las bacterias patógenas. También el orégano contiene fenoles, sustancia con marcado efecto antidiarreico, con lo que se disminuye considerablemente la mortalidad de los cerditos en etapas tempranas sin tener que utilizar promotores de crecimiento antibióticos. Este representa un campo de gran interés para países tropicales como el nuestro, donde las condiciones en cuanto a biodiversidad vegetal son excelentes para producir estas plantas y obtener aditivos que sean competitivos con los mercados que hoy los producen (Castro, 2005).

El empleo de aceite esencial de orégano presenta una potente actividad antioxidante evaluada *In vitro*, especialmente inhibiendo la oxidación de ácidos grasos y una fuerte actividad antimicrobiana. Sin embargo, el aceite esencial de orégano en ese estudio no mejora la tasa de crecimiento, ni en la prevención de diarrea en lechones destetos (Henn *et al.*, 2010).

#### **5.2.4. Prebióticos, Probióticos y Simbióticos**

Los probiótico, prebiótico y simbiótico son considerados como alimentos funcionales. Se considera como probiótico a un microorganismo vivo que se adiciona a la dieta y que, tras ser ingerido en cantidad suficiente, ejerce un efecto positivo sobre la salud, más allá de los efectos específicos que ejerce la nutrición. Un prebiótico se define como un ingrediente alimentario ligeramente digestible que produce un efecto benéfico en el consumidor, al estimular el crecimiento selectivo y la actividad metabólica de un número limitado de bacterias. Y un alimento simbiótico es aquel ingrediente que, al ser una mezcla de los dos anteriores, tiene efectos sinérgicos y aditivos (Figueroa *et al.*, 2006).

Los prebióticos, probióticos y simbióticos son capaces de modificar la composición de la microflora intestinal aumentando principalmente el número de lactobacilos y bífidobacterias, lo que disminuye la población de bacterias patógenas. Los lactobacilos y bífidobacterias utilizan los oligosacáridos y fructooligosacáridos que llegan al colon para producir ácidos grasos y liberar minerales que pueden ser absorbidos y aprovechados por el hospedero (Figueroa *et al.*, 2006).

#### **Probióticos**

El concepto de probiótico ha evolucionado con el tiempo, y fue utilizado por primera vez por Lilly y Stillwell en 1965, para describir a las sustancias producidas por un microorganismo, las cuales estimulan el crecimiento de otro; esto es, una función opuesta a los antibióticos. Más tarde se consideró a los probióticos como organismos y sustancias que contribuyen al balance intestinal. Posteriormente fueron considerados como complementos alimentarios vivos que benefician a quien los consume mejorando el balance de microorganismos en el intestino; de hecho, los probióticos modifican la composición o la actividad de la microflora, o ambas. Algunos autores señalan que los probióticos pueden no necesariamente ser sólo organismos vivos, sino que pueden incluir también productos de su metabolismo, células muertas, partículas o porciones de microbios inactivados que tienen efectos positivos (Escalante, 2001).

Para que un compuesto o microorganismo sea considerado como probiótico, debe reunir las siguientes características: no ser sensible a las enzimas proteolíticas gastrointestinales, ser capaz de sobrevivir el ambiente ácido a su paso por el estómago, ser estable frente a ácidos y bilis, poseer capacidad para adherirse a las superficies epiteliales, sobrevivir en el ecosistema intestinal, producir compuestos antimicrobianos, permanecer vivo (o activo) y estable durante su



empleo; tener un mecanismo específico de adhesión al intestino y tener capacidad de crecimiento rápido en las condiciones del ciego (Figuroa *et al.*, 2006).

Por otra parte, los lechones enfrentan cambios drásticos durante el destete, lo que reduce el consumo de alimento por el estrés, y al mismo tiempo se propician alteraciones en los procesos digestivos, provocando menor crecimiento y mayor incidencia de enfermedades, especialmente diarreas. Para reducir el impacto del destete en el crecimiento y la salud del lechón recién destetado, pueden resultar útiles los alimentos funcionales que atenúen o eviten los problemas gastrointestinales propiciados por ese manejo, lo que podría evitar la proliferación de bacterias patógenas, mejorar la función digestiva y el crecimiento, y ayudar a evitar el uso de antibióticos en el alimento de los lechones (Figuroa *et al.*, 2006)

Las especies bacterianas comúnmente utilizadas como probióticos incluyen a los lactobacilos como *L. acidophilus*, *L. caseii*, *L. bulgaricus*, *L. reuteri*, *L. plantarum*, y a las bifidobacterias como *B. bifidum*, *B. longum*, *B. breve*, *B. infantis*, *B. animalis*. Lactobacilos y bifidobacterias que se encuentran en la flora intestinal normal, aunque en niveles relativamente bajos. Se ha observado que la administración oral de bacterias probióticas tiene un efecto sobre el sistema inmunológico del intestino, lo que aumenta las posibilidades para mayor competencia por receptores y por sitios de adhesión de la mucosa intestinal, mayor inhibición del crecimiento de algunas especies de enteropatógenos, aumento de la competencia por nutrientes mayor prevención de transposición bacteriana, y aumento de la secreción de mucina protectora del intestino (Figuroa *et al.*, 2006).

Los efectos anteriormente mencionados se han observado en estudios con microorganismos específicos. La producción de sustancias antimicrobianas, como las bacteriocinas por parte de los probióticos, ha mostrado también tener efecto positivo frente a la gastroenteritis producida por cepas de *E. coli* y *Campylobacter*, reduciendo considerablemente la incidencia. Específicamente, las bifidobacterias tienen el potencial para inhibir el crecimiento de patógenos, reducir el amonio en sangre, ayudar en la disminución del colesterol sanguíneo, estimular el sistema inmune, producir vitaminas del complejo B, y restaurar la flora intestinal después del empleo de antibióticos (Figuroa *et al.*, 2006).

La utilización de probióticos en cerdos en pre destete, destete y post destete mejora el rendimiento del crecimiento y disminuye la incidencia de diarrea lo que redundaría en la ganancia diaria de peso de los lechones con menor cantidad de alimento. El consumo de alimento fue mayor en el tratamiento control en relación con los tratamientos en que se suplementaba con

*Streptococcus faecium* y una combinación balanceada con *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus faecium* complementado con un cultivo de levaduras vivas *Sacharomyces cerevisiae* a pesar de esto la eficiencia en conversión alimenticia fue mejor en el tratamiento control (Navas *et al.*, 1995).

En otro ensayo en el que se emplea *Lactobacillus jensenii* se determina que la utilización de este probiótico es una estrategia útil para mantener y mejorar la homeostasis intestinal; que es importante para mejorar el desarrollo de los lechones después del destete, la salud, el rendimiento del crecimiento, la productividad e incluso redundante en el incremento de la calidad de la canal al momento del sacrificio (Suda *et al.*, 2014).

En otro ensayo se evaluó el efecto de la utilización de *Lactobacillus lactis*, *Carnobacterium divergens*, una mezcla de *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus paracasei* y otra mezcla de *L. lactis*, *L. plantarum*, *L. casei*, *L. paracasei*, *C. divergens* y *Saccharomyces cerevisiae* sobre la morfometría del epitelio del duodeno, yeyuno e íleon. Se observó un incremento estadísticamente significativo en la longitud de la microvellosidad a nivel de yeyuno en animales suplementados con *Lactobacillus lactis* únicamente. Una disminución de la cripta fue estadística significativa en yeyuno para todos los tratamientos con probióticos (Szczołka-Bochniarz *et al.*, 2014).

El uso de probióticos puede tener efectos positivos sobre la salud intestinal y general del lechón luego del destete ya que compite con bacterias patógenas y restringe su crecimiento mediante moléculas bioactivas, lo que afecta positivamente parámetros productivos y de calidad en los cerdos. Pero los resultados son muy variables y no en todos los ambientes, manejos y tipos de alimentación se expresan con mejoras estadísticamente significativas, es por ello que se recomienda realizar estudios in situ para determinar la eficacia y rentabilidad del uso de probióticos en granja.

## **Prebióticos**

La investigación pionera sobre prebióticos se realizó en Japón y se enfocó a la identificación de algunos componentes de la leche materna que favorecieran el crecimiento de bifidobacterias, microorganismos que permiten mantener la salud en infantes. En dicha investigación se determinó que algunos oligosacáridos poseen actividad prebiótica, y a partir de ella se han buscado sustratos específicos para bifidobacterias. Los prebióticos son sustancias parcialmente digeribles que se encuentran en los alimentos. Los oligosacáridos no digeribles en general y

los fructooligosacáridos en particular son prebióticos: son conocidos como estimulantes del crecimiento de bífidobacterias y lactobacilos, los cuales después de un corto periodo de ingestión del prebiótico predominan en el intestino. Algunas especies de plantas almacenan polímeros de fructosa como reservas de carbohidratos en lugar de glucosa. Estos polímeros incluyen las inulinas y levanos; la mayor parte de ellos se incluyen en el grupo de los fructanos, y se pueden extraer de plantas de las familias *Liliaceae*, *Amaryllidaceae*, *Graminae* y *Compositae*, entre otras. (Figueroa *et al.*, 2006)

Los fructooligosacáridos (FOS) son los oligosacáridos no digestibles más extensamente estudiados en términos de sus propiedades prebióticas. Contienen de dos a 70 unidades de fructosa. Los FOS son carbohidratos de reserva que se encuentran en plantas, y que pueden ser sintetizados a partir de sacarosa. Las bifidobacterias son capaces de digerirlos ya que producen la enzima  $\beta$ -fructofuranosidasa. Estos carbohidratos no son digeridos por el lechón, debido a la presencia de enlaces  $\beta$  2-1, característica que los define como oligosacáridos no digestibles (OND). Por eso mismo, no son capaces de difundir a través de la mucosa intestinal y son resistentes a la hidrólisis enzimática intestinal, de tal forma que todos los OND pueden actuar como sustratos para la fermentación bacteriana, aportando energía para el crecimiento microbiano. Los prebióticos de los cuales se tiene suficiente información y evaluación como alimentos funcionales son las fructanas de inulina, que incluye la inulina nativa, la inulina enzimáticamente hidrolizada u oligofructosa, y los FOS sintéticos. Por otra parte, los compuestos como la lactulosa (4-O- $\beta$ -galactopiranosil-D-fructosa) y el lactinol (4-O-  $\beta$ -galactopiranosil-D-glucitol) son derivados sintéticos de la lactosa, y se denominan galacto-oligosacáridos (GOS). Ambos disacáridos no son absorbidos en el intestino delgado y son fermentados rápidamente por la microflora del colon, lo que reduce las poblaciones de Bacteroides, Clostridium, coliformes y Eubacterium, y aumenta el número de Bifidobacterium, Lactobacillus y Streptococcus (Figueroa *et al.*, 2006).

Los cerdos no producen enzimas que digieran los polisacáridos no almidonosos (PNA) y ciertos oligosacáridos, por lo que la digestión de estos carbohidratos se realiza por degradación química y microbiana. Una gran parte de los PNA son digeridos por la microflora del intestino grueso de los cerdos adultos; de este modo la digestibilidad de estos carbohidratos puede llegar a ser de hasta 93%. Por otra parte, se ha observado una mayor actividad microbiana en cerdos en iniciación cuya dieta tiene alto contenido de fibra. Cuando se compararon dos dietas, una con base en trigo y la otra con salvado y trigo (con mayor cantidad de fibra), en la primera dieta la mayor actividad microbiana se observó en el íleon y disminuyó al llegar al ciego, mientras que la

actividad de la de alto contenido de fibra se detectó en el ciego, con una ligera disminución, pero aun con actividad notable en el intestino grueso. Los carbohidratos de bajo peso molecular, como los oligosacáridos y fructanos, son digeridos entre 40% y 50% en el intestino delgado, y son completamente digeridos en el intestino grueso del cerdo por la acción de los microorganismos. Los oligosacáridos de alto peso molecular no son hidrolizados o absorbidos en el intestino delgado y parece ser que son rápidamente fermentados en el colon proximal, donde se observó, en estudios in vivo, que su fermentación por *bifidobacterium* favorece su proliferación. (Figueroa et al., 2006).

Guerra-Ordaz *et al.*, (2013) empleó una suplementación de lactulosa de 10 gramos por kilogramo de dieta incrementando el rendimiento en el crecimiento y modifica la fermentación en el colon con reducción del nitrógeno ureico en sangre. El promedio de ganancia de peso, el promedio consumo diario de alimento y la relación ganancia alimento tuvieron mejores desempeños con diferencias significativas frente al tratamiento control. En otro experimento se utilizó una dieta control sin MOS, MOS en 0.1% y MOS al 0.2 % de la dieta en tres fases de 21 a 31 días, de 32 a 42 días y de 43 a 63 días de edad siendo evaluados los parámetros productivos de ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento y conversión alimenticia. En la primera fase la ganancia diaria de peso fue mayor en animales con el tratamiento control, en la fase dos y tres no hay diferencias significativas en la ganancia diaria de peso. En cuanto a consumo diario de alimento no se encontraron diferencias significativas y en el caso de conversión alimenticia los valores reportados para MOS son iguales o incluso peores con respecto al control, lo que hace que no sea posible recomendar la utilización de MOS en dietas de lechones en destete y post destete (Silva *et al.*, 2012).

Al realizar la revisión se puede concluir que la utilización de prebióticos puede tener efectos positivos sobre la salud intestinal y general del lechón luego del destete ya que proporciona un sustrato ideal para que se colonice el tracto intestinal con microorganismos benéficos, lo que afecta positivamente parámetros productivos y de calidad en los cerdos. Pero los resultados son muy variables y no en todos los ambientes, manejos y tipos de alimentación se expresan con mejoras estadísticamente significativas, es por ello que se recomienda realizar estudios in situ para determinar la eficacia y rentabilidad del uso de prebióticos en la pira.

### **Simbióticos**

Un simbiótico incluye un probiótico y un prebiótico en el mismo producto. Esta mezcla es benéfica para el organismo consumidor debido a que las bacterias no patógenas se establecen en el tubo

digestivo por la estimulación selectiva de su crecimiento y por la activación del metabolismo de estas bacterias promotoras de la salud, todo por un mejor ambiente intestinal propiciado por los prebióticos del alimento. La combinación de probióticos y prebióticos en una simbiosis ha sido poco analizada. Esta combinación podría mejorar la supervivencia de las bacterias a su paso por la parte superior del tubo digestivo, reforzando sus efectos en el intestino grueso, además de que estos efectos podrían ser aditivos o sinérgicos. Dicha combinación puede mejorar la estabilidad y supervivencia del probiótico, ya que se dispone rápidamente del sustrato específico para su fermentación, y resulta en una mayor efectividad que la que produce el microorganismo vivo y el prebiótico por separado (Figuroa *et al.*, 2006)

Las combinaciones de prebiótico y probiótico que han dado buenos resultados en humanos, pero que aún se siguen evaluando, son las siguientes: bífidobacteria + fructooligosacárido, lactobacilo + lactinol, y bífidobacteria + galacto-oligosacárido. Existe un simbiótico utilizado como agente profiláctico que contiene cuatro probióticos (*L. plantaru*, *L. paracasei*, *L. raffinolactis* y *Pediococcus pentocetus*) combinados con una mezcla de prebióticos (inulina,  $\beta$ -glucana y pectina) utilizados para inducir la ecoinmunonutrición como herramienta terapéutica. Se considera que esta mezcla tendría los mecanismos de acción que tienen por separado los probióticos y los prebióticos y que, además, sus efectos podrían ser aditivos o sinérgicos (Figuroa *et al.*, 2006)

Se ha encontrado un prebiótico con inulooligosacárido que puede llegar a minimizar la incidencia de diarreas y promover el crecimiento en lechones, al aumentar la población de bifidobacterias en el intestino. Esto se logró identificando el microorganismo específico que inhibe la colonización patógena de *E. coli* en el intestino de lechones y determinando el prebiótico (sustrato) que aumenta el crecimiento de este tipo de bacterias (Hidaka *et al.*, 2006).

Dentro de las implicaciones del uso de probióticos, prebióticos y simbióticos como aditivos en la alimentación de cerdos al destete, según las características y propiedades que dan al organismo, posibilitan su uso en explotaciones porcinas, donde influirían así en la reducción considerable de problemas gastrointestinales, un menor gasto en medicamentos, especialmente antibióticos, reducción de mortalidad debida a diarreas, mejor eficiencia alimentaria y reducción del periodo de ceba. La mejor salud intestinal implica aumento de la digestibilidad de los nutrimentos y una protección contra microorganismos patógenos. Sin embargo, a pesar del gran potencial y posibles áreas de incidencia, existe la necesidad de realizar investigación para validar muchos de los beneficios que se asocian con los alimentos funcionales. Es importante enfatizar que los

alimentos funcionales no podrán competir con los antimicrobianos como agentes terapéuticos, pero pueden reducir la incidencia de trastornos intestinales, entre ellos, los que frecuentemente son causados por el uso excesivo de antibióticos. Esta actividad se puede ver favorecida si estos compuestos son incorporados de manera rutinaria en la dieta normal de lechones (Figuroa *et al.*, 2006).

Al utilizar la combinación de lactulosa y *Lactobacillus plantarum* en dietas de lechones destetos se observa que la utilización de este simbiótico tiene efectos positivos sobre los parámetros productivos del animal como conversión alimenticia, ganancia diaria de peso y consumo promedio diario de alimento pero el efecto no es de tipo sinérgico sino más bien aditivo ya que no se encuentra efecto de la interacción entre el prebiótico y el probiótico (Guerra-Ordaz *et al.*, 2013).

La utilización de simbióticos puede mostrar respuestas aditivas o sinérgicas que pueden afectar positivamente la salud del animal y provocar la mejor productividad de los animales y la granja sin embargo el efecto está íntimamente relacionado el efecto de la combinación y/o por separado de prebióticos y probióticos, además de las tipos de manejo, alimentación y otras condiciones ambientales que afectan la expresión fenotípica del animal, entendiendo expresión fenotípica como las características productivas, sanitarias y de calidad que son de importancia en la cotidianidad de las granjas porcícolas.

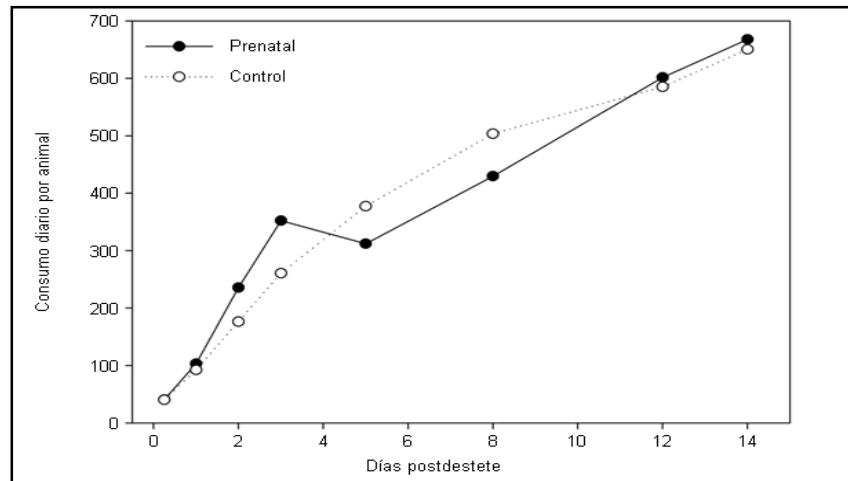
#### **5.2.5. Aromas**

En experimentos los lechones fueron expuestos al aroma a través de la dieta materna en 4 momentos distintos: antes del nacimiento (tratamiento prenatal: aroma en el alimento de las cerdas desde el día 98 al 108 de gestación), después del nacimiento (tratamiento postnatal: aroma en el alimento de las cerdas desde el día 6 al 24 de lactación), perinatalmente (tratamiento prenatal: aroma en el alimento durante la gestación y la lactación) y por último, se tuvo un grupo control en el que no se utilizaron aromas (Fernández y Arán, 2005).

Se usó como aroma modelo el anetol, la molécula responsable del aroma a anís. Después del destete, los lechones fueron alimentados con un alimento comercial en dos comederos, uno con y otro sin anetol añadido. La exposición prenatal al aroma de anís a través de la dieta materna aumentó significativamente el consumo de alimento y la ganancia de peso post destete, especialmente los primeros días (Gráfica 3 y 4). La exposición prenatal también redujo significativamente la prevalencia de diarrea, (1,9 vs 2,8 días) y los comportamientos anormales

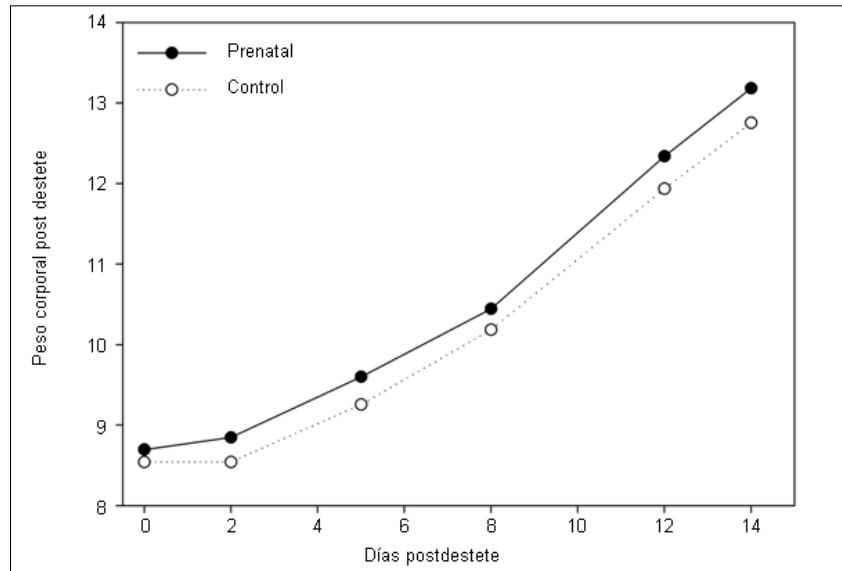
dañinos. Los resultados indican que el aprendizaje prenatal de aromas puede ser usado como herramienta para mejorar rendimientos, sanidad y bienestar después del destete. El Peso corporal de los lechones a lo largo de los 14 días después del destete cuando los animales son alimentados con pre iniciadores que contienen aromas incrementa el consumo (Fernández y Arán, 2005).

**Gráfica 3.** Relación del Consumo Diario con Destete utilizando anetol (Fernández y Arán, 2005)



La grafica 3 presenta el consumo de alimento balanceado por lechón y día en los primeros 14 días después del destete: Los puntos negros muestran el consumo de los lechones expuestos al aroma prenatalmente (tratamientos prenatal + perinatal). Los puntos blancos indican el peso de los lechones no expuestos al aroma prenatalmente (tratamientos postnatal + control) (Fernández y Arán, 2005).

**Gráfica 4.** Relación peso corporal y días post destete utilizando anetol (Fernández y Arán, 2005)



El peso corporal de los lechones a lo largo de los 14 días después del destete: Los puntos negros muestran el peso de los lechones expuestos al aroma prenatalmente (tratamientos prenatal + perinatal). Los puntos blancos indican el consumo de los lechones no expuestos al aroma prenatalmente (tratamientos postnatal + control) (Fernández y Arán, 2005).

Concluyendo que hay un aumento considerable en el peso de los animales que consumen alimento con aromas, además de un consumo estable en los días postdestete, llevando a una curva ascendente para la producción animal.

En otros estudios se ha utilizado aceite de anís en el destete mostrando mayor consumo de alimento 50, 10 y 11% más en los días 1, 5 y 7 después del destete, respectivamente ( $P < 0.01$ ). Además los lechones provenientes de camadas en las que las cerdas lactantes eran alimentadas con la ración junto con el aroma del anís tuvieron 27 y 13% más de consumo en los días 2 y 3 post-destete comparados con el grupo control ( $P < 0.05$ ). También existió una tendencia en animales destetos alimentados con el tratamiento con anís a tener mayores ganancias diarias de peso y menor conversión alimenticia que los cerdos control (Charal *et al.*, 2016).

### 5.3. SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN



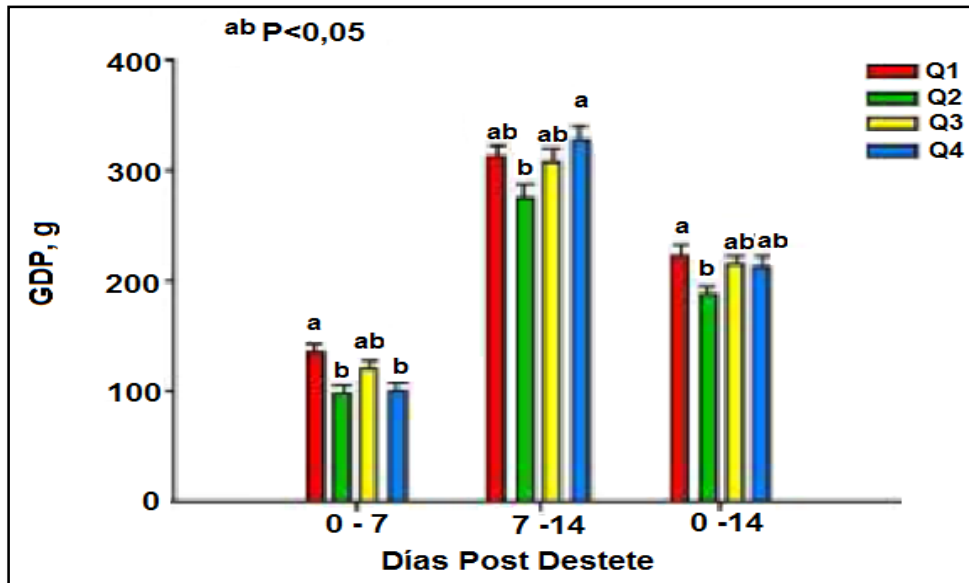
Basados en que el principal factor desencadenante de un buen consumo inmediatamente después del destete es el peso al destete, la implementación de sistemas de alimentación que ayuden a alcanzar homogeneidad y mayores pesos al destete es deseable.

### 5.3.1. “Creep Feeding” o Lactancia intermitente

Algunos estudios han demostrado que la ingestión de alimentos balanceados durante la lactancia puede ser de 377 g ( $\pm 200$  g) por lechón desde el día 11 al día 28 de edad Balfagón, *et al.*, (2014), este consumo de alimento aparte de suministrar una cantidad extra de nutrientes, tiene efectos positivos en el desarrollo de la capacidad digestiva del lechón, estimulando la producción de HCl y por ende la actividad proteolítica del contenido gástrico, y promoviendo el desarrollo del sistema enzimático este proceso de adaptación digestiva atenúa los efectos negativos del destete (Argote, *et al.*, 2008).

Solá-Oriol, (2013), citado por Balfagón, *et al.*, (2014) evaluó el uso de “Creep Feeding” y encontró que lechones con menor peso al destete (6,21 Kg) tuvieron una ganancia media diaria post-destete similar a los lechones destetados con mayor peso (8,87 Kg), explicando que los lechones de menor peso por competitividad tiene menor consumo de leche materna (ubicados en las tetas posteriores con menor producción de leche), teniendo que aumentar su consumo de alimento balanceado durante la lactancia, concluyendo que es conveniente el uso de estrategias de manejo en lactancia que permitan el contacto de los lechones con otras fuentes de alimentación adicionales a la leche materna con el fin de lograr una mayor adaptabilidad en el periodo post-destete. (Gráfica 5)

**Gráfica 5.** Ganancias diarias de peso durante los 14 días post destete en 4 grupos (Q1 a Q4, menor a mayor peso) ( Balfagón, *et al.*, 2014)

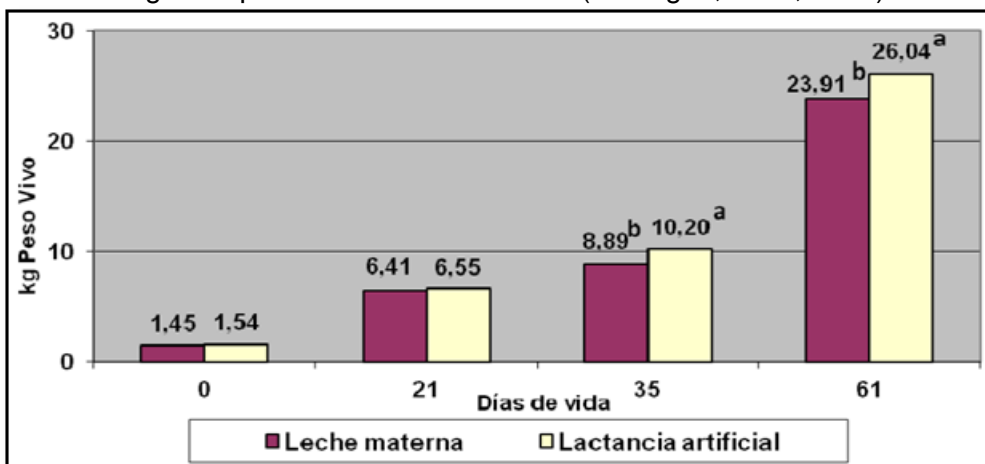


### 5.3.2. Lactancia artificial

La capacidad lechera de las cerdas es un factor limitante y aún más en cerdas hiperprolíficas, por lo cual se han desarrollado alternativas como el uso lacto-reemplazantes para reconstitución en líquido, con los cuales se ha demostrado mejoras en el peso de la camada al destete. (Balfagón, *et al.*, 2014)

Cargill,(2010) Balfagón, *et al.*, (2014), desteto lechones sanos y correctamente encalostrados a los 3 días de edad, y les inicia lactancia artificial con lacto-reemplazante y lactoiniciador sólido, y los compara con sus congéneres (mismo peso inicial) alimentados únicamente con leche materna, se destetaron al día 21 de vida y los pesos de ambos grupos fueron similares; post-destete inician consumo de alimento balanceado, encontrando que los lechones con lactancia artificial lograron una ventaja de 1,31 Kg a los 35 días y de 2,13 Kg a los 61 días de edad (Grafica 6). Esto no quiere decir que debemos utilizar esta estrategia a nivel comercial, ya que su implementación no es práctica por la calidad/tiempo del recurso humano y aumento en el costo de producción, la conclusión relevante de este estudio es la confirmación que el uso de lactancia artificial como complemento a la lactancia en cerdas hiperprolíficas, nos ayuda a una mejor adaptación de los lechones al alimento balanceado en el periodo post-destete.

**Grafica 6.** Evolución del peso de lechones alimentados con lactancia artificial Vs. leche materna, destetados al día 21, seguidos de alimentos balanceados iguales para ambos tratamientos. ( Balfagón, *et al.*, 2014)



Una desventaja es que en el mercado solo están disponibles lacto-reemplazantes para terneros, ya que las empresas productoras no se han esforzado en la formulación de lacto-reemplazantes para lechones, con los cuales se podría mejorar aún más los pesos al destete. Vale la pena aclarar que la formulación de estas leches no debe ser 100% basadas en la composición de la leche de cerda, ya que varios autores Balfagón, *et al.*, (2014) han encontrado mayores crecimientos al aportar una cantidad de aminoácidos con respecto a energía 50% superior a la encontrada habitualmente en la leche de cerda.

## 6. BIENESTAR ANIMAL Y ESTRÉS DURANTE EL DESTETE

### 6.1. BIENESTAR ANIMAL

El término “bienestar animal” se ha definido de muchas maneras. En general, la mayoría de autores coinciden en los siguientes aspectos:

- Resulta indudable que el sufrimiento de los animales es un aspecto clave de su bienestar. Por lo tanto, las situaciones que causan sufrimiento tales como el dolor o el miedo, por ejemplo, constituyen un problema de bienestar.
- Es muy probable que la incapacidad para adaptarse al entorno cause sufrimiento y, por lo tanto, estudiar los parámetros que permiten cuantificar el grado de adaptación de los animales a su ambiente aporta información útil sobre su bienestar. Entre estos parámetros destacan la prevalencia de lesiones y de enfermedades multifactoriales, las consecuencias de la respuesta de estrés y la disminución de la producción.
- Hay conductas naturales que son importantes en sí mismas y que, por lo tanto, el animal debería poder llevar a cabo incluso en una explotación intensiva.

Siguiendo un enfoque parecido, el Farm Animal Welfare Council (FAWC), un órgano asesor del gobierno británico en asuntos relacionados con el bienestar de los animales de granja, propuso en 1992 que el bienestar de un animal queda garantizado cuando se cumplen cinco requisitos:

- Ausencia de hambre y sed crónicas
- Ausencia de incomodidad física y térmica
- Ausencia de dolor, enfermedades y lesiones
- Posibilidad de mostrar una conducta normal
- Ausencia de miedo y estrés intenso o duradero que sobrepasa la capacidad de adaptación del animal

Debido a la forma en que estos requisitos se redactaron inicialmente en inglés, la propuesta del FAWC se conoce habitualmente como “principio de las cinco libertades”. Este principio constituye una aproximación práctica muy útil al estudio del bienestar animal y a su valoración en las explotaciones y durante el transporte y sacrificio de los animales de granja. Además, ha constituido la base de muchas de las leyes de protección de los animales en la Unión Europea y en otras partes del mundo. Es necesario tener en cuenta, no obstante, que el principio de las cinco libertades no establece las condiciones mínimas aceptables, sino las condiciones ideales que garantizarían un nivel óptimo de bienestar.

La importancia del bienestar animal radica en garantizar el confort de los animales, es importante no sólo por razones éticas, sino también por sus consecuencias sobre la producción o sanidad.

Por lo tanto, mejorar el ambiente de los animales resulta muchas veces en una mejora de la producción. Además, el bienestar se ha convertido en un requisito exigido por algunos mercados especialmente europeos, de forma que garantizar unas condiciones adecuadas abre oportunidades comerciales que son especialmente interesantes para los países o productores que desean exportar a la Unión Europea. Finalmente, los problemas de bienestar durante el transporte y el sacrificio causan una disminución de la calidad del producto final (Friedrich, 2012).

Al comparar lechones destetos alojados en grupos donde el área por cerdo fue de 0.3 m<sup>2</sup> por animal contra un alojamiento mejorado con 0.55 a 0.7 m<sup>2</sup> por animal se observan diferencias significativas para la variable de promedio de ganancia diaria de peso ( $P < 0.05$ ). También existieron diferencias significativas en cuanto a signos clínicos, en los alojamientos con mayor área por animal se evidenció menor incidencia de lesiones hemorrágicas y arañazos ( $P < 0.001$ ). (Ekkel *et al.*, 1995).

## **6.2. ESTRÉS**

En el momento del destete el lechón se enfrenta a varios factores estresantes entre los que se encuentran la separación de la madre, el cambio de alimentación y de alojamiento, y la mezcla con animales desconocidos. Las consecuencias del estrés del destete son primero un aumento de la mortalidad, segundo la aparición de conductas anormales (por ejemplo, mordisquear, chupar o frotar con la jeta las orejas, el flanco o el abdomen de otros lechones) y por último una reducción del consumo de alimento que puede prolongarse hasta 14 días y representar un 25-40% de reducción del crecimiento en comparación con lo que ocurriría si los lechones se hubieran mantenido con la madre. El bajo consumo de alimento después del destete hace que los lechones sean especialmente susceptibles al frío, favorece la aparición de diarrea cuando el lechón recupera el consumo normal y causa un aumento de los días necesarios para que el cerdo alcance el peso de sacrificio, incrementando por lo tanto los costes de producción (Manteca, 2012).

Probablemente, los dos aspectos más importantes a tener en cuenta para minimizar el estrés del destete son, en primer lugar, procurar que el peso al destete sea lo más elevado posible y, en segundo lugar, mejorar las instalaciones y el manejo en la fase de transición lactancia destete. La temperatura en la nave de transición debería estar entre los 22 y los 28 °C en función del peso

de los animales, y la ventilación debe garantizar una buena calidad del aire. El espacio recomendado por animal es de 0,15 a 0,30 metros cuadrados, según su peso. Si es posible, resulta conveniente evitar la mezcla de lechones procedentes de camadas diferentes.

En el caso de la separación de la cerda y los lechones, la ruptura de este vínculo es un estímulo negativo y estresante para las crías. La ausencia de las ubres, el reflejo de succión y la falta de leche de la cerda hacen que se presente caudofagia. A pesar de esto, desde un punto de vista económico, es poco razonable sugerir sistemas de destete gradual que simulen las condiciones naturales. El factor separación sólo puede ser amortiguado tangencialmente reduciendo al máximo el estrés provocado por otros factores (Gómez *et al.*, 2006).

En cuanto al manejo durante el traslado, la delicadeza con que se realiza determinará la reacción de los animales en ese momento y en futuros contactos con personas. Por lo tanto, es aconsejable evitar el maltrato. Cuando los lechones son llevados a en nuevos corrales se deben tomar medidas para que el cambio sea lo menos traumático posible ofreciendo a los animales un espacio que se adapte a sus necesidades. Una buena opción es la utilización eficiente de corrales que cuentan con espacio adecuado, estableciendo zonas diferenciadas para el descanso, la ingestión de agua, alimento y la defecación y micción. El cerdo tiene tendencia a realizar cada una de estas conductas en lugares distintos y es conveniente aprovechar dicha tendencia y facilitarla (Gómez *et al.*, 2006).

Al momento de agrupar los animales de diferentes camadas hay que tener claro que como en todas las especies sociales es común la formación de relaciones jerárquicas que hacen que los lechones dominantes tengan prioridad para acceder al agua y alimento. Cuando dichas relaciones jerárquicas se rompen, lo que ocurre por ejemplo al separar o al mezclar animales que no se conocen, los animales tienden a establecer nuevas jerarquías. Esto lo consiguen por medio de interacciones agresivas que provocan lo que se conoce como estrés social, y que conlleva alteraciones en la ingestión de alimento y en los parámetros productivos. Luego del destete, en sistemas intensivos, resulta inviable evitar la mezcla de camadas, es importante realizar un esfuerzo para reducirla al máximo (Gómez *et al.*, 2006).

En este sentido, se han descrito dos opciones. El sistema del parto a sacrificio que propone mantener los mismos grupos de animales durante todo el ciclo, aunque no parece suponer una gran mejora en productividad (Gómez *et al.*, 2006).

La segunda opción consiste en agrupar en grupos grandes (alrededor de 90 animales) en el momento del destete para posteriormente segregar los grupos de engorde que irán juntos a sacrificio. Este sistema ha dado muy buenos resultados tanto productivos (mejora crecimientos e índices de conversión) como de bienestar (reduce las agresiones) y permite hacer las separaciones homogeneizando los grupos. De todos modos, hacen falta más estudios para demostrar la eficacia y aplicabilidad de este sistema (Gómez *et al.*, 2006)

## **CONCLUSIONES**

La granja porcícola debe ser concebida desde una visión sistémica en el que se encuentran múltiples variables, unidades e interacciones que convergen para obtener rendimientos productivos y económicos óptimos. Un momento crucial y clave para el sistema productivo es el destete de lechones, dentro del cual ganancia de peso, conversión alimenticia, número de lechones destetos por cerda por año y kilogramos de cerdo desteto por cerda por año son

indicadores indispensables para determinar el éxito del sistema productivo. Para tener los mejores indicadores es importante entregar animales en excelentes condiciones para permitir que se obtengan animales de los pesos y calidad de carne adecuadas debido al efecto de arrastre para ello múltiples aspectos deben ser tomados en cuenta como el tiempo de destete, manejo, bienestar animal, aspectos nutricionales y alimenticios, al ofrecer los nutrientes requeridos por los animales a través de adecuados ingredientes, implementar la suplementación con aditivos para preservar la salud, aumentar la gustosidad del alimento y optimizar el crecimiento.

Para lograr una transición suave en el periodo post destete, es necesario que los lechones consuman cantidades suficientes de alimento balanceado desde el primer día de destete, dicho alimento debe ser formularlo con base a los requerimientos estrictos del lechón, con el fin de lograr un adecuado desarrollo del sistema digestivo e inmune. Para alcanzar estos consumos existen herramientas como estrategias de manejo de la alimentación e inclusión de aditivos o alimentos funcionales en la dieta, dentro de los principales aditivos con efectos positivos sobre la salud y rendimientos en la conversión alimenticia se encuentran los simbióticos debido a que se da un proceso sinérgico que permite la colonización de microbiota benéfica.

En cuanto la utilización de aditivos o alimentos funcionales se sugiere la realización de evaluaciones in situ para determinar de manera exacta el efecto positivo sobre los lechones destetos. En los estudios referenciados se muestra una amplia variabilidad en los resultados de ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento, conversión alimenticia, tamaño de microvellosidades y estatus sanitarios.

El aspecto de bienestar animal y reducción del estrés se relaciona positivamente con las cinco libertades, que están asociadas con algunos pilares de la zootecnia como lo son la alimentación, en este caso sistemas ad libitum., la sanidad, asociada a la ausencia de dolor y enfermedades y el manejo de instalaciones relacionado con la conducta normal y la ausencia de miedo e incomodidades físicas, por ello seguir las recomendaciones de Farm Animal Welfare Council (FAWC) puede redundar en mayor productividad.





## REFERENCIAS

- Argote, Gómez, Vergara. 2008. "Efecto de La Dieta Y Edad Del Destete Sobre La Fisiología Digestiva Del Lechón." *Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad del Cauca* 6:32–41.
- Balfagón, Aitor y Jiménez, Encarnación. 2014. "Nuevos Avances En Alimentación Y Nutrición Porcina: Bases Científicas Y Alimentación Práctica En La Península Ibérica." *XXX Curso de Especialización FEDNA* 91–123.
- Barceló, J. (2009). ¿ CUÁL ES LA MEJOR EDAD PARA DESTETAR ? *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1–5.
- Barlocco, N., Vadell, A., Monteverde, S., & Primo, P. (1999). Growth Performance and Mortality of Piglets Reared in Outdoors Conditions. *Rev. Fac. Cs. Vets.*, 40(4), 201–206.
- Burrin, D., Stoll, B., 2003. "Intestinal nutrient requirements in weanling pigs". In: Pluske, J.R., Verstegen, M.W.A., Le Dividich, H. (Eds.), *The Weaner Pig: Concepts and Consequences*. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, pp. 301–335.
- Cabrera, R., Boyd, R., Jungst, S., Wilson, E., Johnston, M., Vignes, J., Odle, J. (2010) Impact of lactation length and piglet weaning weight on long-term growth and viability of progeny. *Journal of Animal Science* Vol. 88 No. 7, p. 2265-2276.
- Campagna, D., Silva, P y Somenzini, D. (2012). Manejo de una piara. Centro de Información de Actividades Porcinas. Argentina
- Canibe, N. (2007). *Alimentación de lechones. 1 .-Sistemas de alimentación y aditivos en piensos de iniciación*. Madrid.
- Castro, M. (2005). Uso de aditivos en la alimentación de animales monogástricos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 39, 451–458.
- Chapinal I Gómez, Núria; Dalmau Bueno, Antoni; Fàbrega Romans, Emma; Manteca Vilanova, Xavier; Ruiz de la Torre Casañas, José Luis; Velarde Calvo, Antonio (2006). Libro Bienestar del lechón en la fase de lactación, destete y transición.

- Charal J.W., Bidner T. D., Southern L. L y Lavergne T.A. (2016). Effect of anise oil fed to lactating sows and nursery pigs on sow feed intake, piglet performance, and weanling pig feed intake and growth performance. *The Professional Animal Scientist* 32 (2016):99–105
- Davis, E. et al. 2010. "Characterization of Gastrointestinal Microbial and Immune Populations Post-Weaning in Conventionally-Reared and Segregated Early Weaned Pigs." *Livestock Science* 133(1-3):92–94. Retrieved (<http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2010.06.032>).
- Duran, R. 1990. "Aspectos fisiológicos de destete en el lechón" *Mundo Ganadero*: 27- 35.
- Ekkel, E. D., Van Doorn, C. E Hessing M. J. y Tielen M. J. (1995) The Specific-Stress-Free housing system has positive effects on productivity, health, and welfare of pigs. *J ANIM SCI* 1995, 73:1544-1551
- Escalante A (2001). El potencial de manipulación de la flora intestinal por medios dietéticos sobre la salud humana. *Enferm Infecc Microbiol*; 21:106-114
- Fan, J., Molina, P.E., Gelato, M.C., Lang, C.H., 1994. Differential tissue regulation of insulin-like growth factor content and binding proteins after endotoxin. *Endocrinology* 134, 1685–1692.
- Fernández E. y Arán F, (2005). Piglet Feeds Have Long-Term Effects. *Pig International*. April . Vol. 35. No 3.
- Figueroa, J., Chi, E., Ramirez, M., & Dominguez, I. (2006). Alimentos funcionales para cerdos al destete. *Vet Mex*, 37(1), 117–136.
- Friedrich, N. (2012). Bienestar animal. Sitio Argentino de Producción Animal
- Gómez, A. et al. Evaluación de torta de palmiste (*Elaeis guineensis*) en alimentación de cerdos de ceba. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*. Popayán. Marzo 2007 (Vol 5) 1; 54-63
- Grilli, E., Messina, M. R., Tedeschi, M., & Piva, a. (2010). Feeding a microencapsulated blend of organic acids and nature identical compounds to weaning pigs improved growth performance and intestinal metabolism. *Livestock Science*, 133(1-3), 173–175. <http://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.06.056>

- Guerra-Ordaz, a. a., Molist, F., Hermes, R. G., Gómez de Segura, a., La Ragione, R. M., Woodward, M. J., ... Martín-Orúe, S. M. (2013). Effect of inclusion of lactulose and *Lactobacillus plantarum* on the intestinal environment and performance of piglets at weaning. *Animal Feed Science and Technology*, 185(3-4), 160–168.  
<http://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.07.009>
- Guerrero, E., González, C., Díaz, I., Hurtado, E., & Vecchionacce, H. (2001). Efecto de la edad al destete sobre el comportamiento productivo de lechones. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*, 22-33, 28–33.
- Henn, J. D., Bertol, T. M., de Moura, N. F., Coldebella, A., Rabenschlag de Brum, P. A., & Casagrande, M. (2010). Óleo essencial de orégano como aditivo alimentar para leitões: Potencial antimicrobiano e antioxidante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(8), 1761–1767. <http://doi.org/10.1590/S1516-35982010000800019>
- Heo, J. M. et al. 2012. “Content in the Gastrointestinal Tract and Post-Weaning Diarrhoea , but Does Not Affect Apparent Nitrogen Digestibility in Weaner Pigs.” *Animal Feed Science and Technology* (2010). Retrieved (<http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.07.005>).
- Hidaka H, Eida T, Tokunga T, Tashiro Y, (2001). Effects of fructo-oligosaccharides on intestinal flora and human health. *Bifid Microflora* 1986; 5:37-50. digestion and its secondary effects in monogastrics .University of New England Annual Report, 2001:1-8.
- de Lange, C. F. M., J. Pluske, J. Gong, and C. M. Nyachoti. 2010. “Strategic Use of Feed Ingredients and Feed Additives to Stimulate Gut Health and Development in Young Pigs.” *Livestock Science* 134(1-3):124–34. Retrieved (<http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2010.06.117>).
- Mateos, G.G., Lázaro, R. & Medel, P. (2000). El manejo de la nutrición animal sin antibióticos promotores de crecimiento. III Conferencia-Salón de Fabricantes de piensos del Mediterráneo. Reus, 22, 23 24/03/2000. Palau de Fires i Congressos de Reus
- Medel, P., M. Latorre, and G. Mateos. 2000. “Nutrición Y Alimentación de Lechones Destetados Precozmente.” *XV Curso de Especialización FEDNA* 10.

- Mejia, R. (2015) Balance preliminar de 2015 y perspectivas de 2016.  
<http://www.sac.org.co/es/estudios-economicos/balance-sector-agropecuario-colombiano/290-balance-y-perspectivas-del-sector-agropecuario-2012-2013.html>.  
 Consultado 9/9/2016.
- Mellor, S. (2000). Herbs and spices promote health and growth. *Pig Progress*, 16:27
- Montagne, Lucile, Marisela Arturo-schaan, Nathalie Le, Lidia Guerra, and Maud Le. 2010. "Effect of Sanitary Conditions and Dietary Fi Bre on the Adaptation of Gut Microbiota after Weaning ☆." *Livestock Science* 4–7. Retrieved  
 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2010.06.039>).
- Navas, Y., Quintero, A., Ventura, M., Angel, C., Páez, A., & Romero, S. (1995). Uso de Probióticos en la Alimentación de Cerdos en la Fse Post destete. *Revista científica, FCV-LUZ*, 3, 193–198.
- Oh, H. K., H. B. Choi, W. S. Ju, C. S. Chung, and Y. Y. Kim. 2010. "Effects of Space Allocation on Growth Performance and Immune System in Weaning Pigs." *Livestock Science* 132:113–18.
- Pie, S., Lalles, J.P., Blazy, F., Laffitte, J., Seve, B., Oswald, I.P., 2004. Weaning is associated with an upregulation of expression of inflammatory cytokines in the intestine of piglets. *J. Nutr.* 134, 641–647.
- Ravindran, V. (2010). Aditivos en alimentación animal: Presente y Futuro. *XXVI Curso de especialización FEDNA*, 3–26.
- Roberfroid M, 1996. Funtional effects of food components and the gastrointestinal system: chicory fructooligosaccharides. *Nutr Rev*; 54:S38-S42
- Sánchez, M. (2004). Fundamentos y técnicas de los métodos de destete. *Universidad de Cordoba*. Cordoba, España: Universidad de Cordoba.
- Silva, S. Z. Da, Thomaz, M. C., Watanabe, P. H., Huaynate, R. A. R., Ruiz, U. D. S., Pascoal, L. A. F., ... Masson, G. C. I. H. (2012). Mananoligossacarídeo em dietas para leitões

desmamados. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 49(2), 102–110. Recuperado a partir de <http://www.revistas.usp.br/bjvras/article/view/40265>

Suda, Y., Villena, J., Takahashi, Y., Hosoya, S., Tomosada, Y., Tsukida, K., ... Kitazawa, H. (2014). Immunobiotic *Lactobacillus jensenii* as immune-health promoting factor to improve growth performance and productivity in post-weaning pigs. *BMC immunology*, 15, 24. <http://doi.org/10.1186/1471-2172-15-24>

Szczotka-Bochniarz, a., Podgorska, K., Szczotka, M., Osinski, Z., Burchardt, H., Kamieniecka, K., & Pejsak, Z. (2014). The Effect of Probiotic Administration on Intestinal Morphology in Post-Weaning Pigs. *Journal of Comparative Pathology*, 150(1), 119. <http://doi.org/10.1016/j.jcpa.2013.11.177>

Tolplis, P. y Tibble, S. 1995. Appetite management of the pig. Beyond diet formulation. En: Proceedings of the 1995 Saskatchewan Pork Industry Symposium, Saskatoon, Canadá, pp: 23-33.

Torres, D., & Hurtado, V. 2007. Análisis de parámetros de desempeño zootécnico en la fase de cría en una porcícola comercial del departamento del Meta. *Revista Orinoquia*, 11(2).

Van der Broek, Ir. G, 2000. Natural link between drug and growth promoter. Feed Mix Special, November. pp. 9

Christian, V. (28 de agosto de 2016). *Resistencia bacteriana a la colistina: un escándalo llamado mcr-1*. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/resistencia-bacteriana-la-colistina-un-esc%C3%A1ndalo-llama>.

Xavier Manteca. Bienestar animal. En Susana Verónica del Castillo Pérez, Álvaro Ruíz, Jesús Hernández, Josep Gasa, Editores (2012). Manual de Buenas Prácticas de Producción Porcina. Lineamientos generales para el pequeño y mediano productor de cerdos. Red Porcina Iberoamericana. 2012: 97-111.

Yue, L. Y. and S. Y. Qiao. 2008. "Effects of Low-Protein Diets Supplemented with Crystalline Amino Acids on Performance and Intestinal Development in Piglets over the First 2??weeks after Weaning." *Livestock Science* 115(2-3):144–52.

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Efecto de la edad al destete sobre la altura de las vellosidades intestinales (Argote, <i>et al.</i> , 2008).....	15
Tabla 2 Efecto de la digestibilidad de la dieta sobre el consumo de lechones de 10 KG de peso vivo (Balfagón <i>et al.</i> , 2014) .....	19
Tabla 3 Composición de la leche de cerda (Partridge y Gill, 1993., Medel <i>et al.</i> 2000)22¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 4 Rendimiento en canal, peso del intestino grueso, niveles de AGV y viscosidad ileal en cerdos no infectados e infectados con E. coli, alimentados con una dieta a base de arroz y otra a base de cebada perlada McDonald <i>et al.</i> 2001 (cit de Lange <i>et al.</i> , 2010) .....	23
Tabla 5 Rangos óptimos de pH para el crecimiento microbiano.....	30

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Fases aguda y de adaptación en el desarrollo de los cerdos destetados precozmente (de Lange <i>et al.</i> , 2010) .....	20
Figura 2 Relación del Consumo Diario con Destete utilizando anetol (Fernández y Arán, 2005) .....	39
Figura 3 Relación peso corporal y días post destete utilizando anetol (Fernández y Arán, 2005) .....	40
Figura 4 Ganancias diarias de peso durante los 14 días post destete en 4 grupos (Q1 a Q4, menor a mayor peso).....	42
Figura 5. Evolución del peso de lechones alimentados con lactancia artificial Vs. leche materna, destetados al día 21, seguidos de alimentos balanceados iguales para ambos tratamientos. (Balfagón, <i>et al.</i> , 2014).....	43