



# CONTROL DE PROCESOS DIGESTIVOS EN CEBO

Ana Carvajal Urueña  
Héctor Argüello Rodríguez  
Pedro Rubio Nistal



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                                                          |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 IMPORTANCIA DE LOS PROCESOS DIGESTIVOS EN CEBO .....</b>                            | <b>1</b>  |
| Anatomía y funcionalidad del intestino .....                                             | 4         |
| La microbiota intestinal.....                                                            | 5         |
| Microbiota e infecciones entéricas.....                                                  | 9         |
| <b>2 PRINCIPALES AGENTES ETIOLÓGICOS IMPLICADOS EN PROCESOS DIGESTIVOS EN CEBO .....</b> | <b>13</b> |
| Espiroquetas intestinales.....                                                           | 14        |
| <i>Lawsonia intracellularis</i> .....                                                    | 17        |
| <i>Salmonella enterica</i> .....                                                         | 18        |
| Coronavirus.....                                                                         | 21        |
| Parásitos intestinales .....                                                             | 23        |
| <b>3 FUENTES DE INFECCIÓN, MECANISMOS DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN.....</b>             | <b>25</b> |
| Disentería porcina.....                                                                  | 28        |
| Espiroquetosis intestinal porcina .....                                                  | 30        |
| Enteropatía proliferativa porcina .....                                                  | 31        |
| Salmonelosis porcina.....                                                                | 32        |
| Diarrea epidémica y gastroenteritis transmisible .....                                   | 34        |
| Tricuriasis.....                                                                         | 36        |

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| <b>4 DIAGNÓSTICO DE LOS PRINCIPALES PROCESOS DIGESTIVOS EN CEBO</b> | 37 |
| Diagnóstico clínico-lesional                                        | 38 |
| Características clínicas del complejo entérico                      | 38 |
| Características lesionales del complejo entérico                    | 41 |
| Toma de muestras                                                    | 47 |
| Diagnóstico laboratorial                                            | 48 |
| Detección directa                                                   | 48 |
| Diagnóstico serológico                                              | 52 |
| <b>5 HERRAMIENTAS DE CONTROL</b>                                    | 55 |
| Terapia antimicrobiana                                              | 56 |
| Disentería porcina                                                  | 56 |
| Espiroquetosis intestinal porcina                                   | 58 |
| Enteropatía proliferativa porcina                                   | 58 |
| Salmonelosis porcina                                                | 59 |
| Vacunación                                                          | 59 |
| Vacunas frente a la enteropatía proliferativa                       | 60 |
| Autovacunas frente a la disentería porcina                          | 60 |
| Vacunas frente a las infecciones por coronavirus                    | 61 |
| Vacunas frente a la salmonelosis porcina                            | 62 |
| Manejo de la alimentación                                           | 62 |
| Otros aspectos de manejo                                            | 65 |
| Programas de erradicación y de control                              | 67 |
| Programas de erradicación de disentería porcina                     | 67 |
| Programas de control de salmonelosis porcina                        | 67 |
| Programas de erradicación de coronavirus entéricos                  | 69 |

En la etiología de los procesos digestivos en la fase de cebo participan diferentes microorganismos, fundamentalmente bacterias, pero también virus y parásitos, tanto en infecciones simples como, con gran frecuencia, en infecciones mixtas que implican dos o más agentes simultáneamente.

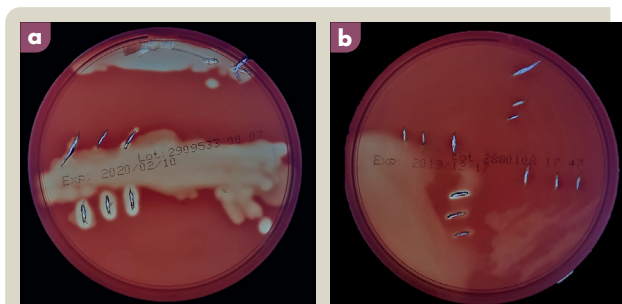
### ESPIROQUETAS INTESTINALES

Las espiroquetas intestinales son bacterias gramnegativas, finas y largas, con una peculiar morfología helicoidal. Todas ellas se incluyen en un único género bacteriano, el género *Brachyspira*, y tienen su hábitat en el intestino grueso de diferentes especies de animales, tanto mamíferos como aves. Disponen de flagelos periplásmicos que les confieren una motilidad característica que les permite desplazarse por la capa de moco que recubre el epitelio intestinal y son bacterias de crecimiento relativamente lento que se multiplican en condiciones de anaerobiosis, aunque sobreviven tiempos prolongados cuando se exponen al oxígeno.

Un aspecto relevante en la identificación de las especies de espiroquetas intestinales del cerdo es la característica de la hemólisis que inducen cuando se cultivan en el laboratorio en medios con sangre.

Las especies implicadas en la etiología de la disentería porcina producen habitualmente hemólisis fuerte (fig. 1a) mientras que el resto de especies, tanto patógenas como potencialmente patógenas o comensales, inducen hemólisis débil (fig. 1b).

El avance de las técnicas microbiológicas de aislamiento y, particularmente, de las técnicas moleculares de identificación, ha permitido conocer la gran diversidad del género *Brachyspira*. En la actualidad se han identificado siete especies diferentes de espiroquetas intestinales que colonizan el intestino grueso del cerdo, incluyendo especies patógenas, oportunistas y apatógenas (tabla 1).



**Figura 1.** Hemólisis en cultivos de espiroquetas intestinales en medios con sangre: fuerte (a) y débil (b).

**Tabla 1.** Espiroquetas intestinales identificadas en el intestino grueso del cerdo: implicación clínica y características de la hemólisis que inducen en cultivo.

| Especie                  | Patogenicidad | Enfermedad asociada en el cerdo   | Hemólisis |
|--------------------------|---------------|-----------------------------------|-----------|
| <i>B. hyodysenteriae</i> | Patógena      | Disentería porcina                | Fuerte*   |
| <i>B. innocens</i>       | Apatógena     | -                                 | Débil     |
| <i>B. pilosicoli</i>     | Patógena      | Espiroquetosis intestinal porcina | Débil     |
| <i>B. intermedia</i>     | Oportunista   | Colitis catarral                  | Débil     |
| <i>B. murdochii</i>      | Oportunista   | Colitis catarral                  | Débil     |
| <i>B. suanatina</i>      | Patógena      | Disentería porcina                | Fuerte    |
| <i>B. hampsonii</i>      | Patógena      | Disentería porcina                | Fuerte    |

\*Ocasionalmente se describen aislados de *B. hyodysenteriae* causantes de hemólisis débil en medios con sangre.

*Brachyspira hyodysenteriae* es el agente etiológico clásico de la disentería porcina, enfermedad entérica de gran relevancia y caracterizada por una colitis mucohemorrágica.

## OTRAS ESPECIES DEL GÉNERO *BRACHYSPIRA*

Las investigaciones más recientes han permitido concluir que otras especies del género *Brachyspira* fuertemente hemolíticas, al igual que la gran mayoría de aislados de *B. hyodysenteriae*, causan disentería porcina (tabla 2).

Así, *Brachyspira suanatina* fue identificada en heces de aves anátidas en Suecia y ha sido identificada esporádicamente como causa de disentería porcina en explotaciones porcinas europeas (Escandinavia y Alemania).

*Brachyspira hampsoni*, nueva especie del género identificada en 2012, causa igualmente un cuadro clínico de disentería porcina. Ha sido identificada en explotaciones porcinas europeas y muy especialmente de Norteamérica, así como en aves acuáticas migratorias en Canadá y España.

*Brachyspira pilosicoli* es una espiroqueta débilmente hemolítica que infecta a un amplio rango de animales, produciendo en los cerdos la espiroquetosis intestinal porcina, un proceso entérico caracterizado por una colitis moderada que se asocia a la presencia de un elevado número de espiroquetas unidas por uno de sus extremos al borde apical de los enterocitos del epitelio del colon.

El papel de *Brachyspira intermedia* y *Brachyspira murdochii* como agentes causantes de procesos entéricos en cerdos es controvertido, y se ha propuesto que pueden causar cuadros leves de colitis catarral en una cierta proporción de los animales infectados. Ambas especies se identifican con relativa frecuencia en explotaciones avícolas, y *B. intermedia* es la causa de espiroquetosis intestinal aviar.

**Tabla 2.** Principales hospedadores de espiroquetas intestinales identificadas en el intestino grueso del cerdo.

|                          | Hospedador principal               | Otros hospedadores                                                                |
|--------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <i>B. hyodysenteriae</i> | Cerdo                              | Jabalí, roedores y aves*<br>Ocasionalmente, otros animales domésticos como perros |
| <i>B. innocens</i>       | Cerdo y aves*                      | Ocasionalmente en perros                                                          |
| <i>B. pilosicoli</i>     | Cerdo y aves*                      | Roedores, perros, caballos, primates y hombre                                     |
| <i>B. intermedia</i>     | Cerdo y aves*                      | Desconocidos                                                                      |
| <i>B. murchii</i>        | Cerdo                              | Aves                                                                              |
| <i>B. suanatina</i>      | Cerdo y aves silvestres (anátidas) | Desconocidos                                                                      |
| <i>B. hampsonii</i>      | Cerdo y aves silvestres (anátidas) | Desconocidos                                                                      |

\*Aves tanto domésticas como silvestres.

## LAWSONIA INTRACELLULARIS

*Lawsonia intracellularis*, agente etiológico de la enteropatía proliferativa porcina, es una proteobacteria de la familia *Desulfovibrionaceae*, intracelular obligada, de pequeño tamaño y morfología de bastón, que se multiplica en el citoplasma de las células inmaduras de las criptas del epitelio intestinal.

La incapacidad de *L. intracellularis* para multiplicarse en medios sin células complica enormemente el trabajo con este microorganismo en el laboratorio. Fueron necesarios más de 50 años desde la descripción clínica y lesional de esta entidad hasta identificar la etiología y, en el momento actual, el número de aislados de *L. intracellularis* disponibles en el mundo no pasa de unas decenas, a pesar de ser una de las infecciones más frecuentes en las explotaciones porcinas.

Carece de fimbrias, no forma esporas y dispone de un flagelo monopolar que le proporciona motilidad y facilita su desplazamiento en el medio extracelular.

Durante su multiplicación en el citoplasma de los enterocitos inmaduros de las criptas intestinales, *L. intracellularis*, agente etiológico de la enteropatía proliferativa porcina, emplea un sistema ATP/ADP traslocasa para intercambiar ATP celular por ADP bacteriano en un proceso de parasitismo energético.

El cerdo es, sin lugar a dudas, el principal hospedador de *L. intracellularis*. La enteropatía proliferativa es, además, una enfermedad emergente en potros y se han descrito lesiones similares a las de esta enfermedad asociadas a la infección por *L. intracellularis* en muchas otras especies de mamíferos como primates no humanos, carnívoros (perros, zorros, hurones, etc.), herbívoros (ovino, ciervo y corzo) y roedores (hámster, conejo, cobayo y rata). También se ha descrito en aves como pollos y pavos, y en ratites (avestruz y emú).

## SALMONELLA ENTERICA

*Salmonella* también puede desempeñar un papel en la etiología de los procesos entéricos en la fase de cebo. Se trata de una enterobacteria muy similar a *Escherichia coli*, principal agente etiológico de diarreas en las etapas neonatal y de destete.

Las infecciones por diversos serovares de *Salmonella* en cerdos son un importante problema de salud pública por la posible contaminación de la carne, especialmente cuando son cepas resistentes a los antibióticos.

Son cocobacilos gramnegativos, anaerobios facultativos, no formadores de esporas, sin cápsula y móviles gracias a flagelos

Es importante destacar que, al contrario de lo que ocurre en el caso de *E. coli*, la presencia de bacterias del género *Salmonella* en el intestino del cerdo no puede considerarse fisiológica.

perítricos (con la excepción del serotipo Gallinarum o de las variantes inmóviles de otros serotipos). Son ubicuas, y sobreviven en ambientes muy diferentes, aunque su hábitat natural es el intestino de mamíferos, aves, reptiles e insectos, contaminando todo tipo de sustratos a través de las heces.

La clasificación más aceptada establece que existen dos especies dentro de este género, así como seis subespecies de *Salmonella enterica* (fig. 2). La gran mayoría de los aislados de este

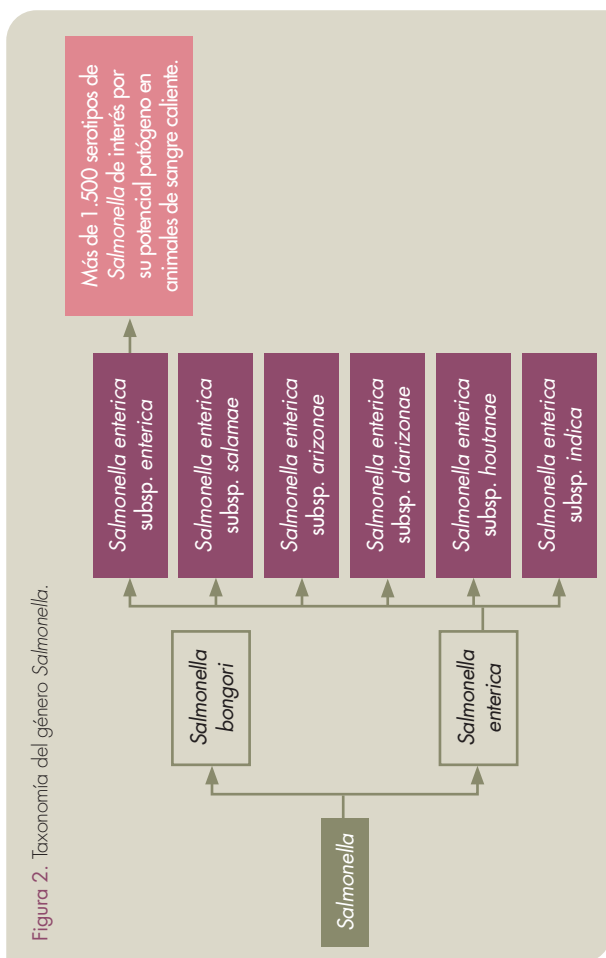


Figura 2. Taxonomía del género *Salmonella*.

género recuperados de animales de sangre caliente se incluyen en la subespecie *Salmonella enterica* subsp. *enterica*.

A su vez, los aislados de salmonela se dividen en serogrupos y serotipos en función de su fórmula antigénica que incluye la composición de antígenos superficiales somáticos o antígenos O, de los antígenos flagelares y, en caso de que estén presentes, de los antígenos capsulares. Esta tipificación se lleva a cabo siguiendo el denominado esquema de Le Minor-Kauffmann-White, mediante técnicas de aglutinación con antisueros específicos.

Con el fin de simplificar esta nomenclatura, para los serotipos de *S. enterica* subsp. *enterica* se permite utilizar el nombre del género seguido por el nombre del serotipo, sin cursiva y con la primera letra mayúscula. Así, *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serotipo Typhimurium suele denominarse, de forma simplificada, *Salmonella* Typhimurium o *S. Typhimurium*.

Los cerdos pueden infectarse por varios serotipos de *Salmonella*. El serotipo Cholerasuis es específico del cerdo y provoca una infección sistémica con un cuadro clínico de septicemia. Sin embargo, la infección por *S. Cholerasuis* es muy poco frecuente en la porcicultura intensiva en Europa. Entre los serotipos más frecuentemente aislados en las explotaciones porcinas se encuentran *S. Typhimurium*, *S. Rissen*, *S. Derby*, *S. Anatum*, *S. Infantis*, *S. Enteritidis* o *S. Bredeney*. Entre todos, destaca como agente etiológico de cuadros entéricos en cerdos de cebo *S. Typhimurium* y su variante monofásica (variante con la misma fórmula antigénica del serotipo Typhimurium pero que no expresa flagelos de segunda fase o *S. 4,[5],12:i:-*). Los estudios experimentales demuestran que cuando estos aislados se administran en dosis suficientes inducen en los cerdos un cuadro de diarrea intensa acompañado de anorexia y fiebre que incluso puede ocasionar la muerte. En infecciones naturales en el campo, la enfermedad puede cursar de forma subclínica o como una diarrea de corta duración que habitualmente no precisa de tratamiento. Sin embargo, incluso en estas formas benignas, existe una pérdida económica asociada a una peor conversión del pienso (tabla 3).

**Tabla 3.** Parámetros productivos en un lote de cerdos de transición infectado con la variedad monofásica de *S. Typhimurium*.

|                           |          | Corrales infectados por salmonela | Corrales no infectados por salmonela |
|---------------------------|----------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Peso (kg)                 | Día 0    | 14,5                              | 14,7                                 |
|                           | Día 28   | 31,9                              | 35,3                                 |
| Ingesta media diaria (g)  | Día 0-28 | 1098                              | 1179                                 |
| Ganancia media diaria (g) | Día 0-28 | 614                               | 733                                  |
| Índice de conversión      | Día 0-28 | 1,88                              | 1,63                                 |

Lynch *et al.*, 2016.

## CORONAVIRUS

Aunque con mucha menor relevancia que en la etapa neonatal, también los cerdos en la fase de cebo pueden sufrir procesos entéricos a consecuencia de infecciones virales.

Sin lugar a dudas, la diarrea epidémica porcina (DEP) y la gastroenteritis transmisible porcina (GET), ambas causadas por coronavirus, son las principales etiologías víricas asociadas a diarreas en cerdos adultos.

Por el contrario, la infección por rotavirus, a pesar de ser relativamente frecuente en cerdos de hasta 60 días de vida, no se asocia de forma consistente a procesos entéricos en la etapa de cebo.

Tanto el virus de la gastroenteritis transmisible (VGET) como el virus de la diarrea epidémica porcina (VDEP) pertenecen al género *Alfacoronavirus* dentro de la familia *Coronaviridae*. Se trata de virus con una morfología característica de corona por la presencia de unas proyecciones o espículas, constituidas por una proteína viral (proteína S), con envoltura y con ARN monocatenario de polaridad positiva (fig. 3). Se multiplican en los enterocitos del epitelio intestinal, causando su destrucción y, consecuentemente, acortamiento importante de las vellosidades intestinales y diarrea osmótica asociada a malabsorción. Aunque el cuadro clínico más

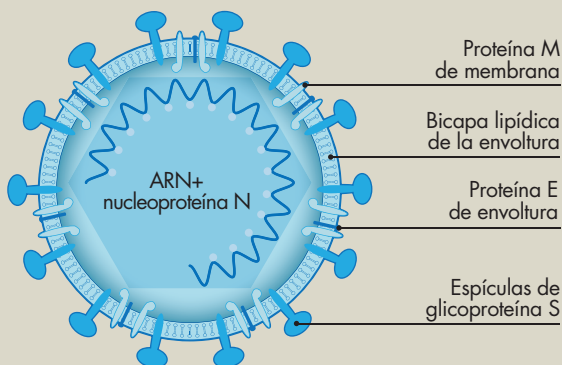
grave y la mortalidad se observan en los lechones de menos de 2 semanas de vida, los cerdos que sufren la primoinfección en la etapa de cebo también van a mostrar un cuadro clínico de diarrea profusa y acuosa, recuperándose en unos pocos días.

El VGET tiene una presentación esporádica en la actualidad en las granjas de cerdos, ya que la aparición y difusión de un mutante respiratorio de este virus, el coronavirus respiratorio porcino (CVRP), produjo una inmunización natural de la población porcina en los años 80, particularmente en Europa. Por el contrario, el VDEP se ha convertido en un virus emergente en la población porcina mundial tras su aparición y expansión en el continente americano en 2013. En la actualidad se han descrito dos grupos bien diferenciados dentro del VDEP:

- Aislados no-INDEL: se asocian a cuadros clínicos más graves, con mortalidades próximas al 100 % en lechones.
- Aislados INDEL: causan un cuadro clínico menos grave.

Recientemente, se han descrito nuevos coronavirus que afectan al cerdo y pueden causar cuadros entéricos. El deltacoronavirus porcino ha sido identificado en explotaciones porcinas de Norteamérica y Asia, y causa en cerdos de cebo un cuadro de diarrea aguda acuosa similar a la DEP. Además, en Europa se ha descrito la presencia de un nuevo coronavirus porcino de origen

**Figura 3.** Morfología externa y estructura de un coronavirus.



recombinante; su genoma contiene parte del genoma del virus VGET pero la secuencia que codifica la proteína S o proteína de la espícula está sustituida por la del VDEP. Se ha descrito que causa el mismo cuadro clínico que la DEP o la GET, pero con mortalidad baja entre los lechones de 1-2 semanas de edad.

## PARÁSITOS INTESTINALES

Los cambios en los sistemas de producción intensiva y, muy particularmente, los sistemas de producción con acceso al exterior pueden favorecer la transmisión de determinados parásitos intestinales en las granjas de cerdos.

Aunque ocasionalmente se han descrito casos de coccidiosis clínica en cerdos de cebo expuestos a ambientes contaminados, sin lugar a dudas un nematodo, *Trichuris suis*, es el principal agente parasitario responsable de procesos entéricos en cerdos de cebo. Las infestaciones por *T. suis* pueden producir diarrea, anorexia, anemia y retraso del crecimiento. Su gravedad está relacionada con la dosis infectante y con la presencia simultánea de enteritis de etiología bacteriana.

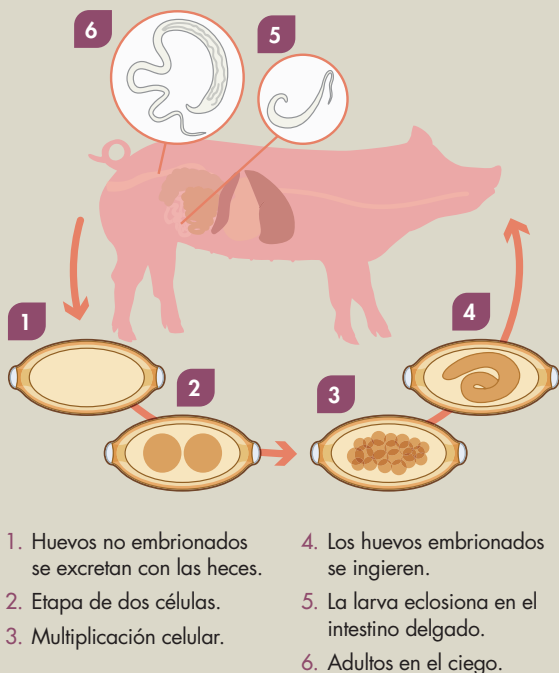
Los adultos de *T. suis* tienen una longitud aproximada de 6 cm y se localizan en el ciego y el colon, fuertemente adheridos a la mucosa intestinal. Tan solo el tercio posterior de cada uno de los adultos protruye de la superficie de la mucosa, por lo que muchas veces pueden pasar desapercibidos en la necropsia.

El ciclo de este parásito no requiere ningún hospedador intermediario y no implica la migración a localizaciones extraintestinales. La infección se produce mediante la ingestión de huevos embrionados presentes en el ambiente, que maduran en el intestino, durante su progresión hasta el intestino grueso. Las larvas L1 penetran en la mucosa a través de las criptas de Lieberkühn en el íleon distal, el colon y el ciego, durante un periodo de 2-5 semanas y sufren cuatro mudas hasta alcanzar el estado adulto (L5). La parte posterior de los vermes adultos emerge en la luz intesti-

nal, mientras que el resto del cuerpo se mantiene embebido en la mucosa y la oviposición comienza entre las semanas 6 y 7 posinfección (fig. 4). Los huevos no son infecciosos cuando se eliminan con las heces, y es necesario un periodo de 3-4 semanas para completar el desarrollo larval, dependiendo de las condiciones ambientales. Una vez embrionados, los huevos sobreviven mucho tiempo en el medio externo, incluso años, especialmente en zonas húmedas y con sombra.

El cerdo es el principal hospedador de *T. suis*, aunque ocasionalmente se describen infestaciones en otras especies, incluido el hombre.

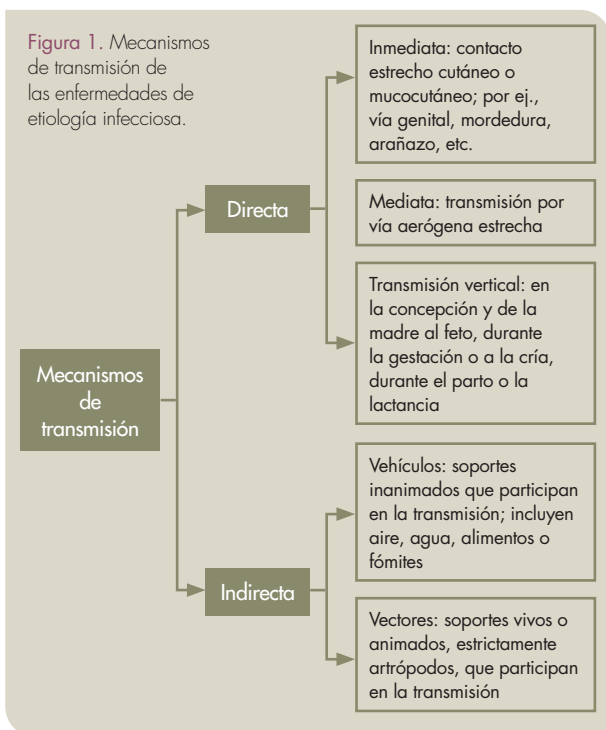
Figura 4. Ciclo de replicación de *Trichuris suis*.



Se define reservorio como el hábitat natural del agente etiológico entre brotes de enfermedad o fuente del primer caso de infección.

El reservorio es aquella ubicación donde un agente de enfermedad infecciosa se localiza y se multiplica de forma habitual y, al contrario que el portador, puede ser tanto un animal vivo como el ambiente.

La transmisión de las enfermedades infecciosas puede ser directa o indirecta (fig. 1). La transmisión directa implica el contacto estrecho entre el animal infectado, tanto enfermo como sano o portador, y el animal receptivo. Por su parte, la transmisión indirecta implica la existencia de vehículos o vectores entre ambos individuos.



Los vectores son soportes vivos que participan en la transmisión de la infección y, aunque de forma estricta este término solo debe emplearse para referirse a artrópodos, en muchas ocasiones se emplea para referirse a animales diferentes del hospedador principal que participan en la transmisión. En función de las características de su participación en el proceso, los vectores pueden ser mecánicos, cuando solo actúan llevando al agente etiológico del individuo infectado al sano, o biológicos/propagativos, cuando en ellos se produce la multiplicación y/o diferenciación del agente.

La transmisión indirecta es la más común en las enfermedades entéricas de etiología infecciosa que afectan al cebo.

Habitualmente estas infecciones entéricas se transmiten a través de vehículos, soportes inanimados como los alimentos, el agua o todo tipo de fómites que se contaminan con las heces donde estos agentes son eliminados de forma principal. Sin embargo, en algunas de estas enfermedades, desempeñan un papel relevante como fuente de infección otros hospedadores diferentes del cerdo o vectores.

## DISENTERÍA PORCINA

La disentería porcina es una enfermedad de distribución mundial, descrita en todas las regiones con una producción porcina relevante, aunque su incidencia varía entre países y también a lo largo del tiempo. Entre los agentes etiológicos de disentería porcina, *Brachyspira hyodysenteriae* es endémico en gran número de países. *Brachyspira hampsonii* se ha vinculado a una proporción significativa de brotes de disentería porcina en el norte del continente americano, mientras que en Europa su participación en la etiología de la enfermedad es poco frecuente. Por su parte, *Brachyspira suanatina* solo ha sido descrita esporádicamente en explotaciones porcinas de países escandinavos y de Alemania.

#### Portadores

Los cerdos son el hospedador principal para *B. hyodysenteriae*, y se ha descrito la existencia de animales portadores que, tras recuperarse de la enfermedad, eliminan la bacteria en las heces en ausencia de signos clínicos durante periodos prolongados (dos meses o más).

#### Reservorios

Las aves, fundamentalmente las aves anátidas migratorias, son un importante reservorio para las espiroquetas fuertemente  $\beta$ -hemolíticas.

#### Vectores

Los roedores pueden desempeñar un papel importante en el mantenimiento de la infección en las explotaciones porcinas y en la transmisión entre explotaciones próximas. Así, los ratones pueden eliminar espiroquetas en las heces durante periodos muy prolongados, varios meses, mientras que en las ratas la eliminación se limita a unos días.

La vía de entrada de la infección en los cerdos receptivos es la vía oral y la eliminación es través de las heces. Se trata, por tanto, de una infección fecal-oral. La transmisión indirecta, a través de todo tipo de materiales contaminados con heces es importante, puesto que la resistencia en el medio de estas espiroquetas intestinales fuertemente hemolíticas es elevada, particularmente en condiciones de bajas temperaturas, humedad y en presencia de materia orgánica. Se ha descrito que, en condiciones adecuadas, *B. hyodysenteriae*, puede mantenerse viable durante más de 100 días en ambientes contaminados con heces.

Así pues, la aparición por primera vez de disentería porcina en una explotación suele asociarse a la entrada, en la misma, de cerdos infectados, principalmente animales portadores. Otras vías de entrada pueden ser aves, en especial aves anátidas migratorias, o roedores, particularmente ratas cuya capacidad