



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

## **Máster en Producción Animal**

---

**Aditivos sensoriales en piensos de lechones de  
transición: respuesta del rendimiento productivo**

**Alumno**

José Luis Merán Sabala

**Directores**

Alba Cerisuelo García

María Cambra López

Juan José Pascual Amorós

**TRABAJO FINAL DE MÁSTER**

Valencia, septiembre 2018



## Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de enmascaramiento del sabor amargo, producido por la inclusión de aceites esenciales y antibióticos en el pienso de lechones en la fase de starter, sobre los parámetros zootécnicos [peso vivo (PV), consumo medio diario (CMD), ganancia media diaria (GMD) e índice de conversión (IC)], la severidad de diarreas y el comportamiento alimenticio. Se utilizaron 135 lechones [68 hembras y 67 machos, Pietrain x (Landrace x Large White)] con un PV medio de  $6,9 \pm 1,29$  kg y 35 días de edad al inicio del estudio. La duración del estudio fue de 21 días. Los primeros 7 días, se administró un pienso común a todos los animales. Desde el día 8 al día 21 del experimento, se administraron los 3 piensos experimentales. Los animales se alojaron en corrales de 5 animales/corral. Se utilizaron 9 corrales por tratamiento. Los piensos experimentales consistieron en: Trat 1 (control negativo): dieta suplementada con 300 ppm de amoxicilina, aceites esenciales, ácidos orgánicos y ácidos grasos de cadena media; Trat 2 (control positivo): dieta de control negativo con aditivo sensorial validado, con sacarina sódica y neosperidina hydrochalcona a dosis legales para lechones en UE y de uso común en el sector; Trat 3 (alternativa sensorial): dieta de control negativo con tecnología basada en la diversidad, sin sacarina ni neosperidina hydrochalcona. Los piensos se administraron en harina y *ad libitum*. Semanalmente, se realizó un control de peso individual. Además, diariamente, se registró el consumo de pienso por corral. Con esta información, se calculó la GMD, el CMD y el IC (g pienso/g peso). También se determinó la severidad de las diarreas aplicando una puntuación fecal diaria del día 8 al día 14 del estudio por corral. Finalmente, se realizaron observaciones de comportamiento alimenticio mediante grabaciones de vídeo de forma continua, durante 10 minutos/día en cada corral los días 8 y 9 del estudio. A partir de esta información, se evaluó: el número de evento de alimentación en comedero, el tiempo comiendo en el comedero, el número de visitas al comedero sin alimentación, el número de eventos de alimentación en el suelo, el tiempo comiendo del suelo, el número de agresiones y el número de vocalizaciones. Los resultados indican que la familiarización previa a los aditivos utilizados como alternativas al uso de antimicrobianos podrían ser los responsables de la ausencia de diferencias en la ganancia de peso, CMD y GMD entre los tratamientos, a pesar de observar que los animales del Trat 3 (grupo experimental con el aditivo sensorial basado en la diversidad en la dieta) mostraron un menor IC en comparación con el Trat 2 (grupo experimental con el aditivo sensorial de uso común en el sector en la dieta) del día 14 al 21 del estudio y en general desde el día 7 al 21 del estudio, mostrando el Trat 1 (grupo experimental sin aditivo sensorial en la dieta) valores intermedios. No se observaron diferencias significativas en el CMD entre tratamientos, aunque el Trat 2 mostró un CMD numéricamente menor en comparación con el Trat 1 y Trat 3. No se observaron diferencias en ninguno de los rasgos de comportamiento de alimentación analizados. En estudios futuros con lechones en el periodo de transición ya adaptados a la alimentación sólida, deberán evitarse el uso de animales que procedan de tratamientos experimentales que puedan influir en los resultados subsecuentes, así como garantizar un periodo de "limpieza" más largo entre experimentos.

## Summary

Our objective was to evaluate the bitter-masking effect, produced by the inclusion of essential oils and antibiotics in piglet feed in the starter phase, on the zootechnical parameters [live weight (LW), average daily feed intake (ADFI), average daily gain (ADG) and feed conversion ratio (FCR)], incidence of diarrhea and feeding behavior. We used 135 piglets (68 females and 67 males, Pietrain x (Landrace x Large White)) with an average LW of  $6.9 \pm 1.29$  kg and 35 days of age at the beginning of the study. The duration of the study was 21 days. The first 7 days, a wash-out feed was administered to all animals. From day 8 to day 21 of the experiment, the 3 experimental feeds were administered. The animals were housed in pens of 5 animals/pen. 9 replicate pens were used per treatment. The experimental feeds consisted of: Trat 1 (negative control): diet supplemented with 300 ppm of amoxicillin, essential oils, organic acids and medium chain fatty acids; Trat 2 (positive control): negative control diet with validated sensory additive, including sodium saccharin and hydrochalcone neosperidin at legal doses for piglets in the EU and commonly used in the sector; Trat 3 (sensory alternative): negative control diet with technology based on diversity, without saccharin or hydrochalcone neosperidin. Feed was administered in mash form and *ad libitum*. Animals were weighed individually every week. In addition, feed intake was daily recorded per pen. With this information, ADG, ADFI and FCR were calculated. The severity of diarrhea was also determined by applying a daily fecal score from day 8 to day 14 of the study. Finally, observations of feeding behavior were made through video recordings continuously, for 10 minutes/day in each pen; on days 8 and 9 of the study. The following variables were evaluated from video recordings: the number of feeding events in the feeding trough, the time eating in the feeding trough, the number of visits to the feeding trough without eating, the number of feeding events on the floor, the time eating from the floor, the number of aggressions and the number of vocalizations. Our results indicate that familiarization prior to the additives used as alternatives to antimicrobials could be responsible for the absence of differences in weight gain, ADFI and ADG between treatments, despite observing that the Trat 3 animals (experimental group with the sensory additive based on the diversity in the diet) showed a lower FCR compared to Trat 2 (experimental group with the sensory additive commonly used in the diet sector) from day 14 to 21 of the study and in general from the day 7 to 21 of the study, showing Trat 1 animals (experimental group without sensory additive in the diet) intermediate values. No significant differences were observed in the ADFI between treatments, although Trat 2 showed a numerically lower ADFI compared to Trat 1 and Trat 3. No differences were observed in any of the feeding behavior traits analyzed. In future studies with weaned piglets already adapted to solid feeding, the use of animals derived from experimental treatments that may influence subsequent results should be avoided, as well as guaranteeing a longer "wash-out" period of between experiments.

## Resum

L'objectiu del present estudi va ser avaluar l'efecte d'emascament del sabor amarg, produït per la inclusió d'olis essencials i antibiòtics en el pinso d'en la fase d'starter, sobre els paràmetres zootècnics [pes viu (PV), consum mitjà diari (CMD), guany mitjà diari (GMD) i índex de conversió (IC)], la incidència de diarrees i el comportament alimentari. Es van utilitzar 135 garrins (68 femelles i 67 mascles, Pietrain x (Landrace x Large White)) amb un PV mitjà de  $6,9 \pm 1,29$  kg i 35 dies d'edat a l'inici de l'estudi. La durada de l'estudi va ser de 21 dies. Els primers 7 dies, es va administrar un pinso comú a tots els animals, des del dia 8 al dia 21 de l'experiment, es van administrar als 3 pinsos experimentals. Els animals es van allotjar en corrals de 5 animals/corral. Es van utilitzar 9 corrals per tractament. Els pinsos experimentals van consistir en: Trat 1 (control negatiu): dieta suplementada amb 300 ppm d'amoxicil·lina, olis essencials, àcids orgànics i àcids grassos de cadena mitjana; Trat 2 (control positiu): dieta de control negatiu amb additiu sensorial validat, amb sacarina sòdica i neosperidina hydrochalcona a dosis legals per a garrins en UE i d'ús comú en el sector; Trat 3 (alternativa sensorial): dieta de control negatiu amb tecnologia basada en la diversitat, sense sacarina ni neosperidina hydrochalcona. Els pinsos es van administrar en farina i *ad libitum*. Setmanalment, es va realitzar un control de pes individual. A més, diàriament, es va registrar el consum de pinso per corral. Amb aquesta informació, es va calcular el GMD, el CMD i l'IC (g penso/g pes). També es va determinar la severitat de les diarrees aplicant una puntuació fecal diària del dia 8 al dia 14 de l'estudi. Finalment, es van realitzar observacions de comportament alimentari mitjançant gravacions de vídeo de forma contínua, durant 10 minuts/dia en cada corral; els dies 8 i 9 de l'estudi. A partir d'aquesta informació, es va avaluar: el nombre d'esdeveniment d'alimentació en menjadora, el temps menjant a la menjadora, el nombre de visites al menjador sense alimentació, el nombre d'esdeveniments d'alimentació a terra, el temps menjant del sòl, el nombre d'agressions i el nombre de vocalitzacions. Els resultats indiquen que la familiarització prèvia als additius utilitzats com alternatives a l'ús d'antimicrobians podrien ser els responsables de l'absència de diferències en el guany de pes, CMD i GMD entre els tractaments, tot i observar que els animals del Trat 3 (grup experimental amb l'additiu sensorial basat en la diversitat en la dieta) van mostrar un menor IC en comparació amb el Trat 2 (grup experimental amb l'additiu sensorial d'ús comú en el sector en la dieta) del dia 14 al 21 de l'estudi i en general des del dia 7 al 21 de l'estudi, mostrant el Trat 1 (grup experimental sense additiu sensorial en la dieta) valors intermedis. No es van observar diferències significatives en el CMD entre tractaments, tot i que el Trat 2 va mostrar un CMD numèricament menor en comparació amb el Trat 1 i Trat 3. No es van observar diferències en cap dels trets de comportament d'alimentació analitzats. En estudis futurs amb garrins en el període de transició ja adaptats a l'alimentació sòlida, s'han d'evitar l'ús d'animals que procedeixin de tractaments experimentals que puguin influir en els resultats subsegüents, així com garantir un període de "neteja" més llarg entre experiments.



## **Agradecimientos**

A Dios por haberme dado la oportunidad de hacer este Máster en una de las mejores universidades españolas.

Al Ministerio de Educación Superior Ciencia y Tecnología (MESCyT) de la República Dominicana por haberme concedido la beca para la realización del Máster.

A mis familiares y amigos tanto en Dominicana como aquí en España por su apoyo incondicional para hacer realidad este objetivo.

A la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), por su colaboración administrativa durante este proceso.

A la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) por darme la oportunidad de acceder en este Máster y estar siempre dispuesto a colaborar con las clases de tutorías cuando fueron necesarias y con la amabilidad y el trato con que nos prestaban los servicios.

Al personal del Centro de Investigación y Tecnología Animal (CITA) por el apoyo y su colaboración en este proyecto de investigación, especialmente a Jorge y Antonio.

Al Dr. Juan José Pascual y a la Dra. Alba Cerisuelo por sus atentas revisiones.

A mi asesora inmediata Dra. María Cambra López por sus enseñanzas y su paciencia durante todo el transcurso de la investigación.

A la Dra. Arantxa Villagrà por su apoyo en la toma de datos y análisis de comportamiento alimenticio de los lechones.

A Lucta S.A. por su patrocinio económico para llevar a cabo esta investigación.



## **Contenido**

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	11
<b>1.1 Antibióticos y sus repercusiones en la producción animal y salud humana</b> .	12
<b>1.2. Uso de antibióticos y aditivos en lechones destetados</b> .....	14
<b>1.2.1 Aceites esenciales</b> .....	14
<b>1.2.3 Ácidos grasos de cadena media</b> .....	16
<b>1.3 Percepción de sabor amargo y sensorial en cerdos</b> .....	17
<b>1.4 Aditivos sensoriales y su función en el pienso</b> .....	18
<b>1.4.1. Saborizantes y su importancia en la alimentación de lechones</b> .....	19
<b>2. OBJETIVO</b> .....	21
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	21
<b>3.1 Instalaciones y animales</b> .....	21
<b>3.2 Distribución de los animales y condiciones de alojamiento</b> .....	22
<b>3.3 Diseño experimental y piensos experimentales</b> .....	22
<b>3.4 Controles experimentales</b> .....	25
<b>3.4.1 Rendimientos productivos</b> .....	25
<b>3.4.2 Severidad de diarreas</b> .....	26
<b>3.4.3 Comportamiento alimenticio</b> .....	27
<b>3.5. Análisis estadístico</b> .....	29
<b>4. RESULTADOS</b> .....	30
<b>4.1. Rendimientos productivos</b> .....	30
<b>4.2. Severidad de diarreas</b> .....	32
<b>4.3. Comportamiento alimenticio</b> .....	32
<b>5. DISCUSIÓN</b> .....	33
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	36
<b>7. REFERENCIAS</b> .....	38
<b>8. ANEXOS</b> .....	46

## Índices de tablas

pág.

Tabla 1. Propiedades químicas de los ácidos grasos de cadena media .....	17
Tabla 2. Detalles del diseño experimental .....	23
Tabla 3. Ingredientes y nutrientes calculados del control negativo (Trat 1) (en % sobre sustancia fresca). ....	24
Tabla 4. Puntaje de consistencia fecal .....	26
Tabla 5. Actividades y medidas durante los 21 días de periodo experimental. ....	28
Tabla 6. Parámetros productivos del estudio de lechones en etapa de transición .....	30
Tabla 7. Comportamiento alimenticio de los lechones (/10min).....	33

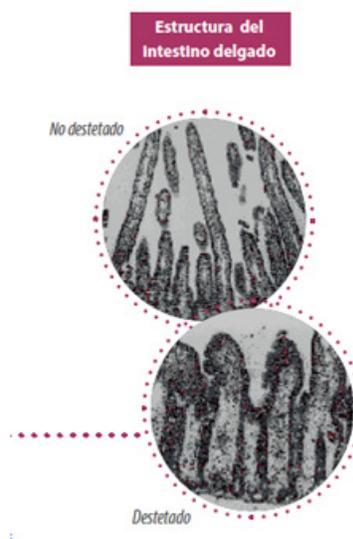
## Índices de figuras

pág.

<i>Figura 1.</i> Estructura de las microvellosidades del intestino delgado en lechones antes y después del destete (Sánchez, 2016).....	11
<i>Figura 2.</i> Mecanismo de percepción del sabor amargo (Tedó y Morais, 2018).....	18
<i>Figura 3.</i> Control de peso semanal en el Centro de Investigación y Tecnología Animal (CITA) .....	25
<i>Figura 4.</i> Realizando la puntuación fecal en el Centro de Investigación y Tecnología Animal (CITA) .....	27
<i>Figura 5.</i> Consumo medio diario de los lechones durante la fase experimental (7-21 días). ....	31
<i>Figura 6.</i> Evolución de la puntuación fecal medio del día 8 al 14 del estudio. ....	32

## 1. INTRODUCCIÓN

El destete en lechones es el momento en el que el animal pasa de consumir leche materna a una dieta sólida basada en carbohidratos y proteína vegetal. Habitualmente, el destete se realiza en los lechones a las 3 - 4 semanas de edad; esta edad incluso puede ser menor con la práctica de un destete precoz segregado (Pluske et al., 2007). Dicho destete obliga al sistema digestivo a pasar por un proceso de adaptación, ya que no está preparado para digerir correctamente estos nutrientes (Dirkzwager et al., 2005). Este proceso de adaptación genera cambios morfológicos en el sistema digestivo que afectarán a su función de absorción de nutrientes (*Figura 1*), por lo que el animal tendrá dificultades para cubrir sus necesidades de energía y proteína, pudiendo comprometer su crecimiento (Le Dividich y Sève, 2000). Además, este cambio tan brusco en la alimentación del lechón, conlleva a un desequilibrio en su microflora intestinal que algunos patógenos pueden aprovechar para colonizar el tracto gastrointestinal, como es el caso de la *Escherichia coli* enterotoxigénica (ETEC), *Clostridium perfringens*, *Salmonella spp.* Y rotavirus, causando diarrea post-destete (Kyriakis et al., 1999). La *Figura 1*. Muestra los cambios morfológicos producidos por el cambio de dieta tras el destete en lechones.



*Figura 1.* Estructura de las microvellosidades del intestino delgado en lechones antes y después del destete (Sánchez, 2016).

En esta etapa, los lechones tienen que lidiar con la interrupción abrupta en las interacciones sociales, con la madre y compañeros de camada ya establecidas, y el estrés de adaptarse a un nuevo entorno (Lalles et al., 2007). El potencial de crecimiento de los lechones es alto inmediatamente después del destete, pero el consumo limitado de alimento junto con un sistema digestivo inmaduro impide a menudo que se alcance este potencial en condiciones prácticas (Allee y Touchette, 1999).

Por lo tanto, el momento del destete en general y la alimentación del lechón destetado en particular, son uno de los aspectos más críticos de manejo y alimentación en las explotaciones porcinas. En este sentido, sería conveniente que el lechón consumiera la mayor cantidad posible de alimento para favorecer la transición, evitar un excesivo deterioro del epitelio intestinal y obtener la mayor ganancia posible de peso. Por lo tanto, las dietas de lechones deben ser de alta calidad, digestibles y muy palatables (Campabadal, 2009).

Ante esta situación, en el sector pecuario se han buscado alternativas de manejo y alimentación para minimizar los posibles efectos perjudiciales asociados al destete, sobre el rendimiento productivo y salud de los lechones, para que los animales sean más eficientes en la utilización del alimento. Una alternativa es el uso de aditivos en la nutrición del lechón (McDonald, et al., 2002). Sin embargo, debido a las consecuencias que tiene el destete sobre el riesgo a sufrir trastornos digestivos, es muy frecuente la inclusión de antibióticos en el pienso de los lechones alrededor del destete.

### **1.1 Antibióticos y sus repercusiones en la producción animal y salud humana**

La administración oral de antibióticos se ha convertido en uno de los modos principales de proporcionar medicamentos veterinarios en la cría moderna a escala industrial, debido a su conveniencia, buen control y coste. Sin embargo, una gran cantidad de drogas tienen sabores no siempre agradables para los animales,

especialmente muchas investigaciones reportan sobre su frecuente sabor amargo. El enmascaramiento de los antibióticos y drogas amargas ha sido reportado para humanos (Nishiyama et al., 2016; Pimparade et al., 2015; Samprasit et al., 2015), pero hay poca información disponible en el caso de los animales. En realidad, muchos de los animales tienen el sentido del gusto como los humanos, incluso más sensibles, como los cerdos y las vacas. El sentido del gusto de estos animales puede incluso llevarles a rechazar las drogas amargas con mayor probabilidad que en los humanos (Lizhi et al., 2005).

En la porcicultura, los antibióticos son usados como aditivos para reducir las bacterias intestinales y mejorar la disponibilidad de nutrientes para el animal. Sin embargo el uso de los antibióticos como promotores del crecimiento (APC) y preventivos, especialmente en producción porcina y avícola, plantea el riesgo de transferencia de resistencia a los antibióticos entre las bacterias, en especial aquellas que producen padecimientos en el hombre (Shiva, 2007).

España representa el 10% de las muertes registradas en humanos al año de la UE asociadas a la resistencia a los antibióticos, siendo la Comunidad Autónoma de Castilla y León donde se presentan más del 15% de estas muertes (Casana, 2017). También existe un interés continuo de minimizar o eliminar por completo la inclusión de antibióticos en la alimentación animal en otras partes del mundo (Lusk et al., 2006). Tan pronto entró en vigor la prohibición, se inició la búsqueda y prueba de nuevos conceptos de alimentación y manejo; en el primer aspecto se hicieron estudios sobre aditivos no-antibióticos como ácido láctico, levaduras, otros ácidos orgánicos, oligosacáridos, enzimas y fibras. Con respecto a manejo, se hicieron cambios en cuanto a homogeneizar grupos según la edad, que también ayudaron a compensar la ausencia de los promotores (Balconi, 1997). Sin embargo, la patología digestiva en la etapa post-destete sigue constituyendo un reto en producción porcina.

## **1.2. Uso de antibióticos y aditivos en lechones destetados**

Un factor muy importante en la alimentación de los lechones es el consumo de alimento, ya que el objetivo principal tras el destete es maximizar el consumo, para evitar problemas digestivos y también favorecer el crecimiento de los animales por medio de un programa nutricional adecuado a la edad y necesidades del mismo (Varley, 1995).

Como he mencionado anteriormente, la mayoría de los antibióticos administrados a los cerdos son durante la fase del destete y transición, siendo ubicados los de mayor aplicación dentro de las siguientes familias de antibióticos: tetraciclinas, sulfonamidas, betalactámicos y macrólidos (Maran, 2016). Dado que en el marco de la UE existe un plan de reducción del uso de antibióticos en alimentación animal, actualmente existen aditivos zootécnicos para mejorar la salud digestiva de los animales y así contribuir a este fin.

En la búsqueda de alternativas a la utilización de sustancias antimicrobianas, como antibióticos y uso de óxido de zinc, se han desarrollado estrategias en base a la combinación de distintos aditivos, tales como probióticos, prebióticos, ácidos orgánicos (AO), enzimas y extractos vegetales (Arnau-Bonachera et al., 2016). Entre ellos, destacan los extractos vegetales como los aceites esenciales (AE), y otras sustancias bioactivas. Además, recientemente se utilizan los ácidos grasos de cadena media (AGCM) por su potente acción antibacteriana.

Se citan a continuación algunos ejemplos de aditivos que contribuyen a reducir el uso de antibióticos en ganado porcino, que se han utilizado en este estudio.

### **1.2.1 Aceites esenciales**

La mayoría de los AE son metabolitos secundarios de plantas, cuyos componentes químicos activos son diversos. Es posible obtenerlos por métodos tales como destilación por vapor o extracción con solventes. Para que el uso de aceites esenciales en la alimentación de los animales tenga efectos positivos, es menester

conocer sus mecanismos de acción y la dosis a la cual mejoran la productividad y salud de los animales (Greathead, 2003; FDA, 2004).

Entre los beneficios que tiene el uso de AE en la alimentación animal se encuentran sus propiedades antimicrobianas, antioxidantes, antiparasitarias, antiinflamatorias, antidiarreicas y antimicóticas (Botsoglou et al., 2003; Giannenas et al., 2003; Hernández et al., 2004). Se ha observado que algunos aceites esenciales como aceite de orégano, eucalipto, romero, anís, ajo y timo mejoran la conversión alimenticia en cerdos, estimulan enzimas digestivas y dan mejor sabor a los alimentos (Botsoglou et al., 2003; Giannenas et al., 2003; Hernández et al., 2004). Algunos trabajos han observado que el aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare subsp. Hirtum*) y de salvia (*Salvia officinalis*) tienen propiedades antioxidantes, y que el ajo (*Allium sativum*), menta (*Mentha piperita*), romero (*Rosmarinus officinalis*) y tomillo (*Thymus vulgaris*) incrementan los índices productivos de cerdos en engorde y también favorecen la digestibilidad de los nutrientes del alimento ofrecido, así como una mejora del balance de nitrógeno (Daza et al., 2001; Fasseas et al., 2007).

### **1.2.2 Ácidos orgánicos**

Los AO (Boas et al., 2016; Devi et al., 2016; Zhang et al., 2016) y algunos prebióticos como los manano-oligosacáridos (Fessele, 2013; Wenner et al., 2013; Giannenas et al., 2016) se han utilizado para modificar el entorno intestinal de los cerdos después del destete, aumentar el rendimiento del crecimiento y disminuir la mortalidad por diarrea.

Los AO han sido usados durante décadas como conservantes efectivos de piensos, debido a su capacidad para acidificar la alimentación y la digesta e inhibir el crecimiento de microorganismos (Schutte, 2011).

Los AO actúan principalmente en la reducción del pH gástrico, aumentando la acidificación del estómago y mejorando la digestión de la proteína por la pepsina. Además, la reducción del pH evita la colonización de bacterias patógenas como *E.*

*coli* y *Salmonella* (Busser et al., 2011; Calveyra et al., 2012; Walsh et al., 2012), promueve la proliferación de células intestinales, aumenta el tamaño de las vellosidades y capacidad de absorción (Diao et al., 2015, 2016), y mejora la capacidad inmune en lechones destetados (Kuang et al., 2015).

De acuerdo con Diao et al. (2016), la mejora en la digestibilidad de nutrientes y energía se debe a la función de los ácidos para aumentar la capacidad tamponante de las dietas, activar enzimas digestivas, reducir la competencia de nutrientes con microorganismos adheridos a la mucosa intestinal, mejorar la morfología de la mucosa, con aumento de la longitud de las vellosidades y reducción de criptas, y mejorar la digestibilidad, la absorción y la retención de nutrientes en lechones destetados.

### **1.2.3 Ácidos grasos de cadena media**

Zentek et al. (2011), señala que los ácidos grasos de cadena media (AGCM) se consideran una alternativa a los antibióticos, y pueden permitir una mejora del rendimiento para los lechones después del destete. Kuang et al. (2015), informaron que la suplementación de la combinación de AO y AGCM aumentó el crecimiento, rendimiento, proliferación de *Lactobacillus* e inmunidad de cerdos destetados.

Según Hong et al. (2012) la inclusión dietética de triglicéridos de cadena media mejoró la digestibilidad aparente del tracto total de la materia seca y el nitrógeno de los lechones después del destete, y un efecto similar se encontró para la digestibilidad de la energía. Dichos efectos positivos estaban relacionados con una mayor altura de las vellosidades y reducción de las criptas (Hanczakowska et al., 2011). Los AGCM son otro tipo de ácido orgánico que podría considerarse como un sustituto de antibióticos ya que tienen una gran actividad antibacteriana contra los cocos Gram-positivos (Bergsson et al., 2001) y *Escherichia coli* y *Salmonella* (Skrivanowa et al., 2009). A continuación la Tabla 1 muestra algunas de las características fundamentales de los AGCM.

**Tabla 1. Propiedades químicas de los ácidos grasos de cadena media**

Ácido Graso	Peso Molecular (Da)	pKa
Ácido Caproico (C6:0)	116.2	4.88
Ácido Caprílico (C8:0)	144.2	4.89
Ácido Cáprico (C10:0)	172.3	4.89
Ácido Láurico (C12:0)	200.3	5.13

Ácidos grasos de cadena media usados en la fabricación de piensos según Zentek et al. (2011).

Sin embargo, algunos de estos aditivos, especialmente los aceites esenciales, tienen sabor amargo y pueden provocar un descenso en el consumo de pienso de los lechones según lo citado por Windisch et al. (2008).

### **1.3 Percepción de sabor amargo y sensorial en cerdos**

La percepción del gusto ayuda a los cerdos a identificar nutrientes y/o sustancias potencialmente nocivas para el organismo. Se reconocen como gustos básicos el sabor dulce, umami, salado, ácido y amargo. También se han identificado el gusto graso como un sabor adicional. El dulce, umami, salado y ácido son identificados por un pequeño número y tipos de receptores del gusto, mientras que el amargo se identifica por una gran cantidad de receptores de la familia T2R (15 conocidos en cerdos) (Tedó y Morais, 2018).

La amargura es la más sensible y compleja de los gustos, y está asociada innatamente con una percepción desagradable que induce una respuesta aversiva. Actúa como una señal de advertencia central para proteger a los animales contra la ingestión de sustancias potencialmente dañinas, como metabolitos secundarios tóxicos, comúnmente producido por las plantas para impedir su consumo (Tedó y Morais, 2018). En la Figura 2 se muestra el mecanismo de percepción del sabor amargo por los animales y la conexión que existe entre los receptores del sabor y el sistema nervioso central.

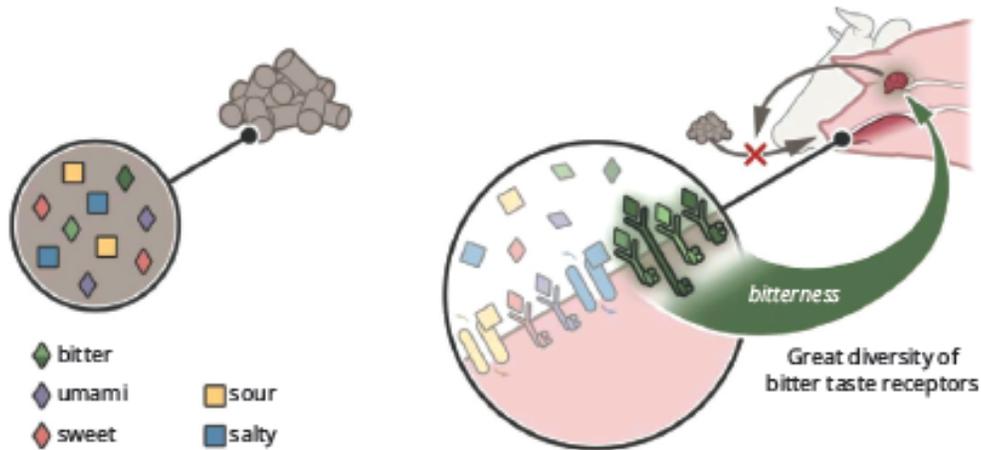


Figura 2. Mecanismo de percepción del sabor amargo (Tedó y Morais, 2018).

Sin embargo, los animales prefieren la diversidad en los sabores frente a los monótonos según Villalba et al. (2011). Estos autores demostraron que la exposición a diversos sabores mejoró el consumo frente a una ración monótona, y aumentó la aceptabilidad y preferencia del pienso en corderos. Los resultados también mostraron que al ofrecer una variedad de sabores, el consumo de alimento se distribuyó de manera más uniforme a lo largo del día (Villalba et al., 2011).

Además, la información que reciben los receptores del sabor por medio de las estimulaciones gustativas y olfativas establecen conexiones con los núcleos amigdalinos en los que se encuentran los circuitos de la memoria, es así que toda la información que proviene de la boca y el olfato se evalúa y queda constatada en las experiencias pasadas del animal, dejando una señal para las costumbres futuras (Mesas, 2011).

#### **1.4 Aditivos sensoriales y su función en el pienso**

Los aditivos organolépticos o sensoriales constituyen una excelente solución para mejorar la palatabilidad de los piensos con este tipo de aditivos añadidos. Los aditivos organolépticos son definidos como cualquier sustancia que, añadida a los piensos, mejoran o modifican las propiedades organolépticas de éstos o sus

características visuales. Es decir, mejoran las propiedades sensoriales del alimento. Los más comunes son los aromatizantes y saborizantes, los cuales ayudan a enmascarar olores y sabores que presentan algunos medicamentos o compuestos del alimento que podrían provocar un rechazo significativo en el consumo de éste. Olivero (2003) indica que los saborizantes y aromatizantes son aditivos que normalizan o mejoran el sabor o el olor de los alimentos, contribuyendo así a su ingesta. Contienen generalmente especias y modificadores aromáticos del olor de los alimentos. Los saborizantes hacen que el alimento sea más atractivo al animal y éste sea consumido con mayor avidez y cantidad (Mesas, 2011). Algunos test y pruebas han demostrado la eficacia de los aromas. Así, se han observado mejoras estadísticamente significativas en lechones alimentados con la inclusión de aromas con respecto al control sin aroma (Mesas, 2011).

Díaz (2003), al tratar de aumentar el consumo de alimento en la fase predestete, estudió el desarrollo de 200 lechones que recibieron dietas con o sin saborizantes durante la fase pre destete (10 a 21 días de edad) frente a un grupo control (sin saborizantes). Los lechones que tuvieron acceso a la dieta sin saborizantes consumieron menos y alcanzaron menor peso que aquellos que recibieron dieta con saborizantes.

En este tipo de estudios, interesa conocer si los animales responden al aditivo mediante el incremento en la ingesta y si este incremento mejora su desarrollo (ganancia de peso, deposición de tejido magro, incremento en la producción de leche u otros parámetros, etc.) (Mesas, 2011).

#### **1.4.1. Saborizantes y su importancia en la alimentación de lechones**

Con el fin de estimular el consumo voluntario de los lechones, una de las alternativas utilizada es la inclusión de saborizantes en las dietas (predestete o postdestete), como mejoradores de la palatabilidad facilitando así su consumo (Vílchez, 2017). La palatabilidad se define como el placer que un animal

experimenta al consumir un determinado alimento o fluido, siendo este poder hedónico capaz de promover un consumo sostenido a lo largo del tiempo, en busca de una homeostasis que se traduce en buen crecimiento y bienestar del animal. Este placer es función de factores físicos de alimento como el sabor, el olor, la apariencia, la temperatura y la textura del alimento (Montbrau y Solà-Oriol, 2015).

Roura (2011) y Giménez (2011) indican que el uso de saborizantes en dietas de cerdos es una práctica común, sobre todo en lechones para mejorar la ingestión. En un estudio del uso de saborizantes en la dieta de lechones realizado por Sulabo et al. (2009) demostró que la inclusión de éstos en la alimentación post destete puede ser importante para lechones con bajo peso, evidenciándose que el desarrollo de los animales con la presencia de saborizantes fue favorecido, mientras que la dieta sin saborizante no obtuvo los resultados esperados. Esto es debido a que el empleo de saborizantes hacen que el animal se sienta más atraído por el alimento, ya que el mismo tiene estímulos olfativos y gustativos (Mesas, 2011).

En ese sentido, algunos de los trabajos en cerdos (Roura et al., 2007; Tedó et al., 2008) indican que el uso de los sabores de alta preferencia (por ejemplo dulce o umami) permiten la sustitución parcial de ingredientes de alto valor nutricional en dietas de lechones sin afectar el crecimiento. Esto sugiere también que a esta temprana edad, la apetencia de la alimentación son las principales fuerzas impulsoras en el consumo de alimentos y crecimiento.

Siguiendo la búsqueda de saborizantes que permitan aumentar el consumo de alimento de los lechones durante la fase de lactación y transición, Guzmán (2007), demostró que animales destetados a los 25 días de edad y que recibieron dietas incluyendo chocolate al 2 y 4% durante la fase de transición, presentaron significativamente mayores ganancias de peso que aquellos que recibieron dieta sin saborizante o con saborizante comercial. Asimismo, Blavi et al. (2016) demostraron la preferencia en lechones por dietas dulces (con estevia y/o neohesperidina) frente a la dieta control y una mejora de la ingestión.

## **2. OBJETIVO**

En este contexto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de enmascaramiento del sabor amargo, producido por la inclusión de aceites esenciales y antibióticos en el pienso de lechones en la fase de starter, una vez os animales ya han sido adaptados al alimento sólido, sobre los parámetros zootécnicos [peso vivo (PV), consumo medio diario (CMD), ganancia media diaria (GMD) e índice de conversión (IC)], la severidad de diarreas y el comportamiento alimenticio.

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 Instalaciones y animales**

Este experimento se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Tecnología Animal (CITA), Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Polígono Industrial La Esperanza, 100, 12400 Segorbe, Castellón (España).

En el estudio utilizaron 135 lechones (68 hembras y 67 machos) los cuales tenían un peso promedio de  $6,9 \pm 1,29$  kg al inicio del estudio. Los lechones eran de la línea [Pietrain x (Landrace x Large White)], línea paterna y materna, respectivamente. Este experimento se inició a los 35 días de edad de los lechones y tuvo una duración de 21 días; terminando a los 56 días de edad. Los animales provenían de una prueba anterior que se realizó en las mismas instalaciones donde se probaron soluciones nutricionales basadas en la mezcla de distintos aditivos (i.e. aceites esenciales y ácidos orgánicos, entre otros) para realizar el reemplazo de sustancias antimicrobianas en el pienso de animales recién destetados.

### **3.2 Distribución de los animales y condiciones de alojamiento**

Los animales fueron pesados, identificados individualmente con un crotal en la oreja y distribuidos en corrales al comienzo del experimento (27 corrales; 9 corrales/tratamiento; 5 animales/corral). La selección y distribución en corrales se llevó a cabo para equilibrar el peso corporal y el sexo entre corrales y tratamientos, evitando animales del mismo corral del experimento anterior. Cualquier animal que mostro signos de enfermedad, lesión o en malas condiciones fue excluido del proceso de selección.

Los animales fueron alojados en una sala de tipo iso-wean, provista de un sistema de control ambiental (Copilot®). Los corrales (0,87 x 2,9 m<sup>2</sup>) estaban equipados con un alimentador de tolva convencional con cinco espacios de alimentación y un bebederos de chupete, los suelos estaban parcialmente enrejillados (listón de plástico y otro de hormigón) e incluyeron una zona central con paneles de calefacción por suelo radiante. Las condiciones ambientales durante el estudio (temperatura y tasa de ventilación) se controlaron automáticamente y fueron las apropiadas para la edad de los lechones.

### **3.3 Diseño experimental y piensos experimentales**

El experimento tuvo una duración de 21 días. Los primeros 7 días, se administró un alimento común a todos los animales (pienso "lavado") cuya composición se recoge en la Tabla A.1 del Anexo. Este alimento se ofreció para poder reducir los posibles efectos derivados del aprendizaje-familiarización previa a alguno de los compuestos añadidos en los piensos administrados a los animales anteriormente.

A continuación, desde el día 8 al día 21 del experimento, se administraron los 3 piensos experimentales (Trat 1, Trat 2 y Trat 3). Los lechones en prueba tuvieron acceso *ad libitum* al alimento y al agua. Todos los piensos se presentaron en harina. Los 3 piensos experimentales (Trat 1, Trat 2 y Trat 3) se muestran a continuación:

- Trat 1 (control negativo): dieta suplementada con 300 ppm de amoxicilina, aceites esenciales, ácidos orgánicos e inorgánico y ácidos grasos de cadena media.
- Trat 2 (control positivo): dieta de control negativo con aditivo sensorial validado que contenía sacarina sódica y neosperidina hydrochalcona a dosis legales para lechones en Unión Europea y de uso común en el sector.
- Trat 3 (alternativa sensorial): dieta de control negativo con aditivo sensorial basado en la tecnología de la diversidad, sin sacarina ni neosperidina hydrochalcona. El concepto diversidad incorporaba ligandos del gusto umami, dulce, ácido y salado.

Los aditivos sensoriales fueron suministrados por LUCTA S.A. El nuevo aditivo sensorial testado estaba basado en un mecanismo de acción que enmascara la detección del gusto amargo por un lado y bloquea potencialmente algunos de los receptores gustativos amargos. Se trata de un prototipo basado en el concepto de diversidad de sabores para enmascarar (fracción umami, dulce, ácida y salada) y bloquear el gusto amargo (fracción umami y salada). La composición detallada los mismos es propiedad intelectual de la Empresa y por lo tanto confidencial.

Un resumen del diseño experimental se presenta en la Tabla 2.

**Tabla 2. Detalles del diseño experimental**

<b>Detalles</b>	<b>Número</b>
Corrales	27
Lechones / corral	5
Tratamientos	3
Replicas / tratamiento	9
Animales / tratamiento	45
Total de animales	135

En la Tabla 3 se muestra la composición nutricional del pienso usado para los lechones en la fase experimental.

**Tabla 3. Ingredientes y nutrientes calculados por la empresa LUCTA S. A. del control negativo (Trat 1) (en % sobre sustancia fresca).**

<b>Ingredientes</b>	
Maíz nacional	25,0
Trigo blando 11,5	25,0
Cebada 2C N 10	21,8
Ener soy-3600 soja FF	7,50
Soja 47,5% proteína bruta	11,8
Concentrado de proteína de soja	2,50
Carbonato cálcico	0,89
Fosfato bicálcico	0,74
Sal mineral	0,35
DL-Metionina	0,21
L-Lisina	0,68
L-Treonina	0,25
L-Triptófano	0,05
L-Valina	0,13
Aceite soja	2,50
Luctacid HC	0,20
Premix vit-min1	0,40
<b>Nutrientes</b>	
Energía metabolizable (kcal/kg)	3.367
Materia Seca	88,7
Cenizas	4,57
Proteína bruta	17,8
Grasa bruta	5,97
Fibra bruta	3,32
Calcio	0,62
Fósforo total	0,51
Sodio	0,15
Cloro	0,42
L-Lisina	1,34
DL Metionina+Cistina	0,77
L-Treonina	0,85
Triptófano	0,25

<sup>1</sup>**Composición premix vit-min por kg premix:** vit. A 3.750.000 UI; vit. D3 500.000 UI; vit. E 10.000 mg.; vit. K3 500 mg.; vit. B1 500 mg.; vit. B6 750 mg.; vit. B12 6,25 mg.; Biotina 37,50 mg.; Niacina 7.500 mg.; D-Pantotenato Cálcico 3.750 mg.; Ácido Fólico 125 mg.; Cloruro Colina 62.500 mg.; Cobre (Sulfato cúprico pentahidratado) 37.500 mg.; Cinc (Óxido de Cinc) 25.000 mg.; Selenio (Selenito de Sodio) 75 mg.; Yodo (Yoduro de Potasio) 250 mg.; Manganeso (Óxido de Manganeso) 12.500 mg.; Hierro (Sulfato de Hierro (II), monohidratado) 25.000 mg; Fitasa (EC 3.1.3.26) 125.000 PPU.; Endo 1,3(4) beta-glucanasas (EC 3.2.1.6) 38.000 U.; Endo 1,4 beta-xilanasa (EC 3.2.1.8) 305.000 U.; Butilhidroxitolueno 75 mg.; Galato Propilo 9 mg.; Ácido Cítrico 21 mg.; Arcilla Sepiolítica 113.410 mg.; Carbonato Cálcico c.s.p. 1.000 g.

### 3.4 Controles experimentales

#### 3.4.1 Rendimientos productivos

Semanalmente se realizó el control de peso individual de los lechones en una báscula de precisión (Figura 3). Además, diariamente, se registró el consumo de pienso experimental por corral (pienso consumido = pienso ofertado - pienso rechazado). Con esta información, se calculó la ganancia media diaria (GMD), el consumo medio diario (CMD), y el índice de conversión (g pienso/g peso; IC).



*Figura 3.* Control de peso semanal en el Centro de Investigación y Tecnología Animal (CITA)

### 3.4.2 Severidad de diarreas

Además, se registró la puntuación fecal aplicando una escala de 6 puntos, durante siete (7) días consecutivos (días 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 de la fase experimental) a cada corral (*Figura 4*). La evaluación se realizó por la mañana y por el mismo observador. Esta evaluación se determinó asignándole una puntuación según la consistencia media de las heces del corral (atendiendo a la más desfavorable), acorde con la metodología propuesta por Sørensen et al. (2009). La Tabla 4 muestra cómo se realizó la calificación del puntuación fecal para cada corral.

<b>Puntuación</b>	<b>Aspecto de las heces</b>
<b>1</b>	Sólido y resistente
<b>2</b>	Compacta
<b>3</b>	Suave con forma
<b>4</b>	Suave y líquido
<b>5</b>	Agua y oscuridad
<b>6</b>	Acuoso y amarillo

**Fuente:** Sørensen et al. (2009).



*Figura 4.* Realizando la puntuación fecal en el Centro de Investigación y Tecnología Animal (CITA)

### **3.4.3 Comportamiento alimenticio**

En cuanto a observaciones de comportamiento alimenticio, se realizaron grabaciones de vídeo de forma continua, durante 10 minutos/día en cada corral. Las grabaciones se realizaron durante los primeros 2 días de administración de las dietas experimentales (días 8 y 9 del estudio). Se utilizó una videocámara instalada zenitalmente en cada corral. Previo a las grabaciones, los animales de cada corral fueron marcados con una cera de color en el lomo para facilitar su identificación. Las grabaciones se realizaron por la mañana (hora comienzo 08:30 am) con la administración de pienso fresco. Así se obtuvieron 9 horas de grabaciones (10 minutos/corral y día) que fueron analizadas por el mismo observador para evaluar los siguientes parámetros de comportamiento alimenticio:

- Número de evento de alimentación en comedero: Total de veces que los animales del corral visitan el comedero y comen

- Tiempo comiendo en el comedero: Duración total del evento de alimentación de todos los animales del corral (en s)
- Número de visitas al comedero sin alimentación: Total de veces que los animales del corral se aproximan al comedero y no comen. Se asume zona de comedero como los 25 cm próximos a la tolva
- Número de eventos de alimentación en el suelo: Total de veces que los animales del corral comen del suelo
- Tiempo comiendo del suelo: Duración total comiendo del suelo de todos los animales del corral (en s)
- Número de agresiones: Total de agresiones en la zona de comedero
- Número de vocalizaciones: Total de vocalizaciones en la zona de comedero

En la Tabla 5 se muestra un esquema de las actividades realizadas en cada etapa del experimento.

**Tabla 5. Actividades y medidas durante los 21 días de periodo experimental.**

Días																					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
W	W	W	W	W	W	W	W	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Wash-out							Etapa Experimental														
CP							CP								CP						CP
								S	S	S	S	S	S	S							
								V	V												

W: días de Pienso de limpieza (Wash-out), T: días de pienso experimental, CP: días que se realizó control de peso, S: días de la puntuación fecal, V: días de registro de comportamiento alimenticio (grabación video).

### **3.5. Análisis estadístico**

Una vez finalizadas las pruebas, se realizó el análisis estadísticos utilizando un Software estadístico SAS® (Statistical Analysis System) (Version 9.1, SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, EEUU). Primero se realizó un análisis exploratorio de los datos y evaluación de datos anómalos con PROC UNIVARIATE de SAS.

Cada individuo fue la unidad experimental para PV. El corral fue la unidad experimental para GMD, CMD e IC, severidad de diarreas y comportamiento alimenticio. Las diferencias entre tratamientos para el PV, el CMD y la severidad de diarreas se analizaron mediante medidas repetidas (PROC MIXED) con el animal o corral como factor de repetición. El modelo incluyó tratamiento y semana o día de medida como efectos principales. Los datos de GMD e IC por periodos y los datos de comportamiento alimenticio se analizaron mediante un análisis de varianza (PROC GLM) que incluyeron la dieta como efecto principal. Se utilizaron diferencias significativas con un nivel de  $P \leq 0,05$ .

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Rendimientos productivos

La Tabla 6 muestra los resultados de los parámetros productivos controlados durante la etapa de 0-21 días del experimento (35 a 56 días de edad).

**Tabla 6. Parámetros productivos del estudio de lechones en etapa de transición**

Peso vivo (kg)	Etapas	Trat 1	Trat 2	Trat 3	EEM	P-valor
Peso vivo (kg)	Peso día 0	6,86	6,89	6,93	0,184	0,868
	Peso día 7	8,43	8,31	8,50	0,184	0,683
	Peso día 14	10,86	10,51	11,02	0,184	0,261
	Peso día 21	13,90 <sup>ab</sup>	13,50 <sup>b</sup>	14,17 <sup>a</sup>	0,185	0,139
Consumo medio diario (g/día)	0-7 días (Wash-out)	304,73	288,57	299,33	22,15	0,872
	7-14 días	470,25	439,56	470,05	32,81	0,758
	14-21 días	651,54	646,48	626,57	46,57	0,923
	7-21 días (Total)	559,74	540,90	547,94	37,86	0,942
Ganancia media diaria (g/día)	0-7 días (Wash-out)	224,92	203,36	223,68	20,90	0,718
	7-14 días	346,83	313,84	359,90	27,56	0,487
	14-21 días	427,52	413,63	452,75	25,51	0,554
	7-21 días (Total)	388,28	367,71	405,24	24,83	0,571
Índice de conversión (g pienso/g peso)	0-7 días (Wash-out)	1,92	2,18	2,22	0,12	0,187
	7-14 días	1,37	1,42	1,31	0,05	0,280
	14-21 días	1,45 <sup>ab</sup>	1,49 <sup>a</sup>	1,38 <sup>b</sup>	0,04	0,094
	7-21 días (Total)	1,41 <sup>ab</sup>	1,46 <sup>a</sup>	1,35 <sup>b</sup>	0,03	0,058

EEM: Error estándar de la media.

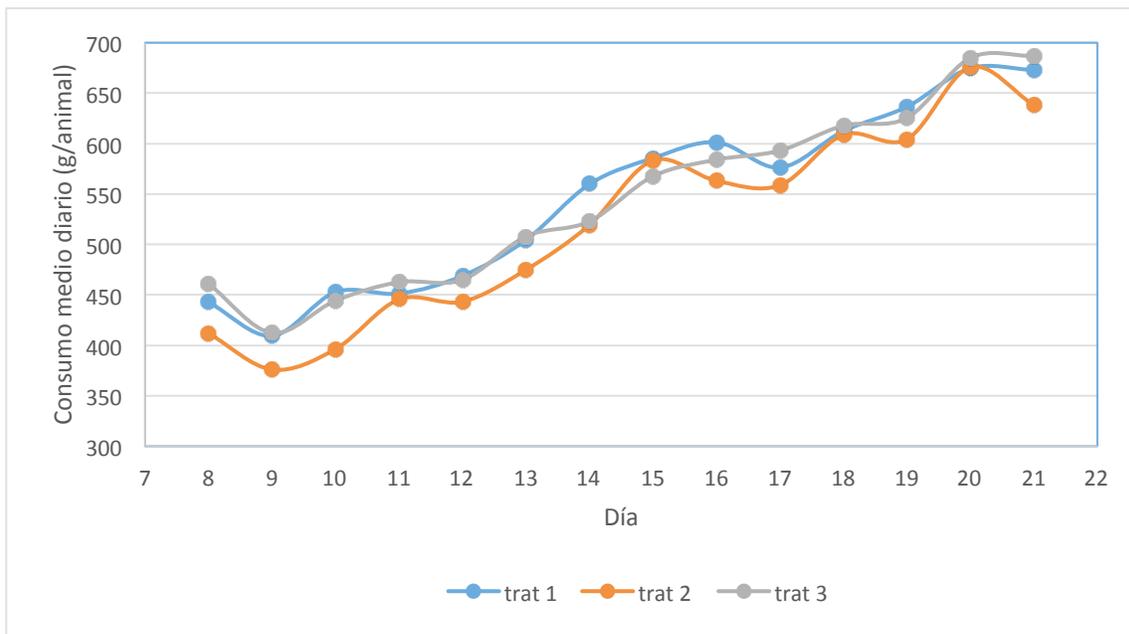
<sup>a,b</sup> Medias que no comparten superíndice en la misma fila son diferentes al nivel de significancia  $P < 0,05$ .

Trat 1 (control negativo): dieta suplementada con 300 ppm de amoxicilina, aceites esenciales, ácidos orgánicos y ácidos grasos de cadena media; Trat 2 (control positivo): dieta de control negativo con aditivo sensorial validado, con sacarina sódica y neosperidina hydrochalcona a dosis legales para lechones en UE y de uso común en el sector; Trat 3 (alternativa sensorial): dieta de control negativo con tecnología basada en la diversidad, sin sacarina ni neosperidina hydrochalcona.

Wash-out: Pienso de limpieza

Los resultados muestran que no se observaron diferencias significativas entre tratamientos para la mayoría de parámetros productivos controlados durante el período experimental. Sin embargo, sí se observó una mejora significativa en el IC con el Trat 3 respecto al Trat 2 en el período 14-21 días ( $-7,4\%$ ;  $P= 0,033$ ), y en el periodo global de 7 a 21 días ( $-7,5\%$ ;  $P=0,023$ ).

La *Figura 5* muestra la evolución del consumo de pienso de los lechones durante los últimos 14 días del estudio (7-21 días, periodo de administración de los piensos experimentales). El análisis del mismo no mostró resultados que sean diferentes estadísticamente entre los tratamientos.

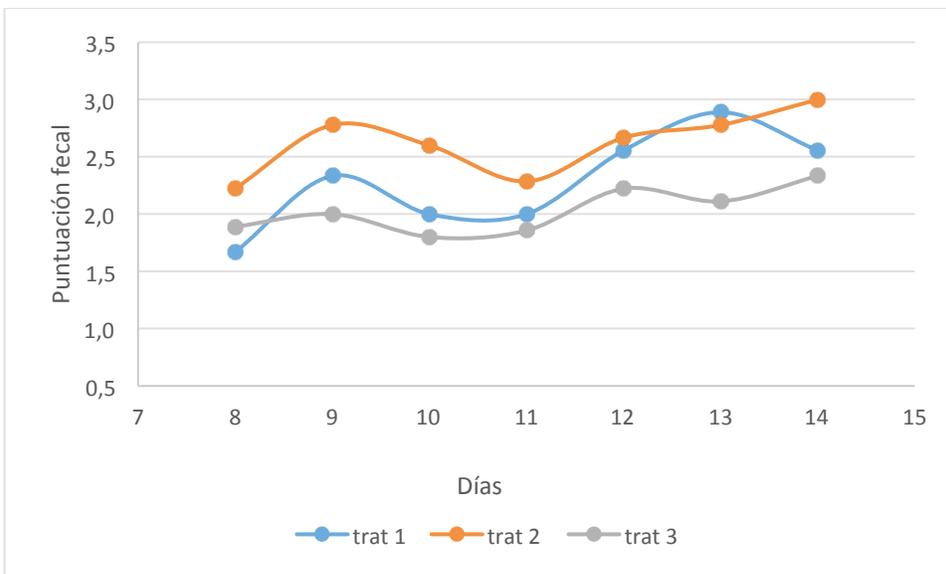


*Figura 5.* Consumo medio diario de los lechones durante la fase experimental (7-21 días).

Trat 1 (control negativo): dieta suplementada con 300 ppm de amoxicilina, aceites esenciales, ácidos orgánicos y ácidos grasos de cadena media; Trat 2 (control positivo): dieta de control negativo con aditivo sensorial validado, con sacarina sódica y neosperidina hydrochalcona a dosis legales para lechones en UE y de uso común en el sector; Trat 3 (alternativa sensorial): dieta de control negativo con tecnología basada en la diversidad, sin sacarina ni neosperidina hydrochalcona.

## 4.2. Severidad de diarreas

La *Figura 6* muestra la evolución de la puntuación fecal del día 8 al 14 del experimento. La puntuación fecal medio varió entre 1,7 y 3,0 y siguió una evolución similar entre tratamientos. A pesar de que no se observaron diferencias significativas entre tratamientos en ninguno de los días evaluados, el Trat 2 presentó valores numéricamente más altos comparado con el resto de tratamientos (entre +0,4 y +0,7 puntos), principalmente los primeros días (del 8-10).



*Figura 6.* Evolución de la puntuación fecal medio del día 8 al 14 del estudio.

Trat 1 (control negativo): dieta suplementada con 300 ppm de amoxicilina, aceites esenciales, ácidos orgánicos y ácidos grasos de cadena media; Trat 2 (control positivo): dieta de control negativo con aditivo sensorial validado, con sacarina sódica y neosperidina hydrochalcona a dosis legales para lechones en UE y de uso común en el sector; Trat 3 (alternativa sensorial): dieta de control negativo con tecnología basada en la diversidad, sin sacarina ni neosperidina hydrochalcona.

## 4.3. Comportamiento alimenticio

En la Tabla 7 se muestran los resultados del comportamiento alimenticio observado en los lechones con la inclusión de un enmascarante del sabor amargo en el pienso. No hubo diferencias significativas entre los diferentes tratamientos

para ninguno de los parámetros de comportamiento alimenticio controlados en el experimento.

**Tabla 7. Comportamiento alimenticio de los lechones (/10min)**

Comportamiento	Tratamientos			EEM	P-valor
	Trat 1	Trat 2	Trat 3		
Número de eventos de alimentación en comedero	19,3	22,6	23,2	1,75	0,258
Tiempo comiendo en el comedero (s)	1411	1238	1378	127,44	0,600
Número de visitas al comedero sin alimentación	1,4	1,3	1,9	0,36	0,500
Número de eventos de alimentación en suelo	0,9	1,2	1,4	0,36	0,565
Tiempo comiendo del suelo (s)	18	52	57	24,63	0,478
Número de agresiones	2,3	1,9	3,2	0,67	0,425
Número de vocalizaciones	0,17	0,28	0,33	0,12	0,628

EEM: Error estándar de la media, (s): Segundo.

Trat 1 (control negativo): dieta suplementada con 300 ppm de amoxicilina, aceites esenciales, ácidos orgánicos y ácidos grasos de cadena media; Trat 2 (control positivo): dieta de control negativo con aditivo sensorial validado, con sacarina sódica y neosperidina hydrochalcona a dosis legales para lechones en UE y de uso común en el sector; Trat 3 (alternativa sensorial): dieta de control negativo con tecnología basada en la diversidad, sin sacarina ni neosperidina hydrochalcona.

## 5. DISCUSIÓN

La ingestión de los animales depende de factores relacionados con el animal, el medio y el alimento: digestibilidad, apetecibilidad y palatabilidad (Mesas, 2011). Por lo tanto, cambios en el sabor del alimento a través de aromas o enmascarantes del sabor puede mejorar el consumo y, por tanto, los parámetros productivos.

La literatura indica que los cerdos perciben y responden de forma aversiva a compuestos que los humanos identifican como amargos. Nelson and Sanregret (1997) demostraron como los 10 fármacos amargos que testaron provocaron comportamientos de aversión en los cerdos, incluso observando un efecto dosis-respuesta. También Roura y Torrallardona (2009) comprobaron que una sustancia

conocida como amarga para humanos y también para cerdos, el benzoato de denantonio, aunque inofensiva, reduce de un modo abrupto el consumo de pienso en cerdos. Además, Tedó y Morais (2018) indicaron que en lechones destetados (21 días post-detete), la inclusión de aditivos amargos redujo hasta un 8% el CMD respecto a una dieta sin compuestos amargos. Este hecho afectó al crecimiento. No obstante, las mismas autoras indican que con el tiempo se produce una adaptación al amargo y las diferencias entre animales alimentados con y sin compuestos amargos se diluyen y compensan. Esto suele producirse a partir del día 6 al 7 de exposición a sustancias amargas. En este sentido, los cerdos parecen adaptarse rápidamente a sabores amargos no tóxicos y, tras una caída inicial, el consumo se recupera en unas pocas comidas (Roura y Torrallardona, 2009). No obstante, la disminución de la ingesta inicial puede provocar una pérdida de peso con consecuencias económicas y productivas relevantes.

Para afrontar este reto y combatir los efectos perjudiciales sobre los rendimientos productivos, se han desarrollado estrategias alimenticias basadas en aditivos sensoriales capaces de enmascarar el gusto amargo y bloquear algunos receptores gustativos amargos. Roura et al. (2011) encontraron que los lechones tienen una preferencia clara por raciones edulcoradas que contienen azúcar y glutamato monosódico y también con ácido cítrico; y esto aumentó su consumo ( $P < 0,05$ ). En un estudio realizado por Villalba et al. (2011), donde se usó una diversidad de sabores frente a un grupo control en corderos, se observó que estímulos oro-sensoriales diversos pueden restablecer la motivación para comer, mejorando la aceptabilidad de la alimentación, comparado con sabores monótonos. Sin embargo, la exposición repetida a alimentos con sabor influye en la aceptación posterior de nuevos alimentos. Según demostraron Kare et al. (1965), la exposición previa a un determinado sabor puede afectar al comportamiento de un sabor posterior. Esta influencia puede modificarse por la cantidad de experiencia y por la naturaleza química de la estimulación previa.

En este sentido, en el presente estudio, a pesar de haber trabajado con aditivos sensoriales con un edulcorante (sacarina sódica) y con el concepto de

biodiversidad propuesto por Villalba et al. (2011), no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamiento control o con aditivos sensoriales que cambien sus características organolépticas en los parámetros de comportamiento evaluados en el presente estudio. Los aditivos sensoriales testados en este trabajo no afectaron significativamente al PV, CMD y GMD, aunque el Trat 3 mejoró el IC frente al Trat 2. Además, el Trat 2 mostró un CMD numéricamente inferior al Trat 1 y Trat 3 los primeros días de administración de los piensos experimentales, aunque no significativo.

Escoto y Solís (2017), buscando alternativas para enmascarar el sabor amargo del pienso de los cerdos de cebo, utilizó un aditivo sensorial que no mejoró el CMD pero sí obtuvo un efecto positivo en el PV, la GMD y el IC, en un experimento que duró hasta los 161 días de edad de los cerdos.

Respecto a la severidad de las diarreas (utilizado en este estudio como indicador de la salud intestinal), en las revisiones bibliográficas consultadas se ha identificado la estrecha relación entre el destete de los lechones y la incidencia de las diarreas. En nuestro estudio no se encontró ninguna diferencia ( $P > 0,05$ ) en la severidad de diarreas entre tratamientos por día. Sin embargo, el Trat 2 mostró un mayor valor absoluto para la puntuación fecal media, coincidiendo con el IC más elevado, y por lo tanto el menos eficiente.

Respecto al comportamiento alimenticio, tampoco se observaron diferencias claras entre tratamientos en este estudio. En nuestra hipótesis, esperábamos más visitas sin alimentación, menos tiempo alimentándose, más tiempo consumiendo del suelo, más vocalizaciones y agresiones, como indicativos de una aversión alimentaria, en especial en el Trat 1. Quizá el reciente cambio de dieta haya podido enmascarar un comportamiento distinto en los resultados.

Es posible que el hecho de que los animales utilizados en este estudio hubieran sido familiarizados a sustancias antimicrobianas a través de la dieta del experimento previo, haya influido en la ausencia de resultados cuando éstas sustancias han sido añadidas de nuevo en la fase starter; siendo entonces

insuficiente el periodo de limpieza (wash-out, pienso de adaptación sin ningún aditivo) establecido en el diseño experimental.

Tedó (2018; comunicación personal) indica que existe un efecto de la experiencia previa en cerdos demostrado en modelos con benzoato de denatonio; la molécula amarga por excelencia. Por lo tanto, es posible que en nuestro estudio, la experiencia previa de los lechones haya podido afectar a su reacción en exposiciones siguientes. Asimismo, el estudio se realizó con animales ya adaptados al alimento sólido (14 días post-destete). Es probable que el desafío no haya sido suficiente para obtener y poder observar diferencias en la ingesta de alimento y crecimiento.

## **6. CONCLUSIONES**

A partir de los resultados del presente estudio podemos concluir que:

- La familiarización previa a los aditivos utilizados como alternativas al uso de antimicrobianos podrían ser los responsables de la ausencia de diferencias en la ganancia de peso, CMD y GMD entre los tratamientos, a pesar de observar que los animales del Trat 3 (grupo experimental con el aditivo sensorial basado en la diversidad en la dieta) mostraron un menor IC en comparación con el Trat 2 (grupo experimental con el aditivo sensorial de uso común en el sector en la dieta) del día 14 al 21 del estudio (1.39 vs. 1.49, respectivamente,  $P = 0.031$ ) y en general desde el día 7 al 21 del estudio (1.35 vs. 1.46, respectivamente,  $P = 0.021$ ), mostrando el Trat 1 (grupo experimental sin aditivo sensorial en la dieta) valores intermedios.
- No se observaron diferencias significativas en el CMD entre tratamientos, aunque el Trat 2 mostró un CMD numéricamente menor en comparación con el Trat 1 y Trat 3 (promedio 412 g vs. 452 g; 376 g vs. 411 g y 396 g vs. 449 g, durante el primer segundo y tercer día de administración de los

piensos experimentales, respectivamente). Los animales del Trat 1 y Trat 3 mostraron una evolución muy similar en CMD.

- No se observaron diferencias en ninguno de los rasgos de comportamiento de alimentación analizados.
- En estudios futuros con lechones en el periodo de transición ya adaptados a la alimentación sólida, deberán evitarse el uso de animales que procedan de tratamientos experimentales que puedan influir en los resultados subsecuentes, así como garantizar un periodo de "limpieza" más largo entre experimentos.

## 7. REFERENCIAS

- ✓ Allee, G. y Touchette, L. (1999). Efectos de la nutrición sobre la salud intestinal y el crecimiento de lechones. Department of Animal Sciences, University of Missouri.
- ✓ Arnau-Bonachera A, Marín-García PJ, Blas E, Pascual JJ. (2016). Aditivos empleados en nutrición de conejos. Boletín de Cunicultura 179:29-32.
- ✓ Balconi, I.R. (1997). El uso de antibióticos, enzimas y otros aditivos en alimentos balanceados. En: Temas de actualidad para la industria de alimentos balanceados 1997. (Editor Iván R. Balconi, Ph D). Midia Relaciones, S.A. de C.V. México. 149 p.
- ✓ Bergsson, G., Arnfinnsson, J., Steingrímsson, O., Thormar, H. (2001). Killing of Gram-positive cocci by fatty acids and monoglycerides. APMIS 109:670-678.
- ✓ Blavi, L., Solà-Oriol, D., Crespo, F. J., Serra, M. del Mar, Pérez, J.F. (2016). The effects of including increasing doses of stevia and neohesperidine dihydrochalcone on feed preference in young piglets. Journal of Animal Science 94:138–141.
- ✓ Boas, A. D. C. V., Budiño, F. E. L., Trindade Neto, M. A., Schmidt, A., Dadalt, J. C., Monferdini, R. P., Sitanaka, N. Y., Moraes, J. E., Pizzolante, C. C. (2016). Organic acids in diets of weaned piglets: performance, digestibility and economical viability. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia 68(4):1015-1022.
- ✓ Botsoglou, NA., Grigoropoulou, SH., Botsoglou, E., Govaris, AG., Papageorgiou, G. (2003). The effects of dietary oregano essential oil and atocopheryl acetate on lipid oxidation in raw and cooked turkey during refrigerated storage. Meat Science 65:1193-1200.
- ✓ Busser, E. V., Dewulf, J., Zutter, L., Haesebrouck, F., Callens, J., Meyns, T., Maes, W., Maes, D. (2011). Effect of administration of 2799 organic acids in drinking water on faecal shedding of *E. coli*, performance parameters and health in nursery pigs. The Veterinary Journal 188 (2):184-188.

- ✓ Calveyra, J. C., Nogueira, M. G., Kich, J. D., Biesus, L. L., Vizzotto, R., Berno, L., Coldebella, A., Lopes, L., Morés, N., Lima, G. J. M. M., Cardoso, M. (2012). Effect of organic acids and mannanoligosaccharide on excretion of *Salmonella typhimurium* in experimentally infected growing pigs. *Research in Veterinary Science* 93 (1):46-47.
- ✓ Campabadal, C. (2009). Guía técnica para alimentación de cerdos. Costa Rica: imprenta nacional. Asociación Americana de Soya. Latinoamérica.
- ✓ Casana, R. C. (2017). El uso de antibióticos en la industria alimentaria y su contribución al desarrollo de resistencias. Determinantes de la diseminación de la resistencia a la colistina. Universidad Complutense Trabajo Fin De Grado.
- ✓ Daza, A., Rodríguez, CA., Gálvez, JF. (2001). Efecto de la adición de aceites esenciales al pienso sobre las variables productivas, digestibilidad y balance de nitrógeno en cerdos en cebo. *Investigaciones Agrarias. Producción y Sanidad Animal* 16: 271-280.
- ✓ Devi, S. M., Lee, W. Y., Kim, I. H. (2016). Analysis of the effect of dietary protected organic acid blend on lactating sows and their piglets. *Revista Brasileira de Zootecnia* 45 (2):39-47.
- ✓ Diao, H., Zhenga, P., YU, B., He, J., Mao, X., Yu, J., Chen, D. (2015). Effects of benzoic acid and thymol on growth performance and gut characteristics of weaned piglets. *Asian Australasian Journal of Animal Science* 28 (6):827-839.
- ✓ Diao, H., Gao, Z., YU, B., Zheng, P., HE, J., YU, J., Huang, Z., Chen, D., Diao, X. M. (2016). Effects of benzoic acid on the performance and jejunal digestive physiology in young pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 32 (7):1-7.
- ✓ Díaz, W. (2003). Uso de flavorizantes en dietas preiniciadoras y de recría para lechones destetados precozmente. Tesis ing. Zootecnista. Universidad nacional agraria de la selva. Tingo María, Perú. 45 p.

- ✓ Dirkzwager, A. Veldman, B. Bikker, P. (2005). A nutritional approach for the prevention of post weaning syndrome in piglets. *Animal Research* 54:231–236.
- ✓ Escoto, N. C., Solís C. R. (2017). Efecto del uso del aditivo Activo® en dieta para cerdos en las etapas de engorde. Proyecto Fin de Grado Ingenieros Agrónomos. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras.
- ✓ FDA (2004). Code of Federal Regulations. Title 21. 21CFR184. US Food and Drug Administration. [www.cfsan.fda.gov/eafus.html](http://www.cfsan.fda.gov/eafus.html). Accedido 15 de julio 2018.
- ✓ Fasseas MK., Mountzouris, KC., Tarantilis, PA., Polissiou, M., Zervas, G. (2007). Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils. *Food Chemistry* 106:1188-1194.
- ✓ Fessele, C., Lindhorst, T. K. (2013). Effect of aminophenyl and aminothiahexyl  $\alpha$ -D-Glycosides of the manno, gluco, and galacto-series on type 1 mbriae-mediated adhesion of *Escherichia coli*. *Biology* 2 (3):1135-1149.
- ✓ Giannenas, I., Florou-Paneri, P., Papazahariadou, M., Christaki, E., Botsoglou, N., Spais AB. (2003). Dietary oregano essential oil supplementation on performance of broilers challenged with *Eimeria tenella*. *Archives of Animal Nutrition* 57:99-106.
- ✓ Giannenas, I., Doukas, D., Karamoutsios, A., Tzora, V., Bonos, E., Skoufos, I., Tsinas, A., Christaki, E., Tontis, D., Florou-paner, P. (2016). Effects of *Enterococcus faecium*, mannan oligosaccharide, benzoic acid and their mixture on growth performance, intestinal microbiota, intestinal morphology and blood lymphocyte subpopulations of fattening pigs. *Animal Feed Science and Technology* 220:159-167.
- ✓ Giménez, J. (2011). La Alimentación de los cerdos. Recuperado el 03 de Abril de 2018, de [Engormix.com:http://www.engormix.com/MAporcicultura/nutricion/articulos/alimentacion-cerdos-t3706/141-p0.htm](http://www.engormix.com/MAporcicultura/nutricion/articulos/alimentacion-cerdos-t3706/141-p0.htm). Accedido 15 de julio 2018.

- ✓ Greathead, H. (2003). Plant and plant extract for improving animal productivity. *Proceedings Nutrition and Society* 62:279-290.
- ✓ Guzmán, F. (2007). Uso de la pasta de cacao como flavorizante en la alimentación de lechones en la fase de lactación y recría. Tesis ing. *Zootecnista*, 38 p.
- ✓ Hanczakowska, E., Szewczyk, A., Okoń, K. (2011). Effects of dietary caprylic and capric acidson piglet performance and mucosal epithelium structure of the ileum. *Journal of Animal Feed Science* 20:556-565.
- ✓ Hernández, F., Madrid, J., Garcia, V., Orengo, JJ., Megías, MD. (2004). Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poultry Science* 83:169-174.
- ✓ Hong, S. M., Hwang, J. H., KimEffect, I. H. (2012). Of medium-chain triglyceride (MCT) on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics in weanling pigs *Asian-Australian Journal of Animal Science* 25:1003-1008.
- ✓ Kare, M.R., Pond, W.C., Campbell, J. (1965). Observations on the taste reactions in pigs. *Animal Behaviour* XIII 2-3: 265-269.
- ✓ Kuang, Y., Wang, Y., Zhang, Y., Song, Y., Zhang, X., Lin, Y., Che, L., Xu, S., Wu, S., Xue, B., Fang, Z. (2015). Effects of dietary combinations of organic acids and medium chain fatty acids as a replacement of zinc oxide on growth, digestibility and immunity of weaned piglets. *Animal Feed Science and Technology* 208:145-157.
- ✓ Kyriakis S.C. V.K., Tsiloyiannis, J., Vlemmas, K. Sarris, A.C. Tesinas. (1999). The effect of probiotic LSP 122 on the control of post-weaning diarrhoea syndrome of piglets. *Research Veterinary Science* 67:223-228.
- ✓ Lalles, J. P., Bosi, P., Smidt, H., Stokes, C. R. (2007). Weaning – A challenge to gut physiologists. *Livestock Science* 108:82–93.
- ✓ Le Dividich, J., Seve B. - *Domestic Animal Endocrinology*, (2000). Effects of underfeeding during the weaning period on growth, metabolism, and

hormonal adjustments in the piglet. *Domestic Animal Endocrinology* 19(2):63-74.

- ✓ Lizhi, J., Dongjiao, N., & Zengbing, G. (2005). The new research progress of animals' physiological taste and application of sweetening agent. *Feed Industry* 26(20):1-4.
- ✓ Lusk, J. L., Norwood F. B., Pruitt, J. R. (2006). Consumer demand for a ban on antibiotic drug use in pork production. *American Journal of Agricultural Economics* 88:1015-1033.
- ✓ Maran, (2016). Monitoring of Antimicrobial Resistance and Antibiotic Usage in Animals in the Netherlands. Report number: Report number: Technical Report ·30 June 2017, Affiliation: <http://www.wur.nl>. Accedido 15 de julio 2018.
- ✓ McDonald, P., Edwards R. A., Greenhalgh J. F. D., Morgan C. A. (2002). *Nutrición animal*. Sexta Edición. Editorial Acribia. 534 p.
- ✓ Mesas, L. (2011). Saborización e ingesta en la alimentación animal. Recuperado el 03 de abril de 2018, de Engormix.com: <http://www.engormix.com/MABalanceados/formulacion/articulos/saborizantes-animales-t3253/800-p0.htm>. Accedido 15 de julio 2018.
- ✓ Montbrau C. y Solà-Oriol D. (2015). Palatabilidad y aprendizaje, herramientas de mejora productiva y del bienestar en rumiantes y porcino. *Nutrinews* Noviembre 2015.
- ✓ Nelson, S. and Sanregret J. (1997). Response of Pigs to Bitter-tasting Compounds. *Chemical Senses* 22(2):129-132
- ✓ Nishiyama, T., Ogata, T., & Ozeki, T. (2016). Preparation of bitter taste-masking granules of lafutidine for orally disintegrating tablets using water-insoluble/soluble polymer combinations. *Journal of Drug Delivery Science and Technology* 32(Part A):38-42.
- ✓ Olivero, R. (2003). *Aditivos en raciones para animales*. Argentina: Universidad de La Plata.

<http://www.fagro.edu.uy/~nutricional/ensenanza/AVI%20WEB/cursoema/aditivos.pdf>. Accedido 15 de julio 2018.

- ✓ Pluske, J., Dividich, J. L., & Verstegen, M. (2007). El destete en el ganado porcino. Zaragoza - España: Servet, diseño y comunicación S.L.
- ✓ Pimparade, M. B., Morott, J. T., Park, J. B., Kulkarni, V. I., Majumdar, S., Murthy, S. N. et al. (2015). Development of taste masked caffeine citrate formulations utilizing hot melt extrusion technology and in vitro–in vivo evaluations. *International Journal of Pharmaceutics* 487(s 1–2):167–176.
- ✓ Roura, E., Solá-Oriol, D., Mallo, J. J., van Hees, H., Tedó, G. and Torrallardona, D. (2007). Utilisation de tourteau de colza et de tourteau de tournesol à doses élevées dans les aliments porcs. Evaluation des préférences alimentaires et de la consommation volontaire d'aliment. *Journé es Recherche Porcine* 39:163-166.
- ✓ Roura, E. and Torrallardona, D. (2009). *Voluntary Feed Intake in Pigs*. Wageningen Academic Publisher.
- ✓ Roura, E. (2011). The good taste of pigs (part I): let it be sweet. Recuperado el 02 de abril de 2018, de pig333.com: [http://www.pig333.com/nutrition/thegood-taste-of-pigs-part-i-let-it-be-sweet\\_4256/](http://www.pig333.com/nutrition/thegood-taste-of-pigs-part-i-let-it-be-sweet_4256/). Accedido 15 de julio 2018.
- ✓ Sánchez, S. A. (2016). Destete y manejo de nuevos retos, *PorciNews* Septiembre 2016:124- 125.
- ✓ Samprasit, W., Akkaramongkolporn, P., Ngawhirunpat, T., Rojanarata, T., Kaomongkolgit, R., & Opanasopit, P. (2015). Fast releasing oral electrospun PVP/CD nanofiber mats of taste-masked meloxicam. *International Journal of Pharmaceutics* 487(s 1–2):213–222.
- ✓ Schutte, J. B. (2011). Nutritive and antimicrobial effects of organic acids in pigs. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. Organic acids for pigs/Acidos orgánicos para cerdos 18(2):101- 105.
- ✓ Shiva, R., C. M. (2007). Estudio de la actividad antimicrobiana de extractos naturales y ácidos orgánicos. Posible alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento. Tesis doctoral. Departament de Sanitat i d'anatomía animals. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España.

- ✓ Skrivanowa, E., Molatova, Z., Skrivanova, V., Marounek, M. (2009). Inhibitory activity of rabbit milk and medium-chain fatty acids against enteropathogenic *Escherichia coli* O128. *Veterinary Microbiology* 135:358-362.
- ✓ Sørensen, M.T., Vestergaard, E. M., Jensen, S. K., Lauridsen, C., Højsgaard, S. (2009). Performance and diarrhoea in piglets following weaning at seven weeks of age: Challenge with *E. coli* O 149 and effect of dietary factors. *Livestock Science* 123(1-2):314-321.
- ✓ Sulabo R.C., Tokach M.D., Derouchey J.M., Dritz S.S., Goodband R.D., Nelssen J.L. (2009). Influence of feed flavor and nursery diet complexity on preweaning and nursery pig performance. *Journal of Animal Science* 88: 3918- 3926.
- ✓ Tedó, G., Bourry, C., Planchenault, D. and Roura, E. (2008). Effet de l'aromatisation et de la stratégie de formulation sur les performances zootechniques des porcelets en post sevrage. *Journées Recherche Porcine* 40:223-224.
- ✓ Tedó, G., Morais, S. (2018). How to deal with bitterness for pigs. *Pig Progress* 34(5):8-9.
- ✓ Varley, M. A. (1995). *El lechón recién nacido. Desarrollo y supervivencia.* España: Editorial Acribia. 368 p.
- ✓ Vílchez, C. (2017). Influencia del sabor del alimento sobre el consumo voluntario de lechones. *Actualidad Porcina*. <http://www.actualidadporcina.com/articulos/influencia-del-sabor-del-alimento-sobre-el-consumo-voluntario-de-lechones.html>. Accedido 15 de julio 2018.
- ✓ Villalba, J. J., Bach, A. and Ipharraguerre I. R. (2011). Feeding behavior and performance of lambs are influenced by flavor diversity. *Journal of Animal Science* 89:2571-2581.
- ✓ Walsh, M. C., Rostagno, M. H., Gardiner, G. E., Sutton, A. L., Richert, B. T., Radcliffe, J. S. (2012). Controlling *Salmonella* infection in weanling pigs

through water delivery of direct-fed microbials or organic acids. Part I: Effects on growth performance, microbial populations, and immune status. *Journal of Animal Science* 90(1):261-271.

- ✓ Wenner, B. A., Zerby, H. N., Boler, D. D., Gebreyes, W. A., Moeller, S. J. (2013). Effect of mannan oligosaccharides (Bio-Mos) and outdoor access housing on pig growth, feed efficiency and carcass composition. *Journal of Animal Science* 91(10):4936-4944.
- ✓ Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C., Kroismayr, A. (2008). Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry; *Journal of Animal Science* 86(14):E140–E148.
- ✓ Zhang, Z. F., Rolando, A. V., Kim, A. V. (2016). Effects of benzoic acid, essential oils and *Enterococcus faecium* SF68 on growth performance, nutrient digestibility, blood profiles, faecal microbiota and faecal noxious gas emission in weanling pigs. *Journal of Applied Animal Research* 44(1):173-179.
- ✓ Zentek, J., Buchheit-Renko, S., Ferrarara, F., Vahjen, W., Van Kessel, A.G., Pieper, R. (2011). Nutritional and physiological role of medium-chain triglycerides and medium-chain fatty acids in piglets. *Animal Health Research Reviews* 12(1):83-93.

## 8. ANEXOS

**Tabla A.1. Ingredientes y nutrientes calculados del pienso de lavado (de 1 a 7 días) (en % sobre sustancia fresca).**

<b>Ingredientes</b>	
Maíz nacional	30,0
Trigo blando 11,5	19,0
Cebada 2C N 10	19,2
Ener soy-3600 soja FF	8,00
Soja 47,5% proteína bruta	2,40
Concentrado de proteína de soja	5,00
Suero dulce 70/12	7,50
Pescado 70/10/12 LT	4,00
Carbonato cálcico	0,56
Fosfato bicálcico	0,60
Sal mineral	0,25
DL-Metionina	0,25
L-Lisina	0,66
L-Treonina	0,27
L-Triptófano	0,07
L-Valina	0,15
Aceite soja	1,50
Luctacid HC	0,40
Premix vit-min <sup>1</sup>	0,40
<b>Nutrientes</b>	
Energía metabolizable (kcal/kg)	3,516
Materia Seca	89,3
Cenizas	4,74
Proteína bruta	18,2
Grasa bruta	5,44
Fibra bruta	2,89
Calcio	0,61
Fósforo total	0,54
Sodio	0,21
Cloro	0,50
L-Lisina	1,40
DL Metionina+Cistina	0,84
L- Treonina	0,91
Triptófano	0,25

<sup>1</sup>Composición premix vit-min por kg premix: vit. A 3.750.000 UI; vit. D3 500.000 UI; vit. E 10.000 mg.; vit. K3 500 mg.; vit. B1 500 mg.; vit. B6 750 mg.; vit. B12 6,25 mg.; Biotina 37,50 mg.; Niacina 7.500 mg.; D-Pantotenato Cálcico 3.750 mg.; Ácido Fólico 125 mg.; Cloruro Colina 62.500 mg.; Cobre (Sulfato cúprico pentahidratado) 37.500 mg.; Cinc (Óxido de Cinc) 25.000 mg.; Selenio (Selenito de Sodio) 75 mg.; Yodo (Yoduro de Potasio) 250 mg.; Manganeso (Óxido de Manganeso) 12.500 mg.; Hierro (Sulfato de Hierro (II), monohidratado) 25.000 mg; Fitasa (EC 3.1.3.26) 125.000 PPU.; Endo 1,3(4) beta-glucanasas (EC 3.2.1.6) 38.000 U.; Endo 1,4 beta-xilanasa (EC 3.2.1.8) 305.000 U.; Butilhidroxitolueno 75 mg.; Galato Propilo 9 mg.; Ácido Cítrico 21 mg.; Arcilla Sepiolítica 113.410 mg.; Carbonato Cálcico c.s.p. 1.000 g.