

## **Curso Electivo**

### **“Principios básicos de nutrición en porcinos”**

Responsable del curso: Ing. Agr. Patricia Silva

Material de estudio 2020: Fisiología de la digestión en el tracto digestivo de los cerdos. Patricia Silva<sup>1</sup> - Patricia Skejich<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nutrición Animal-<sup>2</sup>Introducción a los Sistemas de Producción Agropecuarios de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario

## **Fisiología de la digestión en el tracto digestivo de los cerdos**

La **digestión** es el proceso por el cual los alimentos se degradan desde grandes moléculas hasta compuestos más sencillos; mientras que el paso de los nutrientes digeridos a través de la membrana mucosa, se denomina **absorción**.

La digestión involucra procesos mecánicos (masticación y las contracciones musculares del tracto digestivo), químicos (por enzimas segregadas en los diferentes jugos digestivos) y microbianos (por bacterias y protozoos, microorganismos de especial importancia en la digestión en los rumiantes).

### **Sistema digestivo en los porcinos**

La principal función del tracto digestivo es proveer los medios necesarios para posibilitar la digestión y absorción de los nutrientes contenidos en el alimento y la excreción de los productos de desecho.

Los órganos que componen al sistema digestivo están conectados a través de un tubo músculo-membranoso que se extiende desde la boca hasta el ano. Su función consiste en la presión, ingestión, trituración, digestión y absorción de los nutrientes, así como la eliminación de los productos sólidos de desecho. Como se observa en la Imagen N° 1 está compuesto por: boca, esófago, estómago e intestino delgado y grueso. Además, cuenta con: dientes, lengua, glándulas salivales, páncreas e hígado.

En la boca se encuentran la lengua y los dientes, estos trituran el alimento y lo mezclan con la saliva iniciando la digestión.

El esófago es un tubo corto casi recto que está cubierto por glándulas secretoras de moco que lubrican al bolo alimenticio y lo conduce hasta el estómago.

Luego, se encuentra el estómago, con una capa interna que se denomina mucosa. Tiene cuatro áreas diferentes que incluyen la región del esófago, la de las glándulas cardias y la región de las glándulas fúndicas y pilóricas.

El intestino delgado tiene una longitud aproximada de 20 m y una capacidad de 9 litros, está formado por el duodeno, yeyuno e íleon. Posee una serie de proyecciones denominadas vellosidades, que incrementan la absorción de los nutrientes.

Existen varios tipos de movimientos de las paredes intestinales, siendo su función el transporte de los alimentos a lo largo del tracto, el mezclado y la puesta en contacto de los nutrientes digeridos con la membrana de la mucosa intestinal para la siguiente absorción.

En la imagen N° 2 se observa que el intestino delgado tiene una longitud de 18 m y una capacidad de 5 l y el intestino grueso tiene una longitud de 5 m y un contenido de 7,5 litros. El ano es la parte final del recto y sirve para la expulsión de los desechos de la digestión.

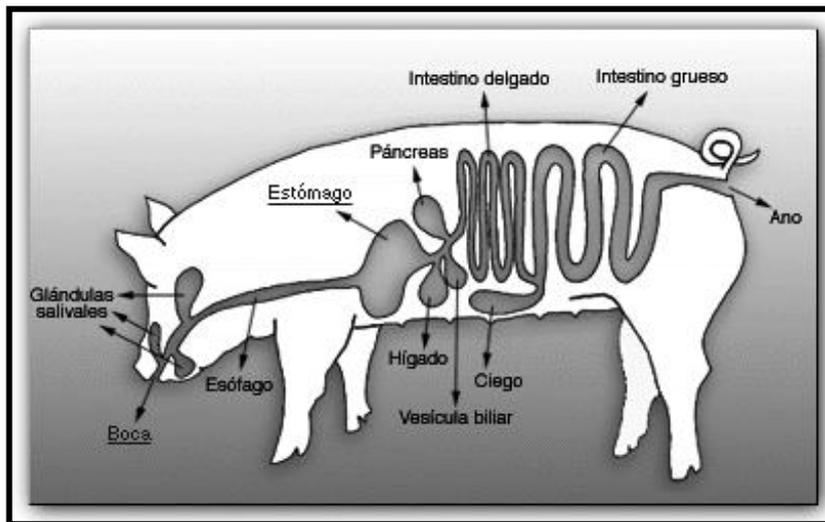


Imagen N° 1: Representación del tracto digestivo del cerdo.

Fuente: [https://www.ecured.cu/Sistema\\_digestivo\\_del\\_cerdo](https://www.ecured.cu/Sistema_digestivo_del_cerdo)

Los animales omnívoros, como es el caso del cerdo, tienen estómagos relativamente simples y se catalogan como no rumiantes. Poseen un estómago con un solo compartimiento y no son eficientes en la digestión de los carbohidratos estructurales presentes en las plantas (celulosa, hemicelulosa y pectina). Por lo tanto, el consumo de fibra es limitado.

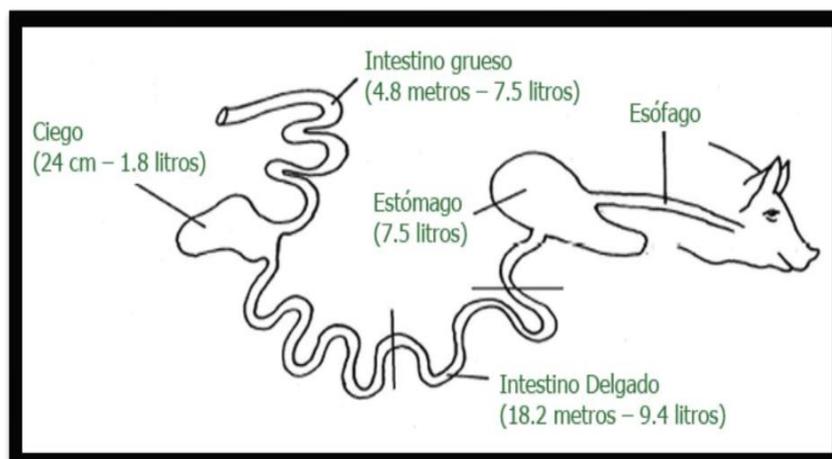


Imagen N° 2: Anatomía del sistema digestivo porcino.

Fuente: <http://www.elsitioporcino.com/articulos/2513/sistema-digestivo-del-cerdo-anatoma-y-funciones/>

## ***Digestión en la boca***

En el proceso de masticación, las grandes partículas de los alimentos son trituradas y mezcladas con la saliva<sup>1</sup>, la cual sirve como lubricante y facilita la percepción de los sabores. Los dientes incisivos inferiores se utilizan para hozar<sup>2</sup> y recoger alimentos y los incisivos superiores, sujetan y cortan los alimentos. Los premolares y molares se usan para desmenuzar los alimentos.

La saliva del cerdo contiene  $\alpha$ -amilasa, aunque la actividad es escasa debido principalmente a que el cerdo deglute rápidamente los alimentos. En el estómago el pH no es favorable para la  $\alpha$ -amilasa, aunque es posible que se pueda producir la digestión enzimática de cierta cantidad de almidón, ya que la masa de alimentos no se

La saliva contiene:  
99% de agua  
1% de mucina  
Sales inorgánicas  
Enzimas  $\alpha$ -amilasa y el complejo lisozima  
El pH es 7.3

mezcla, intima e inmediatamente con el jugo gástrico. La enzima  $\alpha$ -amilasa hidroliza los enlaces  $\alpha$ -(1-4)-glucano de los polisacáridos que contienen tres o más unidades de D-glucosa. Por lo tanto la enzima actúa sobre el almidón, glucógeno y polisacáridos y oligosacáridos relacionados con ellos.

<sup>1</sup> Es secretada por las parótidas, sub-maxilares y sub-linguales. Las parótidas ubicadas por delante de cada oreja, las submaxilares a los lados de la mandíbula inferior, sublinguales debajo de la lengua.

<sup>2</sup> El hocico es parte de la exploración que realiza el cerdo, con gran sensibilidad táctil y olfativa. En su hábitat natural, tienen un comportamiento exploratorio dirigiendo el hocico hacia el suelo con el fin de buscar alimento.

La enzima lisozima hidroliza los enlaces  $\beta$  (1-4) N-acetil-glucosaminidicos de las unidades de disacáridos que se repiten en los polisacáridos de las paredes celulares de numerosas especies de bacterias, matándolas y disolviéndolas.

Luego, el alimento pasa por el esófago hacia el estómago.

### ***Digestión en el estómago***

El estómago de los cerdos adultos (Imagen N° 3):

- Tiene una capacidad de, aproximadamente, de 8 litros.
- Está formado por un solo compartimento que funciona como órgano de la digestión y reservorio.
- Presenta el **cardias** (entrada), **fundus** y **píloro** (salida).



Imagen N° 3: Estómago de un cerdo adulto. Fuente: propia.

El cardias y el píloro son esfínteres que regulan el paso de los alimentos por el estómago.

Se realiza la digestión propiamente dicha (digestión química) del alimento, transformando los sustratos de gran tamaño a sus formas más simples.

El jugo gástrico está formado por: agua, pepsinógenos, sales inorgánicas, mucina, ácido clorhídrico y el factor intrínseco, importante para la absorción eficiente de la vitamina B<sub>12</sub>.

El ácido clorhídrico activa los pepsinógenos convirtiéndolos en pepsina. En el cerdo se han encontrado cuatro pepsinas, cuya actividad óptima se realiza a dos pH diferentes, 2,0 y 3,5.

Las pepsinas atacan los enlaces peptídicos adyacentes a los aminoácidos aromáticos (por ej. fenilalanina, triptófano y tirosina), aunque también tienen actividad sobre los enlaces en que intervienen el ácido glutámico y la cisteína.

La pepsina, ejerce una potente acción coagulante sobre la leche (la renina o quimosina, enzima que se encuentra en el jugo gástrico de los terneros y lechones jóvenes).

Los productos de la digestión en el estómago son, polipéptidos de longitud de cadena variable, y algunos aminoácidos.

El vaciado del contenido del estómago en el duodeno está controlado por sensores osmóticos del duodeno. Además, la existencia de lípidos hace más lento el ritmo de vaciado.

### ***Digestión en el intestino delgado***

Los alimentos pre-digeridos abandonan el estómago y penetran en el intestino delgado (Imagen N° 4 y 5), donde se mezclan con las secreciones del duodeno, hígado y páncreas.

La función del intestino delgado es de finalizar el proceso de digestión, pero sobre todo la absorción de los nutrientes.

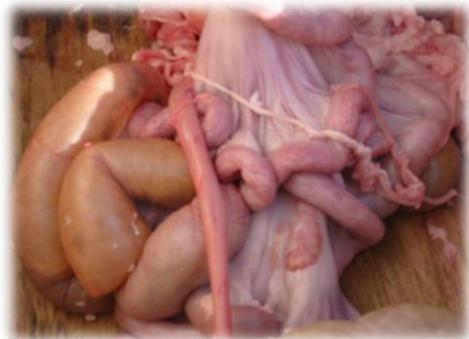


Imagen N° 4: Intestino delgado de un cerdo adulto. Fuente: propia.

La mayor parte de la **digestión** y **absorción** tiene lugar en el **intestino delgado**; en la región duodenal se produce la mezcla de los alimentos procedentes del estómago y las secreciones, y en la **región del yeyuno tiene lugar la absorción**.



Imagen N° 5: Intestino delgado de un cerdo adulto. Fuente: propia.

Las glándulas duodenales producen una secreción esta tiene la función de lubricante y además, protege a la pared del duodeno del ácido clorhídrico procedente del estómago.

El hígado segrega bilis, esta contiene sales sódicas y potásicas, fosfolípidos,

pigmentos biliares (biliverdina y bilirrubina), colesterol y mucina. Las sales biliares cumplen una función en la digestión, activando la lipasa pancreática y emulsionando las grasas.

El páncreas tiene dos funciones secretoras:

- 1) función endocrina para la producción de insulina;
- 2) función exocrina para la producción de enzimas digestivas, agua y electrolitos, que juntas forman el jugo pancreático, que se segrega en el duodeno a través del conducto pancreático.

El jugo pancreático se segrega debido a varios factores. Al llegar al duodeno el quimo ácido, se libera la hormona **secretina** en el epitelio del intestino delgado. Cuando alcanza la circulación pancreática, estimula a las células del páncreas, secretando gran cantidad de iones de bicarbonato y poca cantidad de enzimas. Se libera la hormona colecistoquinina (pancreozimina) de la mucosa cuando los péptidos y demás productos de la digestión penetran en el duodeno. Esta hormona, estimula la secreción en el jugo pancreático de proenzimas y enzimas como el tripsinógeno, quimotripsinógeno, procarboxipeptidasas A y B, proelastasa,  $\alpha$  amilasa, lipasa, lecitinasas y nucleasas. Todas estas enzimas al contrario de la pepsina, tienen un pH óptimo entre 7 y 9.

La función de la  **$\alpha$  amilasa pancreática** es semejante a la de la amilasa salival, atacando los enlaces  $\alpha$  (1-4) glucano del almidón y el glucógeno.

La degradación de las grasas se realiza por la **lipasa pancreática**.

La hidrólisis de las grasas se ve favorecida al emulsionarse con las sales biliares.

La **lecitinasa A** es una enzima que hidroliza el enlace que une el ácido graso con el grupo  $\beta$ -hidroxilo de la lecitina.

La **colesterol esterasa** cataliza la escisión de los ésteres del colesterol.

Los ácidos nucleicos, ADN y ARN se hidrolizan por las **polinucleotidasas, desoxirribonucleasas y ribonucleasa** respectivamente. Los productos finales son los nucleótidos que los componen.

Las **enzimas** producidas por las vellosidades intestinales son: **sacarasa**, que convierte la sacarosa en glucosa y fructosa; la **maltasa**, escinde la maltosa en dos moléculas de glucosa; la **lactasa**, que hidroliza la lactosa en una molécula de glucosa y otra de galactosa y la **oligo-1,6-glucosidasa**, que hidroliza los enlaces  $\alpha$  (1-6) de las dextrinas límite. Las **aminopeptidasas** actúan sobre el enlace peptídico adyacente al grupo amino libre de los péptidos sencillos y las **dipeptidasas** completan la degradación de los dipéptidos hasta aminoácidos.

Aunque se considera que el intestino grueso es el principal lugar de fermentación microbiana, existe una población microbiana en el intestino delgado. Trabajos recientes, realizados con cerdos provistos de una cánula en el íleon, que recibieron pulpa de remolacha azucarera, se comprobó que una gran parte de la fracción FDN fue digerida antes de llegar al íleon terminal. La degradación fue el resultado de la actividad microbiana en el estómago e intestino delgado, así como de la hidrólisis ácida de parte de la fracción fibra.

El bolo alimenticio progresa mediante ondas peristálticas producidas por la contracción de la capa muscular circular del intestino. Estos movimientos tienen por objetivo hacer avanzar al alimento, mezclarlos con los jugos digestivos y ponerlo en contacto con la mucosa para la absorción.

### ***Digestión en el intestino grueso***

El intestino grueso posee tres secciones: el ciego, colon y recto (Imagen N° 6 y 7).

Al llegar al colón los productos de la digestión, se ha absorbido la mayor parte de los nutrientes hidrolizados.

La celulosa y la mayoría de las hemicelulosas no son atacadas por las enzimas existentes en las secreciones digestivas del cerdo. La lignina no se modifica y por lo tanto es indigestible. Como se sabe los tejidos lignificados engloban proteínas y carbohidratos, protegiéndolos de la acción de las enzimas. Las glándulas existentes en el intestino grueso son, fundamentalmente, mucosas y no producen enzimas; por consiguiente, la digestión en el intestino grueso se realiza por las enzimas del intestino delgado que acompañan a los alimentos, o como resultado de la actividad microbiana.

El intestino grueso tiene una importante función en la recuperación de nutrientes, electrolitos y agua de los productos de la digestión.



Imagen N° 6: Intestino grueso de un cerdo adulto. Fuente: propia.

Población de bacterias: aeróbicas y anaeróbicas obligadas (lactobacilos, estreptococos, coliformes, bacteroides, clostridios y levaduras). Todas ellas metabolizan una gran variedad de productos nitrogenados e hidrocarbonados de residuos alimenticios y endógenos, que dan lugar a la formación de productos tales como *indol*, *escatol*, *fenol*, *sulfuro de hidrógeno*, *aminas*, *amoníaco* y *los ácidos volátiles acético, propiónico y butírico*. Lo mismo a lo que ocurre con las bacterias del rumen, la proporción de las especies cambia como respuesta al material disponible para la fermentación.



Imagen N° 7: Intestino grueso de un cerdo adulto. Fuente: propia.

El intestino grueso, especialmente en el ciego, tiene lugar una intensa actividad microbiana. El ritmo de pasaje lento y la abundante cantidad de nutrientes. Estimulan la multiplicación bacteriana.

Con las raciones convencionales para cerdos, la fermentación microbiana representa entre el 8 y el 16 % de la materia orgánica que desaparece del tracto gastro-intestinal.

La actividad microbiana del intestino grueso puede resultar beneficiosa por la síntesis de algunas vitaminas del grupo B, que pueden absorberse y ser utilizadas por el animal. La cantidad sintetizada resulta insuficiente para los requerimientos del cerdo por lo tanto es preciso recurrir a la suplementación.

Los productos de desecho o heces, están compuestas por: agua, restos no digeridos, secreciones digestivas, células epiteliales, sales inorgánicas, bacterias y productos de descomposición microbiana.

La excreción tiene como función la descomposición de sustancias no digeribles y no absorbibles gracias a la acción de bacterias saprofitas. Estas atacan a las

proteínas no digeridas y dan compuestos como el escatol<sup>3</sup>, indol, fenol, ácidos grasos, sulfhídrico y aminoácidos.

## ***Digestión en los lechones***

Desde el nacimiento hasta los 5 meses de edad, las secreciones digestivas de los lechones se diferencian, en concentración y actividad, de la de los animales adultos.

- Edad **0 – 5 semanas**: el intestino es **permeable** a las **proteínas de la leche materna**.
- Esencial para el paso de las  **$\gamma$ -globulinas** desde la leche materna hasta el lechón.
- Esta capacidad **baja a las 24 Hs** después del parto.
- Hasta la tercera semana la actividad de la **pepsina** es baja.
- La actividad de la  **$\alpha$ -amilasa** aumenta en el intestino delgado los 10 primeros días.
- La **lactasa** tiene gran actividad.

Tiene un sistema digestivo preparado para recibir la leche materna, es decir, para recibir alto contenido de lactosa que hace proliferar los lactobacilos que acidifican el pH del estómago, esto facilita la digestión de las proteínas.

El gran consumo y digestibilidad de la leche hace desarrollar las vellosidades intestinales teniendo una gran superficie de absorción, donde además pueden actuar los jugos biliares y pancreáticos.

Cuando el lechón comienza a consumir alimento sólido se produce una deficiencia de ácido clorhídrico que afecta la primera digestión y luego al disminuir el consumo se atrofian las vellosidades intestinales y existe una producción menor de jugos digestivos. Por lo tanto, es importante usar materias primas muy digeribles, acidificantes y lograr altos consumos.

Esta diferencia en la actividad enzimática adquiere significado especial cuando se trata de lechones destetados en forma temprana. De ahí que las dietas están constituidas con una gran proporción de productos de leche desecada, ricos en lactosa.

Durante la lactancia, el sistema enzimático del lechón está adaptado para digerir las proteínas, la lactosa y los lípidos secretados en la leche de la cerda. Sin embargo, hasta los 21-28 días de edad, su sistema digestivo no produce cantidades apreciables de lipasas, amilasas y otros enzimas que degradan los nutrientes

---

<sup>3</sup> Metabolismo del triptófano (olor fecal).

contenidos en materias primas de origen vegetal. El desarrollo no es completo hasta las 8 semanas.

El sistema enzimático del lechón tiene un desarrollo lento, por eso, es importante tenerlo presente al momento de producir el destete de los mismos ya que si el sistema enzimático no se encuentra preparado podría traer menor crecimiento, aparición de diarreas que disminuyen la ganancia diaria de peso vivo.

### **Bibliografía consultada**

- BONDI, A.A., 1988.- Nutrición Animal. Ed. Acribia. Zaragoza.
- CAMPAGNA, D.; ROMAGNOLI, M.; SILVA, P. 2013. Producción Porcina en Argentina. Manejo de la Alimentación. Impreso en AMALEVI.
- CHURCH, DE y POND, W.G., 1987.- Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos. Ed. Acribia. Zaragoza.
- CIAP. <http://www.ciap.org.ar/> Centro de Información de Actividades Porcinas.
- Mc DONALD, P., EDWARDS, R.A., GREENHALGH, J.F.D., MORGAN, C.A. 6ª ed. 2006. Nutrición Animal. Ed. Acribia. Zaragoza.
- NRC. 2012. Nutrient Requirements of Swine. National Research Council. U.S.A.
- PINHEIRO MACHADO, L.C. 1991. Los Cerdos. Trad. Por Carlos M. Vietes. 9º ed. Buenos Aires. Hemisferio Sur. 361 p.
- Whittmore, C. 1993. Ciencia y práctica de la producción porcina. Ed. ACRIBIA. Zaragoza.