

## CISTICERCOSIS (INCLUIDA LA INFECCIÓN POR *TAENIA SOLIUM*)<sup>1</sup>

---

### RESUMEN

**Descripción de la enfermedad:** La cisticercosis de animales domésticos y salvajes está causada por las formas larvianas (metacestodos) de la familia Taeniidae (tenias), cuyas fases adultas se encuentran en el intestino del hombre, de los perros y los gatos, así como de los cánidos y Mustellidae salvajes. La cisticercosis bovina (principalmente en los músculos) y la cisticercosis porcina (principalmente en los músculos y en el sistema nervioso central [SNC]) están causadas por los metacestodos (cisticercos) de los cestodos humanos *Taenia saginata* y *T. solium*, respectivamente. También los cisticercos de *T. solium* se desarrollan en el SNC, en la musculatura y en el tejido subcutáneo del hombre. *Taenia asiática* es una causa menos frecuente de cisticercosis en el cerdo, con quistes que se localizan en el hígado y las vísceras, y tenias adultas que afectan al ser humano. La cisticercosis y la cenurosis de las ovejas y cabras, y en ocasiones del ganado vacuno, con quistes que afectan al músculo, el encéfalo, el hígado y la cavidad peritoneal, se deben a *T. ovis*, *T. multiceps* y *T. hydatigena*, cuyas tenias adultas se encuentran en el intestino de los perros y los cánidos salvajes.

La mayoría de las infecciones debidas a las formas larvianas o adultas de las tenias causan una enfermedad leve o, en ocasiones, no la producen. Las excepciones son la neurocisticercosis humana (NCC), que es grave y potencialmente letal y está causada por el cisticerco de *T. solium*, y ocasionalmente la neurocenurosis causada por la fase larvaria de *T. multiceps* en humanos. Ciertas cisticercosis muy infrecuentes del ser humano pueden estar causadas por la tenia del zorro *Taenia crassiceps* y los cestodos de los mustélidos *Taenia martis* y *Versteria* spp. Estos parásitos provocan también signos musculares y oculares en el hombre. La “modorra” causada por la fase larvaria (cenuro) de *T. multiceps* en rumiantes puede requerir cirugía o el sacrificio del animal. La cenurosis aguda debida a *T. multiceps* y la cisticercosis debida a *T. hydatigena* es inusual en ovejas y cabras, pero puede ser letal. La cisticercosis ocasiona pérdidas económicas por el decomiso de las carnes y despojos infectados.

**Detección del agente:** Las tenias adultas del género *Taenia* tienen forma de cinta en el sentido dorsoventral, están segmentadas y son grandes, alcanzando entre los 20 a 50 cm (la especie que afecta al perro) y varios metros (la especie que se encuentra en los humanos). En la parte anterior, el escólex (cabeza) tiene cuatro ventosas musculares y puede tener un rostelo, con frecuencia armado con una doble corona de ganchos, cuya longitud y cantidad es relativamente característica de cada especie. Después del escólex tienen un cuello al que le siguen segmentos inmaduros, a continuación segmentos reproductivos maduros y finalmente los segmentos grávidos que están llenos de huevos. La estructura de los segmentos, aunque de manera poco fiable, puede ayudar en la identificación de la especie. Los parásitos del género *Taenia* adultos se reconocen en el examen post-mortem o por la expulsión de huevos o segmentos con las heces. Las especies de *Taenia* no pueden diferenciarse por la estructura de los huevos. Los metacestodos están constituidos por una vesícula llena de líquido con uno o más escólices invaginados. Cada uno de estos “gusanos vesiculares” se encuentra dentro de una pared quística en la interfase parásito-hospedador. Esta estructura comprende el cisticerco o cenuro. Los metacestodos son visibles macroscópicamente en el examen post-mortem y al inspeccionar la carne, pero las infecciones

---

<sup>1</sup> Aunque algunas enfermedades causadas por *Taeniidae* están incluidas en algunas secciones individuales de la Lista de la OIE, este capítulo abarca varias especies y, por lo tanto, da una descripción más amplia.

leves a menudo pasan desapercibidas. La NCC puede diagnosticarse mediante técnicas de imagen.

**Pruebas inmunológicas y moleculares:** Las infecciones por parásitos adultos del género *Taenia* se pueden diagnosticar mediante la detección de los coproantígenos de *Taenia* en heces empleando un enzimoimmunoanálisis de captura de antígeno (Ag-ELISA). Se han desarrollado varias técnicas basadas en el ADN que pueden aplicarse a material del parásito o a extractos de heces, pero todavía no están completamente validadas.

**Pruebas serológicas:** Existen pruebas comerciales de detección de anticuerpos (inmunoelctrotransferencia ligada a enzimas) para el diagnóstico de la cisticercosis por *T. solium* en personas y cerdos, aunque en estos últimos el rendimiento diagnóstico es escaso debido a una alta tasa de falsos positivos. Existe una prueba comercial (formato ELISA) para la detección del antígeno circulante derivado del parásito en el suero de cerdos o seres humanos con cisticercosis por *T. solium*, pero el uso en cerdos es limitado debido a una alta tasa de falsos positivos y un bajo valor predictivo positivo.

**Requisitos para las vacunas:** Se han desarrollado excelentes vacunas basadas en antígenos recombinantes derivados de proteínas de la oncosfera para inmunizar animales contra la cisticercosis causada por *T. ovis* en ovejas, *T. saginata* en bovinos y *T. solium* en cerdos. Actualmente, no existen vacunas para las etapas adultas de *Taenia* spp. Sí se comercializa una vacuna de *T. solium* para cerdos; está aprobada en algunos países y en proceso de aprobación regulatoria en otros países. Una combinación de vacunación y tratamiento con oxfendazol resultó muy eficaz en el control experimental de la transmisión natural a los cerdos. La inmunización de los cerdos contra la cisticercosis por *T. solium* requiere al menos dos vacunaciones.

## A. INTRODUCCIÓN

Los metacestodos (o cestodos en fase larvaria) de *Taenia* sp., las tenias, son la causa de la cisticercosis en varios animales de producción y salvajes. Las tenias adultas se encuentran en el intestino delgado de los hospedadores definitivos carnívoros: humanos, gatos, perros, y cánidos y mustélidos salvajes. *Taenia saginata* causa la cisticercosis bovina, que prácticamente está distribuida por todo el mundo, pero particularmente en África, Latinoamérica, la zona caucásica, sur y centro de Asia y de la región este del Mediterráneo. La infección se presenta en muchos países de Europa y esporádicamente en EE.UU., Canadá, Australia y Nueva Zelanda. *Taenia solium* causa en el hombre la cisticercosis porcina y la (neuro)cisticercosis humana ((N)CC), que es la causa más importante de epilepsia adquirida en las zonas endémicas. Se encuentra principalmente en México, el centro y sur de América, en el África subsahariana, y en países no islámicos de Asia, incluidas la India y China (Rep. Pop. de) en regiones con malas condiciones higiénicas y con cerdos en libertad que se alimentan de desechos. En 2016, se observaron síndromes del sistema nervioso central, como convulsiones y depresión, en cerdos infectados de forma natural por *T. solium* (Trevisan *et al.*, 2016). En el sudeste de Asia los cisticercos de *T. saginata asiatica* del hombre se encuentran en el hígado de los cerdos. Los perros y cánidos salvajes son los hospedadores definitivos de *Taenia* spp., que tiene por hospedadores intermedios a ovejas, cabras y otros rumiantes, y que tiene lugar en la mayor parte del mundo, aunque *T. multiceps* ha desaparecido de EE. UU., Australia y Nueva Zelanda. Los cisticercos de *Taenia ovis* se encuentran en los músculos estriados y cardiaco de las ovejas, *T. multiceps* en el encéfalo (ocasionalmente en los músculos) de ovejas y cabras, a veces de otros rumiantes y raramente del hombre, y *T. hydatigena* se encuentra en la cavidad peritoneal y el hígado de los rumiantes y los cerdos. *Taenia crassiceps*, una especie que se encuentra principalmente en los zorros, causa, aunque rara vez, cisticercosis oculares y neurales en pacientes humanos inmunocompetentes y cisticercosis subcutánea diseminada y proliferativa grave en pacientes inmunodeficientes; *T. martis*, una tenia de las martas en Europa causa cisticercosis poco común en humanos inmunocompetentes. Una *Versteria* sp. distinta de *V. mustelae* causó cisticercosis graves y letales en pacientes muy inmunosuprimidos en América del Norte (Deplazes *et al.*, 2019). Habitualmente, el diagnóstico en los animales se basa en la identificación del metacestodo en una inspección de las canales y en la necropsia. Los adultos presentes en los hospedadores definitivos se adquieren mediante la ingestión de los metacestodos presentes en la carne y en los despojos que no se han cocinado o congelado de forma adecuada para destruir al parásito.

Los segmentos grávidos se separan de las tenias adultas. Los huevos de las tenias, dentro de proglótidos o por separado, se liberan al medio con las heces. En ciertas especies (*T. saginata*, tenias de los cánidos), se produce una migración activa de los proglótidos, que salen por el ano. Los huevos pueden diseminarse a partir de las heces por medios físicos u hospedadores de transporte. En particular las moscas ingieren huevos y los transportan, de tal modo que pueden depositarlos a alta intensidad en un radio de 150 metros desde el lugar donde se encuentren las heces, y a baja intensidad en un radio de 10 km (Lawson & Gemmell, 1990). Los

animales contraen la infección por la ingesta de alimento o agua contaminados por huevos pegajosos, o por la ingesta de segmentos o de heces que contengan huevos o de artrópodos, como escarabajos coprófagos, que vehiculen huevos. Los humanos pueden infectarse por *T. solium* mediante los huevos presentes en las verduras, el agua, etc., que se contaminan con heces o por alimento contaminado por manos sucias, por transmisión fecal-oral, o posiblemente a través de movimientos antiperistálticos y la incubación interna de los huevos (auto-infección). Donde existe un portador humano, se producen focos de la enfermedad. El diagnóstico rutinario de la teniasis continúa basándose principalmente en la morfología del gusano adulto y en la presencia de huevos o segmentos en las heces de los hospedadores definitivos infectados.

*Taenia* sp. debe manipularse aplicando las medidas correspondientes de bioseguridad y bioprotección, que vendrán determinadas por un análisis del riesgo biológico (véase el Capítulo 1.1.4 *Bioseguridad y bioprotección: norma para la gestión del riesgo biológico en el laboratorio veterinario y en las instalaciones de los animales*).

## B. TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO

### 1. Identificación del agente

#### 1.1. *Taenia saginata* (tenia bovina)

El adulto es grande, de 4–8 metros de longitud y puede sobrevivir muchos años, normalmente de forma individual, en el intestino delgado del hombre. El escólex (o cabeza) no presenta rostelo ni ganchos. La Tabla 1 muestra características morfológicas útiles (Khalil *et al.*, 1994; Loos-Frank, 2000; Soulsby, 1982; Verster, 1969). Habitualmente los segmentos grávidos tienen > 14 ramas uterinas; suelen abandonar el hospedador uno a uno y pueden migrar espontáneamente desde el ano. Los huevos de las tenias también se liberan por separado, fuera del proglótido, en las heces.

Los huevos son los típicos de los “ténidos” que no se pueden diferenciar morfológicamente de los huevos de otras especies de *Taenia* o de *Echinococcus*. Los huevos de *ténidos* miden aproximadamente 25–45 µm de diámetro, contienen una oncosfera (o embrión hexacanto) que porta tres pares de ganchos; tienen un embrióforo o “cubierta” radialmente estriada (en empalizada), marrón y grueso, formado por bloques; y poseen una capa membranosa oval más externa, la verdadera cubierta del huevo, que no está presente en los huevos fecales.

Los metacestodos de *T. saginata* se encuentran normalmente en los músculos estriados del ganado vacuno (solitaria bovina), pero también en búfalos y de varias especies de *Cervidae*. Los quistes viables son ovales, están llenos de líquido y miden aproximadamente 0.5–1 × 0.5 cm, son translúcidos y contienen un único escólex blanco, cuya morfología es similar al escólex del futuro gusano adulto. Están contenidos en una cápsula delgada y fibrosa producida por el hospedador. En ocasiones los quistes se encuentran en el hígado, los pulmones, los riñones, la grasa, y en otras localizaciones.

#### 1.2. *Taenia solium* (tenia porcina)

*Taenia solium* suele ser más pequeña que *T. saginata*, mide 1–5 metros y en general se considera que sobrevive durante 2-3 años. El escólex tiene un rostelo armado con una doble corona de ganchos. Los segmentos grávidos tienen < 14 ramas uterinas y habitualmente no abandonan el hospedador espontáneamente, pero pueden hacerlo pasivamente (en pequeñas cadenas) con las heces. Los huevos de las tenias también se liberan por separado, fuera del proglótido, en las heces.

Los cisticercos de *Taenia solium* se encuentran principalmente en los músculos y el sistema nervioso central (SNC) de los cerdos (solitaria porcina), y en los músculos, los tejidos subcutáneos y el sistema nervioso central del hombre. Los quistes son muy similares a los de *T. saginata*. Tienen un escólex que porta un rostelo y unos ganchos que son similares a los del adulto. Ocasionalmente, en las cisternas del encéfalo humano pueden desarrollarse quistes en el espacio disponible, a modo de quistes racimosos de hasta 10 cm o más de un lado a otro, que carecen de escólex.

**Tabla 1.** Características útiles para la identificación de los escólices y los segmentos de *Taenia* sp.

Especie parásita	Número de ganchos	Longitud de los ganchos (µm)		Número de testículos	Capas de los testículos	El saco del cirro se extiende hacia los vasos longitudinales	Número de ramas uterinas	
		Ganchos grandes	Ganchos pequeños					
<i>T. hydatigena</i>	28–36 (26–44)	191–218 (170–235)	118–143 (110–168)	600–700	1	Sí	6–10 que se subdividen	Los lóbulos del ovario son de tamaño desigual. No tienen esfínter vaginal. Los testículos se extienden hacia el vitelario, pero no confluyen por detrás.
<i>T. ovis</i>	30–34 (24–38)	170–191 (131–202)	111–127 (89–157)	350–750	1	No	11–20 que se subdividen	Los lóbulos del ovario son de tamaño desigual. El esfínter vaginal está bien desarrollado. Los testículos se extienden hacia el borde posterior del ovario.
<i>T. multiceps</i>	22–30 (20–34)	157–177 (120–190)	98–136 (73–160)	284–388	2	Sí	14–20 que se subdividen	Los lóbulos del ovario son de igual tamaño. Poseen un paquete muscular en la pared anterior de la vagina. Los testículos se extienden hacia el vitelario, pero no confluyen por detrás.
<i>T. saginata</i>	– sin rostelo	–	–	765–1200	1	No	14–32 que se subdividen Proporción entre ramitas y ramas 2,3	Los lóbulos del ovario son de tamaño desigual y presentan un pequeño esfínter bien desarrollado. Los testículos se extienden hacia el vitelario, pero no confluyen por detrás.
<i>T. solium</i>	22–36	139–200	93–159	375–575	1	Sí	7–14 que se subdividen	Los lóbulos del ovario son de tamaño desigual con un lóbulo pequeño accesorio. No tienen esfínter vaginal. Los testículos confluyen por detrás del vitelario
<i>T. asiatica</i>	Ganchos vestigiales, algunos con rostelo pequeño	–	–	868–904		No	16–32 que se subdividen Proporción entre ramitas y ramas 4,4	El ovario, el esfínter vaginal y la extensión de los testículos igual que para <i>T. saginata</i> . Protuberancias posteriores en algunos segmentos grávidos

### 1.3. *Taenia asiatica* (tenia asiática)

Está estrechamente relacionada pero se distingue genéticamente de *T. saginata*; el adulto en humanos tiene un ovario con un músculo del esfínter vaginal y un saco del cirro como los que presenta *T. saginata*, pero *T. asiatica* tiene un rostelo pequeño y protuberancias posteriores en algunos segmentos y 16–32 brotes uterinos con 57-99 ramitas en cada lado. Los segmentos se liberan uno a uno y con frecuencia de modo espontáneo.

Los metacestodos son pequeños, de aproximadamente 2 mm, y poseen un rostelo y una doble corona de ganchos primitivos, siendo los de la corona externa numerosos y menudos. Se presentan principalmente en el parénquima y en la superficie del hígado de cerdos domésticos y salvajes; se pueden encontrar en los mesenterios y, de manera muy infrecuente, se ha descrito en ganado vacuno, cabras y monos.

### 1.4. *Taenia ovis*

Los adultos en el intestino de perros y cánidos salvajes alcanzan 1–2 metros de longitud y tienen un rostelo armado; el número y tamaño de los ganchos puede facilitar la diferenciación de la especie de *Taenia* (Tabla 1). Los metacestodos que se encuentran en la musculatura (del esqueleto y el corazón) de ovejas y menos comúnmente de cabras alcanzan 0,5–1,0 × 0,5 cm. Un parásito similar (*T. ovis krabbei*) se encuentra en cánidos salvajes y perros y en los músculos de renos y ciervos de las regiones del norte.

### 1.5. *Taenia hydatigena*

Los adultos miden hasta 1 metro o más de longitud, se encuentran en el intestino de los perros y los cánidos salvajes y tienen un rostelo armado (Tabla 1). Los metacestodos pueden ser grandes, de 1 cm hasta 6–7 cm, y el escólex presenta un cuello largo. Aparecen fijados al omento, al mesenterio y ocasionalmente protruyen de la superficie del hígado, en particular de las ovejas, pero también de otros rumiantes domésticos y salvajes y de los cerdos. En las latitudes del norte existe un ciclo en el lobo y en el reno y ciervo, en los que los metacestodos se encuentran en el hígado de los hospedadores intermediarios; los cánidos son hospedadores definitivos.

### 1.6. *Taenia multiceps*

Los adultos miden hasta 1 metro de longitud, se encuentran en el intestino de los cánidos y tienen un rostelo armado (Tabla 1). Los metacestodos (*Coenurus cerebralis*) son del tipo gran-cenuro, quistes llenos de líquido blanco y que contienen varios cientos de escólex invaginados y fijados a la pared formando grupos. Los cenuros crecen hasta más o menos 5 cm en el encéfalo de las ovejas, en el encéfalo y tejidos intramusculares de las cabras y también en el encéfalo de las vacas, de los rumiantes salvajes y, ocasionalmente, del hombre. Los quistes inducen signos neurológicos que en las ovejas se denominan “modorra”, “torneo”, etc.

### 1.7. Diagnóstico de los parásitos adultos en humanos y en cánidos carnívoros

Toda la materia fecal o que contenga parásitos procedentes de personas con posibles infecciones debidas a *T. solium* debe manejarse con las adecuadas medidas de seguridad para prevenir infecciones accidentales con los huevos. Asimismo, *Taenia multiceps* y *Echinococcus* sp. infectan al hombre y, como los huevos ténidos de los perros no se pueden diferenciar a nivel de especie o género, en las áreas donde son endémicos, se aplican algunas medidas de precaución. Además de *Taenia* sp., el hombre y los caninos carnívoros se pueden infectar de *Diphyllobothrium* y *Hymenolepis* sp., si bien está documentada la infección ocasional de humanos debida a otros seis géneros de cestodos. Lo describe Lloyd (2011) y todos se pueden diferenciar de *Taenia* sp. mediante la morfología del huevo/proglótido. En cánidos, los huevos de *Echinococcus* sp. no se pueden diferenciar de los de *Taenia* sp., pero se puede determinar la presencia del primero mediante el tamaño del verme y, por un enzoinmunoanálisis de captura antigénica (Ag-ELISA) específico a nivel de especie para *Echinococcus* (Allan et al., 1992). Otros cestodos de los cánidos, *Dipylidium*, *Diplopylidium*, *Mesocestoides* y *Diphyllobothrium* sp. presentan huevos y proglótidos morfológicamente diferentes (Lloyd, 2011; Soulsby, 1982).

Los cestodos adultos se pueden expulsar del hombre empleando un antihelmíntico (praziquantel, niclosamida, albendazol) seguido de una purga salina, y se identifican por la morfología del escólex y los proglótidos maduros, aunque los escólices a menudo no se recuperan y la comparación de la morfología de los proglótidos no siempre es un método fiable. En México se utilizó una herramienta de

autodetección (Flisser *et al.*, 2011); el personal médico de los centros de salud recibe segmentos de tenia conservados en un frasco y un manual de preguntas para que los pacientes intenten identificar a los portadores (sin identificación de especies). En los animales, también se puede utilizar un antihelmíntico, como praziquantel; de nuevo, las tenias recuperadas se identifican morfológicamente. La arecolina ya no se puede recomendar debido a sus efectos secundarios. Las tenias se pueden recuperar después del tratamiento antihelmíntico, y al final del proceso de diagnóstico deberán desecharse de forma adecuada.

Verster (1969) y Loos-Frank (2000) han elaborado descripciones para el diagnóstico parasitológico de todas las *Taenia* sp. de humanos y animales, sus hospedadores y sus distribuciones geográficas. En Khalil *et al.* (16) se ofrecen claves para la identificación. Loos-Frank (2000) describen los métodos de montaje, inclusión, sección y tinción de los proglótidos. Los gusanos, después de su relajación en agua, se pueden teñir directamente, aunque los gusanos pequeños se deberían fijar con etanol durante unos pocos minutos. Alternativamente, los gusanos se pueden fijar y conservar en etanol al 70% que contenga ácido láctico al 10%, conservándose por separado el escólex y el gusano. El rostelo, los ganchos y los succionadores de los escólices o protoescólices se deben cortar y montar *en face* en líquido de Berlese (se prepara disolviendo 15 g de goma arábiga en 20 ml de agua destilada y añadiendo 10 ml de jarabe de glucosa y 5 ml de ácido acético; a continuación la mezcla se satura con clorhídrico, hasta 100 g). El colorante es carmín en ácido láctico: se disuelven 0,3 g de carmín hasta el punto de ebullición en 42 ml de ácido láctico y 58 ml de agua destilada, después de enfriar se añaden 5 ml de una solución al 5% de cloruro ferroso ( $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) y se puede utilizar de nuevo para refrescar soluciones más viejas. Las muestras se sumergen en el colorante dentro de los viales y se les deja varios minutos para que penetre el colorante. Después se lavan con agua corriente, 1 día, hasta que tengan color azul. A continuación se fijan en etanol al 50–70% y se deshidratan bajo una ligera presión de una lámina plástica manteniendo los segmentos aplanados. Para aclarar, se emplea el éster metílico del ácido salicílico.

Cuando los segmentos se rompen en el extremo final del gusano, se expulsan huevos en el intestino y se pueden encontrar en las heces. Los segmentos de *T. saginata*, *T. asiática* y la *Taenia* del perro pueden migrar espontáneamente desde el ano, y es probable que sea percibida por el paciente (>95% en el caso de *T. saginata*). Cuando los segmentos migran, los huevos adheridos se depositan en la zona perianal y se pueden detectar por la aplicación y el examen de cintas adhesivas. Estos signos son mucho menos probables en el caso de *T. solium*. En las heces se pueden encontrar segmentos de los tres tipos, pero salen de forma intermitente. Incluso si un segmento vacía todos sus huevos, se puede identificar como cestodo por los numerosos corpúsculos calcáreos concéntricos que contienen sus tejidos. Las heces, después de mezclarse para reducir la agregación, se pueden examinar para detectar la presencia de huevos. Se utilizan varias técnicas en todo el mundo que incluyen la extracción con acetato de etilo y la flotación. Para esto último, el  $\text{NaNO}_3$  o la solución de azúcar de Sheather (500 g de azúcar, 6,6 ml de fenol, 360 ml de agua), con su mayor densidad, son superiores a la solución saturada de NaCl como medio de flotación para los huevos de los ténidos. La flotación se puede llevar a cabo en cámaras de flotación (técnica de Mc Master) cuantitativas o cualitativas disponibles comercialmente o mediante una técnica de flotación por centrifugación que comprende una modificación de la técnica de Wisconsin (heces, diluidas en agua, se tamizan y centrifugan, el precipitado se resuspende en azúcar o en solución de Sheather y se centrifuga a 300 **g** durante 4 minutos). A continuación, pueden detectarse los huevos adheridos al cubreobjetos. El examen de los huevos fecales será menos sensible para *T. solium* que para otras especies. La determinación de las especies no se puede realizar mediante la morfología de los huevos. Cheesbrough (2005; 2006) indicó que los huevos de *T. saginata* pueden diferenciarse de los de *T. solium* mediante una tinción de Ziehl–Neelsen como la que se utiliza para los bacilos ácido-alcohol resistentes: el embrióforo estriado de *T. saginata* es ácido-alcohol resistente (se tiñe de rojo), mientras que el de *T. solium* no lo es. Las sondas de ADN, la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y el análisis por PCR del polimorfismo de la longitud de los fragmentos de restricción (RFLP) o PCR múltiple han demostrado ser útiles para la diferenciación, pero se han empleado mucho experimentalmente para diferenciar los huevos fecales de *T. solium*, *T. saginata* y *T. s asiatica* (Gasser & Chilton, 1995; Geysen *et al.*, 2007; Gonzalez *et al.*, 2004; Yamasaki *et al.*, 2004). A pesar de que son igualmente aplicables para la diferenciación en perros, no se han realizado los mismos exámenes respecto a *Taenia* sp.

Se han desarrollado Ag-ELISA para detectar el coproantígeno de *Taenia* y se pueden ajustar internamente si se dispone de instalaciones de laboratorio (Allan *et al.*, 1992; Deplazes *et al.*, 1991), con una evaluación previa de los controles apropiados. Un Ag-ELISA fue desarrollado experimentalmente por Allan *et al.* (1992) para detectar coproantígeno en perros, por lo que, con los controles adecuados, podría utilizarse para detectar la infección por *Taenia* en esta especie. Sin embargo, la técnica es solo específica del género *Taenia*. Se ha desarrollado una modificación de la prueba, que incluye anticuerpos policlonales dirigidos contra antígenos secretores excretorios, lo que hace que la prueba sea específica de especie (Guezala *et al.*, 2009). La prueba es un ensayo interno de

micropocillos en fase sólida con pocillos recubiertos con anticuerpos policlonales generados en conejo anti- anticuerpos específicos de *Taenia* (TSA).

## 1.8. Diagnóstico de metacestodos

Los metacestodos de *T. solium* pueden ser palpables en la lengua pero, en el animal vivo y en el examen post mórtem o en la inspección de canales, la palpación de la lengua sólo es de valor diagnóstico en cerdos muy infectados por metacestodos; además serán difíciles de diferenciar de los sarcosporidios u otras lesiones (mecánicas). Sin embargo, la palpación de la lengua es un método de diagnóstico frecuente utilizado por los comerciantes de cerdo en las zonas endémicas de recursos escasos. Dorny *et al.* (2004) determinaron una sensibilidad del 21%.

### 1.8.1. Inspección de la canal – el principal procedimiento de diagnóstico

Al principio los metacestodos son visibles como quistes muy pequeños, de aproximadamente 1 mm, pero la detección de estos quistes requiere el corte fino de tejidos en el laboratorio. Muchos quistes jóvenes tienen a su alrededor una capa o cápsula de células inflamatorias (histológicamente destacan células mononucleadas y eosinófilos). La capacidad de los parásitos de evadir la respuesta inmunitaria indica que en la etapa posterior de la infección, cuando maduran los quistes, están presentes pocas células inflamatorias en las proximidades y los cisticercos en su localización intermuscular están rodeados de una delicada cápsula de tejido fibroso.

En teoría, los quistes se pueden visualizar o detectar en tejidos tales como la lengua de los animales fuertemente infectados tan sólo después de 2 semanas del inicio de la infección. Los quistes son visibles claramente a las 6 semanas y, cuando maduran y son viables, a menudo son ovales, de aproximadamente 10 × 5 mm o mayores (en función de la especie), con una membrana del parásito blanca y delicada, bastante translúcida y una cápsula del hospedador; un líquido claro se encuentra en el interior del quiste y el escólex, que es visible como un punto blanco dentro del quiste y que habitualmente se invagina en medio del eje largo del quiste.

En la inspección cárnica muchos de los quistes de *T. saginata* detectados, con frecuencia entre el 85 y el 100%, están muertos. La rapidez con la que los quistes envejecen y mueren, y así degeneran, varía según la especie de parásito y el tejido en el cual el quiste está incluido, según el estado inmunitario del hospedador y posiblemente según la edad del hospedador en el momento de la infección. En general, los quistes tienden a morir más rápidamente en las zonas musculares de predilección, tales como el corazón. La distribución preferente de los parásitos en estas zonas puede deberse a la mayor circulación sanguínea en dirección a estos músculos. Por el contrario, la tasa más alta de actividad en estos músculos puede dañar a los parásitos, lo que permite el escape de líquidos y quizás altera la capacidad del parásito para evadir la respuesta inmunitaria. En un mismo hospedador se pueden encontrar quistes en diferentes fases de viabilidad y degeneración. El parásito puede morir en el músculo esquelético en un plazo de 2 meses tras la infección del ganado vacuno adulto por *T. saginata*, pero los quistes pueden permanecer viables durante varios años. También se han descrito casos de quistes de *T. hydatigena* en la cavidad peritoneal de ovejas, y de quistes de *T. solium* en cerdos, que han sobrevivido durante largos periodos de tiempo.

Los quistes degenerados pueden tener distintos aspectos. Una destacada infiltración de eosinófilos, macrófagos, linfocitos y depósito de colágeno engrosa la cápsula, que se hace opaca, pero inicialmente el quiste permanece en el interior con aspecto normal. Gradualmente el líquido se vuelve coloide y se infiltran las células inflamatorias. La cavidad quística se llena de un material caseificado verdoso (eosinófilo) y después amarillo, normalmente presenta un tamaño más grande y claramente es más evidente en la carne que el quiste viable original. En el caso de que sea necesario diferenciar quistes muy jóvenes (sin escólex) o degenerados respecto a otras lesiones, se comprime el quiste, se prepara un frotis de los contenidos caseificados y se realiza el examen histológico de las secciones teñidas con hematoxilina y eosina (H&E). El examen microscópico puede revelar los corpúsculos calcáreos (concreciones concéntricas de sales que tienen un tamaño aproximado de 5–10 µm). Estos indican un origen cestódico del tejido. La presencia de ganchos y su longitud junto con el conocimiento del hospedador y el tejido pueden ayudar en la identificación de la especie de cestodo. Se ha diferenciado experimentalmente entre quistes de *T. saginata* y estructuras ajenas a la de *Taenia* mediante tinción inmunohistoquímica. También se pueden utilizar métodos moleculares, sobre todo para la identificación de especies (véase arriba), para descubrir un cestodo nuevo en una especie hospedadora o en un área geográfica en la que, históricamente, haya estado ausente el parásito. En un estudio, se identificaron por PCR solo un 50% de los quistes de *T.*

*saginata* presuntamente degenerados (Abuseir *et al.*, 2006), mientras que Eichenberger *et al.* (2011), empleando distintos cebadores, identificó un 80% de las lesiones calcificadas.

Después del tratamiento de *T. solium* en los cerdos con medicamentos tales como el oxfendazol (dosis única de 30 mg/kg), los quistes pueden perder sus líquidos y colapsarse. La lesión resultante es menor que las observadas tras la muerte natural pero puede tardar 3-6 meses en resolverse.

Los procedimientos de inspección de carnes vienen determinados, entre otros factores, por la reglamentación nacional o regional (por ejemplo, de la UE) y según la especie animal. Se pueden llevar a cabo más inspecciones en caso de duda o para identificar una lesión o el origen específico de un animal. Los exámenes tienden a ser más amplios con las infecciones zoonóticas debidas a *T. saginata* y a *T. solium*.

En general, los procedimientos de inspección de carnes relacionados con *Taenia* spp. son los siguientes:

- i) Se inspecciona visualmente la canal, sus superficies de corte y los órganos internos. Esta inspección puede revelar la presencia de *T. saginata*, *T. solium* o *T. ovis* en los músculos, de *T. hydatigena* en el hígado (y *T. asiatica*), los mesenterios o el omento, o de *T. multiceps* en el encéfalo en las especies animales específicas.
- ii) Se deben examinar los maseteros internos y externos y cada uno de los músculos pterigoideos y realizar una o dos incisiones en cada uno, los cortes deben ser paralelos al hueso y justo a lo largo del músculo.
- iii) La lengua separada se examina visualmente y se palpa, en particular para comprobar si presenta *T. solium*.
- iv) El pericarpio y el corazón se examinan visualmente. Normalmente el corazón se corta una vez longitudinalmente a través del ventrículo izquierdo y el septo interventricular de modo que se expone para examen el interior y las superficies de corte. Los cortes pueden ir desde la base al ápice y los reglamentos pueden exigir también cortes adicionales en profundidad, quizás cuatro, en el ventrículo izquierdo. Alternativamente, el corazón puede examinarse externamente y después internamente después de cortar a lo largo del septo interventricular y darle la vuelta.
- v) Los músculos del diafragma, después de eliminar el peritoneo, se examinan visualmente y se pueden cortar.
- vi) Se examina visualmente el esófago.
- viii) En algunos países, el músculo tríceps del brazo de la vaca se corta en profundidad unos 5 cm por encima del codo. Se pueden hacer cortes internos adicionales. Asimismo se puede cortar el músculo grácil paralelo a la sínfisis púbica. Normalmente estos cortes se realizan también en cerdos para detectar *T. solium*. Tales incisiones se realizan en las patas, sobre todo en países africanos, porque se sospecha que en animales de trabajo y campo que andan largas distancias se alojan más parásitos en estos músculos debido al ejercicio y el consiguiente aumento de la irrigación sanguínea. De igual modo otros países pueden exigir tales cortes en las patas. Sin embargo, como esto devalúa la carne, tales incisiones se realizan normalmente una vez que se han encontrado uno o más quistes en los lugares de predilección con el fin de determinar la extensión de la infección.

La normativa puede exigir incisiones adicionales o estas pueden ser necesarias si se encuentran quistes en la(s) incisión(es) inicial(es). Eichenberger *et al.* (2013) indicaron un aumento de la sensibilidad al realizar múltiples incisiones. En Herenda (2000) se ofrecen detalles sobre la inspección de la carne.

Para determinados parásitos pueden ser necesarios procedimientos adicionales o menos procedimientos, y los juicios clínicos a cerca de la canal, las vísceras, los despojos o la sangre variarán dependiendo de la especie de *Taenia* y los reglamentos del país.

### 1.8.2. Inspección de la carne – diferenciación de especies y toma de decisiones

- i) *Taenia saginata*: preferencia de lugar

No se examinan terneras de menos de 6 semanas en cierto países (por ejemplo, según la normativa de la UE). Los lugares preferidos son el corazón, la lengua, los maseteros y el diafragma, presumiblemente porque estos sitios reciben una mayor irrigación. No



obstante, los quistes se pueden encontrar en cualquier músculo (o, con menor frecuencia, órgano) del cuerpo. Puede que sea necesario diferenciar las lesiones por *T. saginata* de los sarcocistos de *Sarcocystis* o de otras lesiones. En estudios sobre la aplicación de la PCR realizados en Alemania, Suiza, y Nueva Zelanda, no se pudieron identificar como positivos el 20% de presuntos quistes viables de *T. saginata* (Abuseir *et al.*, 2006). La inspección de la carne tiene una sensibilidad muy baja (<16%) para la detección de *T. saginata*, especialmente en el caso de niveles de infección bajos (Dorny *et al.*, 2000; Eichenberger *et al.*, 2013; Kyvsgaard *et al.*, 1990). En general, los procedimientos de inspección de la carne únicamente detectan alrededor del 15 al 50% de los animales que están infectados realmente. Es fácil que las infecciones leves pasen desapercibidas en un examen por palpación e inspección de la carne – en un estudio sobre *T. saginata*, se detectó el 78% de las canales infectadas con >20 quistes en comparación con la cantidad detectada tras la disección y el despiece, mientras que sólo se detectó el 31% de las que presentaban menos quistes (Walther & Koske, 1980). La eficacia de la inspección variará con la cantidad y localización de las incisiones (y según la destreza y experiencia del inspector). Por ejemplo, en Zimbabwe, el 58% de las vacas dieron positivo sólo en la cabeza, el 20% sólo en la paletilla y el 8% sólo en el corazón, aunque, en conjunto el 81% se encontraba infectado si se consideran los tres órganos. En Kenia, Walther y Koske (1980) también hallaron que los lugares predilectos no necesariamente resultaban infectados en el 57% de las vacas consideradas positivas después de la disección. Asimismo estos autores confirmaron la importancia de realizar las incisiones en la paletilla para detectar la infección en África ya que el 20% de las vacas en las que se encontró infección únicamente daban resultado positivo en la paletilla. Animales infectados tales como los terneros de muy corta edad pueden tener muy pocos quistes o ninguno en la lengua y los maseteros. Wanzala *et al.* (2003), también en Kenya, describieron la falta de sensibilidad para detectar los cisticercos: sólo se identificó el 50% del ganado vacuno infectado de forma natural o artificial. Sus observaciones apuntaron al hecho de que una cantidad de cisticercos viables pueden no ser detectados. En un estudio reciente a gran escala realizado en ganado bovino belga, en el que las infecciones eran principalmente leves, incluso se estimó sensibilidad de apenas el 0,54% (Jansen *et al.*, 2018a). Por su parte, Eichenberger *et al.* (2011) detectaron una cantidad considerablemente mayor de casos al aplicar incisiones añadidas en el músculo cardíaco (sensibilidad estimada del 24,2%), lo cual no fue confirmado por parte de Jansen *et al.* (2018b), que definieron una sensibilidad del 2.87%.

ii) *Taenia solium*: preferencia de lugar

Los lugares predilectos son los mismos que los de *T. saginata* aunque hay informes de una prevalencia superior en la paletilla y el muslo. Comúnmente se necesita hacer uno o más cortes a 2,5 cm por encima de la articulación del codo. Se dice que esto permite detectar un 13% de las canales infectadas que de otra manera pasarían desapercibidas. Las incisiones a realizar dependen de la normativa del país. En cuanto a *T. saginata*, la inspección de la carne tiene una sensibilidad baja (22,1%), especialmente en el caso de infecciones leves (Dorny *et al.*, 2004). Un estudio reciente realizado en Sudáfrica encontró que el nivel de concordancia (estadística Kappa) entre la disección de la canal (método de referencia) y la inspección de la carne era negativo, lo cual es una indicación de falta de concordancia entre los dos métodos y confirma que los procedimientos actuales de inspección de la carne por sí solos no son suficientemente sensibles para detectar todos los casos de cisticercosis porcina (Sithole *et al.*, 2019).

iii) *Taenia asiatica*: preferencia de lugar

El pequeño tamaño hace que la detección de quistes hepáticos sea muy difícil, excepto cuando se trata de infecciones intensas.

iv) *Taenia hydatigena*: preferencia de lugar

La migración del parásito en el hígado deja rastros hemorrágicos que después adquieren un color verde/marrón acompañado de una inflamación y que posteriormente se vuelven blancos debido a la fibrosis. A efectos de registro, deben diferenciarse éstos de los trematodos. Si es posible, mediante la identificación de los cisticercos o de los trematodos adultos. La mancha blanca debida a la infección por *Ascaris* se distingue por las lesiones que aparecen como pequeños focos aislados de un color pálido a blanco. Algunos quistes permanecen atrapados por debajo de la cápsula del hígado. Habitualmente éstos son pequeños y degeneran pronto y posteriormente se calcifican en lesiones con aspecto de coliflor. Los que son retenidos en la superficie del hígado son normalmente superficiales y subserosos, mientras que la mayor parte de los quistes hidatídicos de *Echinococcus granulosus* se encuentran a más profundidad en el parénquima. Los quistes de

*T. hydatigena* suelen madurar en la grasa omental o mesentérica. En caso de ser viables, tienen un único escólex en líquido de quiste casi translúcido. Los quistes hidatídicos fértiles tienen paredes más gruesas y pueden contener muchas cápsulas que contienen protoescólices. Estos tienen aspecto de depósito arenoso y blanquinoso en el interior de los quistes. La diferenciación puede ser importante a la hora de implementar y de realizar el seguimiento de las medidas de control de la enfermedad hidatídica, y por lo tanto se puede requerir el uso de histología. Las secciones teñidas con H&E revelarán la membrana laminada sobre los quistes hidatídicos jóvenes de carácter uniforme, tal como se indica en Lloyd *et al.* (1991). Su presencia o ausencia se puede confirmar mediante la tinción de ácido periódico de Schiff, ya que las proteínas altamente glicosiladas de la membrana laminada se colorearán de rojo. Las lesiones de *Taenia hydatigena* en vacas y cerdos pueden ser similares a las de la tuberculosis. Sin embargo, no están implicados los ganglios linfáticos portales y mesentéricos, se desprenden de un modo más fácil los contenidos de los quistes parasitarios y se pueden ver el resto de los ganchos y corpúsculos calcáreos o bien la tinción de Ziehl-Neelsen puede revelar la presencia de la bacteria.

v) *Taenia multiceps*: preferencia de lugar

Los parásitos tienen como lugares de predilección el encéfalo y la médula espinal. Los parásitos que migran de manera temprana, pueden causar rastros hemorrágicos purulentos rojizos, que posteriormente se tornan grises en el encéfalo, y, en infecciones severas, las ovejas pueden mostrar meningoencefalitis. Los quistes maduros provocan signos clínicos relacionados con la atrofia por presión del tejido nervioso adyacente que varían de acuerdo a la localización en el encéfalo. Puede producirse un deterioro de la visión o la locomoción si los quistes se hallan en los hemisferios cerebrales, y de forma gradual la oveja puede ser incapaz de alimentarse de modo que llegará a un estado demacrado. Los quistes del cerebelo pueden precipitar la aparición de signos más graves y agudos de ataxia u opistótonos. En infecciones severas, los parásitos emigran y comienzan su desarrollo en otros tejidos, pero mueren pronto. Producen pequeñas lesiones, de 1 mm aproximadamente, que primero contienen un quiste encapsulado y a continuación un material caseificado eosinófilo que más tarde puede calcificarse. El lugar de detección de los quistes de *T. multiceps* en el encéfalo ovino podría venir determinado por los signos clínicos existentes y, posiblemente, por un ablandamiento del cráneo que recubre el lugar en el que se encuentren los cenuros. A veces, pueden observarse los cenuros en las superficies externas de los músculos afectados, sobre todo en la zona del cuello.

vi) *Taenia ovis*: preferencia de lugar

Los lugares preferidos son los mismos que los de *T. saginata*. Sus quistes se pueden confundir con los grandes quistes de *Sarcocystis gigantea*.

### 1.9. Detección de antígenos circulantes

El desarrollo de una prueba de diagnóstico específica y sensible automatizada reduciría en gran medida los costes que supone el decomiso de la canal y también los costes de la inspección de la carne. La sensibilidad de las pruebas serológicas para los animales no ha alcanzado la fase en la que es posible la comercialización para el diagnóstico individual o la detección de las canales infectadas a gran escala en mataderos. Todas las pruebas que se han intentado – Ag-ELISA, ELISA de detección de anticuerpos, enzimoimmuno-electrotransferencia (EITB) e inspección de la lengua – tienen una baja sensibilidad en cerdos de zonas rurales infectados de forma natural por niveles bajos de *T. solium* (Dorny *et al.*, 2005; Sciutto *et al.*, 1998). Este hallazgo también es válido para las infecciones de *T. saginata* en ganado vacuno (Jansen *et al.*, 2018b; Van Kerckhoven *et al.*, 1998). Por ejemplo, sólo un porcentaje pequeño (13–22%) de reses infectadas por menos de 30–50 cisticercos viables se detecta mediante la técnica Ag-ELISA. Los resultados recientes estiman una sensibilidad y especificidad del 26,9 (que aumenta hasta el 40% si solo se consideran quistes viables) y del 99,4%, respectivamente, en el caso ELISA de Ag en ganado belga (Jansen *et al.*, 2018b). Los resultados del rendimiento de las pruebas pueden variar sustancialmente entre estudios, puesto que representan diferentes poblaciones y diseños/análisis de los estudios. En un estudio suizo, se determinaron una sensibilidad y una especificidad del 14,3% (que pasaba al 40% si solo se consideraban quistes viables) y del 93,7%, respectivamente, en el mismo ELISA de Ag (Eichenberger *et al.*, 2013).

Para el diagnóstico de *T. solium* en cerdos basado en el ELISA de Ag B158/B60, para el que ya se comercializa un kit, los últimos resultados indican una sensibilidad y una especificidad bastante bajas (Chembensofu *et al.*, 2017; Chilundo *et al.*, 2018; Kabululu *et al.*, 2020; Sithole *et al.*, 2019).

Recientemente se ha comprobado que el ELISA de Ag tiene un valor predictivo positivo bajo, del 35,2% (Kabululu *et al.*, 2020).

No obstante, las técnicas Ag-ELISA tienen aplicación en estudios epidemiológicos basados en el medio natural para demostrar la transmisión de la enfermedad. La detección de infecciones viables en ganado vacuno o en cerdos podría indicar las fuentes puntuales de infección, la estación de transmisión y la edad de los animales de riesgo. El desarrollo de pruebas más sensibles y específicas con antígenos recombinantes para el diagnóstico de la NCC debería contribuir a mejorar el inmunodiagnóstico de *T. solium* en cerdos.

## 2. Pruebas serológicas para anticuerpos

Las pruebas para detectar anticuerpos circulantes se utilizan poco en animales, excepto en los estudios epidemiológicos. Ahora se dispone de varios EITB y ELISA de detección de anticuerpos para *T. solium* en el ser humano. Rodríguez *et al.* (2012) proporciona una revisión de estas pruebas, con comparaciones en cuanto a la sensibilidad y la especificidad. Los resultados recientes indican una sensibilidad y especificidad del 13,8% y del 92,9%, respectivamente, para la detección de anticuerpos en ganado belga (Jansen *et al.*, 2018b), mientras que la misma prueba utilizada en ganado bovino suizo en un estudio diferente, rindió mejor, ofreciendo una sensibilidad y especificidad del 81,6% y del 96,3%, respectivamente (Eichenberger *et al.*, 2013).

En los cerdos, la detección de anticuerpos específicos, según EITB y asumiendo la presencia de una banda reactiva como resultado positivo de la prueba, conduce a una sensibilidad bastante buena, del 89%, pero ofrece mala especificidad, del 48%. Esta última se puede mejorar estableciendo el límite en tres bandas necesarias para la positividad de la prueba, lo cual lleva a un aumento de la especificidad, que alcanza el 76%, aunque la sensibilidad que disminuye al 78% (Jayashi *et al.*, 2013). Resultados recientes sugieren una reactividad cruzada con GP50 en cerdos infectados por *Taenia hydatigena* (Muro *et al.*, 2017).

## C. REQUISITOS PARA LAS VACUNAS

Se han desarrollado vacunas eficaces contra la infección por los estadios larvarios de varias *Taenia* spp., pero no se dispone de normas aceptadas internacionalmente para la producción de vacunas. Se dispone de considerable información en la literatura científica sobre moléculas inmunogénicas, su tecnología recombinante y extracción, así como sobre su eficacia a nivel experimental y en una serie de ensayos de campo.

En Australia y Nueva Zelanda se desarrolló una vacuna recombinante con el antígeno 45W contra la infección por *Taenia ovis* (Rickard *et al.*, 1995). La vacuna fue aprobada para su uso en ovejas en Nueva Zelanda, pero no se comercializa.

Se ha desarrollado una vacuna recombinante eficaz contra la cisticercosis bovina basada en los antígenos TSA9/18 de *T. saginata* (Lightowlers *et al.*, 1996), pero nunca se ha desarrollado como producto comercial.

En cuanto a *Taenia solium*, se evaluó una vacuna basada en el antígeno recombinante TSOL18 (Flisser *et al.*, 2004) en estudios experimentales independientes realizados en México, Perú, Honduras y Camerún en los que la vacuna logró una protección del 99 al 100% (Lightowlers, 2013). Posteriormente, la vacuna se ha utilizado en condiciones de campo en Nepal, Tanzania, Zambia, Uganda y Perú, donde se utilizó en un proyecto en el que se emplearon más de 55.000 cerdos (Gabriel *et al.*, 2020; García *et al.*, 2016; Kabululu *et al.*, 2020; Poudel *et al.*, 2019). Se ha descubierto que la vacuna TSOL18 es inocua y eficaz. Solo existe una vacuna TSOL18 aprobada comercialmente disponible para cerdos, producida en la India. La vacuna TSOL18 se dirige al parásito durante su desarrollo temprano en el cerdo, previniendo la infección. No afecta a los cisticercos si ya estaban establecidos en los tejidos antes de la vacunación. Por esa razón, se recomienda su uso en combinación con el tratamiento con oxfendazol (dosis única de 30 mg/kg), de tal forma que el medicamento elimina toda posible infección preexistente, mientras que la vacuna previene la infección por una posible exposición posterior al parásito.

La vacuna comercial TSOL18 incorpora 150 µg del antígeno TSOL18 expresado en levadura, junto con un adyuvante oleoso. Los cerdos de 2 meses o más se vacunan mediante inyección intramuscular con 1 ml de la vacuna. Se requiere una vacuna de refuerzo pasadas 3-4 semanas. La vacunación de refuerzo se puede aplicar pasados 6 meses, sin embargo, la evidencia reciente indica que los cerdos se vuelven naturalmente resistentes a las nuevas infecciones por *T. solium* a medida que pasa el tiempo (Poudel *et al.*, 2019), lo que sugiere que la vacunación de refuerzo de animales completamente vacunados siendo jóvenes puede no ser necesaria. Generalmente, no se observan efectos secundarios significativos; sin embargo, en algunos animales, se puede observar pirexia temporal, letargo durante 1 a 2 días y reacciones locales en el punto de inyección hasta 7 días después de la vacunación. Después de la administración de una sobredosis de 5 veces la dosis recomendada de la vacuna, no se observaron reacciones adversas distintas de las descritas anteriormente en condiciones de campo. La vacuna debe conservarse y transportarse a 2 - 8 °C; no debe congelarse. Aunque el fabricante

recomienda que la vacuna se mantenga refrigerada, al ser una vacuna inerte de antígeno definido, se sabe que es relativamente insensible a la exposición a la temperatura ambiente.

## REFERENCIAS

- ABUSEIR S., EPE C., SCHNIEDER T, KLEIN G. & KÜHNE M. (2006). Visual diagnosis of *Taenia saginata* cysticercosis during meat inspection: is it unequivocal? *Parasitol. Res.*, **99**, 405–409.
- ALLAN J.C., CRAIG P.S., GARCIA NOVAL J., MENCOS F., LIU D., WANG Y., WEN H., ZHOU P., STRINGER R., ROGAN M. & ZEYHLE E. (1992). Coproantigen detection for immunodiagnosis of echinococcosis and taeniasis in dogs and humans. *Parasitology*, **104**, 347–355.
- CHEESBROUGH M. (2005). District Laboratory Practice in Tropical Countries, Part 1, Second Edition. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 454 p.
- CHEESBROUGH M. (2006). District Laboratory Practice in Tropical Countries, Part 2, Second Edition. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 434 p.
- CHEMBENSOFU M., MWAPE K.E., VAN DAMME I., HOBBS E., PHIRI I.K., MASUKU M., ZULU G., COLSTON A., WILLINGHAM A.L., DEVLEESSCHAUWER B., VAN HUL A., CHOTA A., SPEYBROECK N., BERKVENNS D., DORNY P. & GABRIÉL S. (2017). Re-visiting the detection of porcine cysticercosis based on full carcass dissections of naturally *Taenia solium* infected pigs. *Parasit. Vectors*, **10**, 572. doi: 10.1186/s13071-017-2520-y.
- CHILUNDO A.G., V. JOHANSEN M., PONDJA A., MIAMBO R., AFONSO S. & MUKARATIRWA S. (2018). Piloting the effectiveness of pig health education in combination with oxfendazole treatment on prevention and/or control of porcine cysticercosis, gastrointestinal parasites, African swine fever and ectoparasites in Angónia District, Mozambique. *Trop. Anim. Health Prod.*, **50**, 589–601. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1474-6>
- DEPLAZES P., ECKERT J., PAWLOWSKI Z.S., MACHOWSKA L. & GOTTSTEIN B. (1991). An enzyme-linked immunosorbent assay for diagnostic detection of *Taenia saginata* copro-antigens in humans. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, **85**, 391–396.
- DEPLAZES P., EICHENBERGER R.M. & GRIMM F. (2019). Wildlife-transmitted *Taenia* and *Versteria* cysticercosis and coenurosis in humans and other primates. *Int. J. Parasitol. Parasites Wildl.*, **9**, 342–358.
- DORNY P., BRANDT J. & GEERTS S. (2005). Detection and diagnosis. In: WHO/FAO/OIE Guidelines for the Surveillance, Prevention and Control of Taeniosis/Cysticercosis, Murrell K.D. ed. OIE, Paris, 45–55.
- DORNY P., PHIRI I.K., VERCRIJSSE J., GABRIEL S., WILLINGHAM A.L. 3RD, BRANDT J., VICTOR B., SPEYBROECK N. & BERKVENNS D. (2004). A Bayesian approach for estimating values for prevalence and diagnostic test characteristics of porcine cysticercosis. *Int. J. Parasitol.*, **34**, 569–576.
- DORNY P., VERCAMMEN F., BRANDT J., VANSTEENKISTE W., BERKVENNS D. & GEERTS S. (2000). Sero-epidemiological study of *Taenia saginata* cysticercosis in Belgian cattle. *Vet. Parasitol.*, **88**, 43–49.
- EICHENBERGER R.M., LEWIS F., GABRIÉL S., DORNY P., TORGERSON P.R. & DEPLAZES P. (2013). Multi-test analysis and model-based estimation of the prevalence of *Taenia saginata* cysticercus infection in naturally infected dairy cows in the absence of a 'gold standard' reference test. *Int. J. Parasitol.*, **43**, 853–859.
- EICHENBERGER R.M., STEPHAN R. & DEPLAZES P. (2011). Increased sensitivity for the diagnosis of *Taenia saginata* cysticercus infection by additional heart examination compared to the EU-approved routine meat inspection. *Food Control*, **22**, 989–992.
- FLISSER A., CRAIG P.S. & ITO A. (2011). Cysticercosis and taeniosis *Taenia saginata*, *Taenia solium* and *Taenia saginata*. In: Zoonoses. Biology, Clinical Practice, and Public Health Control, Palmer S.R., Lord Soulsby E.J.L., Torgerson P.R. & Simpson D.I.H., eds. Oxford University Press, Oxford, UK, 625–642.
- FLISSER A., GAUCI C.G., ZOLI A., MARTINEZ-OCANA J., GARZA-RODRIGUEZ A., DOMINGUEZ-ALPIZAR J.L., MARAVILLA P., RODRIGUEZ-CANUL R., AVILA G., AGUILAR-VEGA L., KYNGDON C., GEERTS S. & LIGHTOWLERS M.W. (2004). Induction of protection against porcine cysticercosis by vaccination with recombinant oncosphere antigens. *Infect. Immun.*, **72**, 5292–5297.

- GABRIEL S., MWAPE K.E., HOBBS E.C., DEVLEESSCHAUWER B., VAN DAMME I., ZULU G., MWELWA C., MUBANGA C., MASUKU M., MAMBWE M., DE COSTER T., PHIRI I.K., BERKVENNS D.L., COLSTON A., BOTTIEAU E., SPEYBROECK N., KETZIS J.K., WILLINGHAM A.L., TREVISAN C. & DORNY P. (2020). Evidence for potential elimination of active *Taenia solium* transmission in Africa? *N. Engl. J. Med.*, **383**, 396–397.
- GARCIA H.H., GONZALEZ A.E., TSANG V.C., O'NEAL S.E., LLANOS-ZAVALAGA F., GONZALVEZ G., ROMERO, J., RODRIGUEZ S., MOYANO L.M., AYVAR V., DIAZ A., HIGHTOWER A., CRAIG P.S., LIGHTOWLERS M.W., GAUCI C.G., LEONTSINI E., GILMAN R.H. & CYSTICERCOSIS WORKING GROUP IN PERU (2016). Elimination of *Taenia solium* transmission in Northern Peru. *N. Engl. J. Med.* **374**, 2335–2344.
- GASSER R. & CHILTON N.B. (1995). Characterisation of taeniid cestode species by PCR-RFLP of ITS2 ribosomal DNA. *Acta Trop.*, **59**, 31–40.
- GEYSEN D., KANOBANA K., VICTOR B., RODRIGUEZ-HIDALGO R., DE BORCHGRAVE J., BRANDT J. & DORNY P. (2007). Validation of meat inspection results for *Taenia saginata* cysticercosis by PCR-restriction fragment length polymorphism. *J. Food Prot.*, **70**, 236–240.
- GONZALEZ L.M., MONTERO E., MORAKOTE N., PUENTE S., DIAZ DE TUESTA J.L., SERRA T. LOPEZ-VELEZ R., MCMANUS D.P., HARRISON L.J., PARKHOUSE R.M. & GARATE T. (2004). Differential diagnosis of *Taenia saginata* and *Taenia saginata asiatica* taeniasis through PCR. *Diagn. Microbiol. Infect. Dis.*, **49**, 183–188.
- GUEZALA M.C., RODRIGUEZ S., ZAMORA H., GARCIA H.H., GONZALEZ A.E., TEMBO A., ALLAN J.C. & CRAIG P.S. (2009). Development of a species-specific coproantigen ELISA for human *Taenia solium* taeniasis. *Am J Trop Med Hyg.*, **81**, 433–437.
- HERENDA D., CHAMBERS P.G., ETTRIQUI A., SENEVIRATNA P. & DA SILVA T.J.P. (2000). Manual on meat inspection for developing countries. *FAO Animal Health and Production paper 119*.  
<http://www.fao.org/docrep/003/t0756e/T0756E00.htm>
- JANSEN F., DORNY P., BERKVENNS D. & GABRIEL S. (2018a). Bovine cysticercosis and taeniosis: The effect of an alternative post-mortem detection method on prevalence and economic impact. *Prev. Vet. Med.*, **161**, 1–8. doi: 10.1016/j.prevetmed.2018.10.006. Epub 2018 Oct 12.
- JANSEN F., DORNY P., GABRIEL S., EICHENBERGER R.M., BERKVENNS D. (2018b). Estimating prevalence and diagnostic test characteristics of bovine cysticercosis in Belgium in the absence of a 'gold standard' reference test using a Bayesian approach. *Vet. Parasitol.*, **254**, 142–146. doi: 10.1016/j.vetpar.2018.03.013. Epub 2018 Mar 14.
- KABULULU M., JOHANSEN M.V., MLANGWA J.E.D., MKUPASI E.M., BRAAE U.C., TREVISAN C., COLSTON A., CORDEL C., LIGHTOWLERS M.W. & NGOWI H.A. (2020). Performance of Ag-ELISA in the diagnosis of *Taenia solium* cysticercosis in naturally infected pigs in Tanzania. *Parasit. Vectors*, **13**, 534. doi: 10.1186/s13071-020-04416-4.
- KHALIL L.F., JONES A. & BRAY R.A. (1994). Keys to the Cestode Parasites of Vertebrates. Wallingford, Oxon, UK: CAB International.
- KYVSGAARD N.C., ILSOE B., HENRIKSEN S.A. & NANSEN P. (1990). Distribution of *Taenia saginata* cysts in carcasses of experimentally infected calves and its significance for routine meat inspection. *Res. Vet. Sci.*, **49**, 29–33.
- LAWSON, J.R. & GEMMELL, M.A. (1990) Transmission of taeniid tapeworm eggs via blowflies to intermediate hosts. *Parasitology*, **100**, 143–146.
- LIGHTOWLERS M.W. (2013). Control of *Taenia solium* taeniasis/cysticercosis: past practices and new possibilities. *Parasitology*, **140**, 1566–1577. doi: 10.1017/s0031182013001005.
- LIGHTOWLERS M.W. & DONADEU M. (2017). Designing a Minimal Intervention Strategy to Control *Taenia solium*. *Trends Parasitol.*, **33**, 426–434. doi: 10.1016/j.pt.2017.01.011. Epub 2017 Feb 21.
- LIGHTOWLERS M.W., ROLFE R. & GAUCI, C.G. (1996). *Taenia saginata*: vaccination against cysticercosis in cattle with recombinant oncosphere antigens. *Exp. Parasitol.*, **84**, 330–338.
- LLOYD S. (2011). Other cestode infections. Hymenolepsis, diphyllorhynchosis, coenurosis, and other adult and larval cestodes. *In: Zoonoses. Biology, Clinical Practice, and Public Health Control*, Palmer S.R., Lord Soulsby E.J.L., Torgerson P.R. & Simpson D.I.H., eds. Oxford University Press, Oxford, UK, 644–649.

LLOYD S., MARTIN S.C., WALTERS T.M.H. & SOULSBY E.J.L. (1991). Use of sentinel lambs for early monitoring of the South Powys Hydatidosis Control Scheme: prevalence of *Echinococcus granulosus* and some other helminths. *Vet. Rec.*, **129**, 73–76.

LOOS-FRANK B. (2000). An up-date of Verster's (1969) 'Taxonomic revision of the genus *Taenia*' (Cestoda) in table format. *Syst. Parasitol.*, **45**, 155–183.

MURO C., GOMEZ-PUERTA L., FLECKER, R.H., GAMBOA R., VILCHEZ BARRETO P., DORNY P., TSANG V.C.W., GILMAN R.H., GONZALEZ A.E., GARCIA H.H., O'NEAL S.E. for the Cysticercosis Working Group in Peru (2017). Porcine Cysticercosis: Possible Cross-Reactivity of *Taenia hydatigena* to GP50 Antigen in the Enzyme-Linked Immuno-electrotransfer Blot Assay. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, **97**, 1830–1832. doi: 10.4269/ajtmh.17-0378

POUDEL I., SAH K., SUBEDI S., KUMAR SINGH D., KUSHWAHA P., COLSTON A., GAUCI C.G., DONADEU M. & LIGHTOWLERS, M.W. (2019). Implementation of a practical and effective pilot intervention against transmission of *Taenia solium* by pigs in the Banke district of Nepal. *PLoS Negl. Trop. Dis.*, **13**, e0006838.

RICKARD M.D., HARRISON G.B., HEATH D.D. & LIGHTOWLERS M.W. (1995). *Taenia ovis* recombinant vaccine – 'quo vadit'. *Parasitology*, **110** Suppl, S5–S9.

SCIUTTO E., MARTINEZ J.J., VILLALOBOS N.M., HERNANDEZ M., JOSE M.V., BELTRAN C., RODARTE F., FLORES I., BOBADILLA J.R., FRAGOSO G., PARKHOUSE M.E., HARRISON L.J. & DE ALUJA A.S. (1998). Limitations of current diagnostic procedures for the diagnosis of *Taenia solium* cysticercosis in rural pigs. *Vet. Parasitol.*, **79**, 299–313.

SITHOLE M.I., BEKKER J.L., TSOTETSI-KHAMBULE A.M. & MUKARATIRWA S. (2019). Ineffectiveness of meat inspection in the detection of *Taenia solium* cysticerci in pigs slaughtered at two abattoirs in the Eastern Cape Province of South Africa. *Vet. Parasitol. Reg. Stud. Reports*, **17**, 100299. doi: 10.1016/j.vprsr.2019.100299.

SOULSBY E.J.L. (1982). Helminths, Arthropods and Protozoa of Domesticated Animals, Seventh Edition. Balliere Tindall, London, UK, 809 p.

TREVISAN C., MKUPASI E.M., NGOWI H.A., FORKMAN B., JOHANSEN M.V. (2016). Severe seizures in pigs naturally infected with *taenia solium* in Tanzania. *Vet. Parasitol.*, **15**, 67–71.

VAN KERCKHOVEN I., VANSTEENKISTE W., CLAES M., GEERTS S. & BRANDT J. (1998). Improved detection of circulating antigen in cattle infected with *Taenia saginata* metacestodes. *Vet. Parasitol.*, **76**, 269–274.

VERSTER A. (1969). A taxonomic revision of the genus *Taenia* Linnaeus 1758 s. str. *Onderstepoort J. Vet. Res.*, **37**, 3–58.

WALTHER M. & KOSKE J.K. (1980). *Taenia saginata* cysticercosis: a comparison of routine meat inspection and carcass dissection results in calves. *Vet. Rec.*, **106**, 401–402.

WANZALA W., ONYANGO-ABUJE J.A., KANG'ETHE E.K., ZESSIN K.H., KYULE N.M., BAUMANN M.P., OCHANDA H. & HARRISON L.J. (2003). Control of *Taenia saginata* by post-mortem examination of carcasses. *Afr. Health Sci.*, **3**, 68–76.

YAMASAKI H., ALLAN J.C., SATO M.O., NAKAO M., SAKO Y., NAKAYA K., QIU D., MAMUTI W., CRAIG P.S. & ITO A. (2004). DNA differential diagnosis of taeniasis and cysticercosis by multiplex PCR. *J. Clin. Microbiol.*, **42**, 548–553.

\*

\* \*

**NB:** En el momento de la publicación (2021) no existían Laboratorios de Referencia de la OIE para el cisticercosis (incluida la infección por *Taenia solium*) (puede consultarse la página web de la OIE: <https://www.oie.int/es/que-ofrecemos/red-de-expertos/laboratorios-de-referencia/#ui-id-3>)

**NB:** ADOPTADO POR PRIMERA VEZ EN 1991. ÚLTIMAS ACTUALIZACIONES ADOPTADAS EN 2021.