

CAPÍTULO 3.9.5.

CISTICERCOSIS*¹

RESUMEN

Definición y 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 y de los perros y cánidos salvajes. La cisticercosis bovina (principalmente en los músculos) y la cisticercosis porcina (principalmente en los músculos, el sistema nervioso central [SNC] y el hígado) 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 y en la musculatura 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. 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.

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

Pruebas inmunológicas: Las infecciones por parásitos adultos del género *Taenia* se pueden reconocer mediante la detección de los coproantígenos de *Taenia* en heces empleando un enzimoimmunoanálisis de captura de antígeno (Ag-ELISA), pero la prueba no diferencia las

¹ 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

especies. Existe una prueba comercial para la detección de antígeno derivado de parásito circulante en el suero del ganado vacuno o de cerdos o seres humanos con cisticercosis causada por *T. saginata* o *T. solium*. El empleo de técnicas basadas en ADN específico de especie sigue siendo experimental.

Pruebas serológicas: Actualmente las pruebas de detección de anticuerpos en el suero no se utilizan para el diagnóstico de la cisticercosis en los animales, excepto con fines epidemiológicos. Existen pruebas para el diagnóstico serológico de la NCC en humanos.

Requisitos para las vacunas: Se han identificado antígenos vacunales excelentes de los metacestodos, pero no de las fases adultas de *T. ovis*, *T. multiceps*, *T. saginata* y *T. solium*. En Nueva Zelanda se ha registrado una vacuna de *T. ovis* pero no se comercializa. Por otra parte, existe una vacuna de *T. solium* que está en vías de registro y de comercialización. Asimismo, la combinación de vacunación y de tratamiento con oxfendazol (OFZ) fue muy efectiva para el control experimental de la transmisión natural al cerdo.

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, perros y cánidos 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 neurocisticercosis humana (NCC). 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 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 los metacestodos de ovejas, cabras y otros rumiantes, que se presentan en la mayor parte del mundo, aunque *T. multiceps* ha desaparecido de EE. UU., Australia y Nueva Zelanda. *Taenia ovis* se encuentra en los músculos estriados y cardíaco 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. 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. Estas liberan alrededor de la mitad de sus huevos por el punto de rotura hacia el interior de la masa fecal. A continuación, alrededor del 50% de los segmentos de *T. saginata* y de los ténidos de los cánidos migran espontáneamente y caen desde el ano al suelo, el resto de los segmentos son expulsados con las heces. Los segmentos migran liberando la mayor parte del resto de sus huevos al suelo y a la vegetación o a las heces, respectivamente. 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 huevos son infectivos en cuanto son expulsados. Los animales contraen la infección por ingesta de alimento o agua contaminados por huevos pegajosos, o por la ingesta de segmentos o de heces que contengan huevos. Es posible que los cerdos también contraigan *T. solium* por coprofagia de las heces de otros cerdos que han ingerido los segmentos. 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 a través de movimientos antiperistálticos y la incubación interna de los huevos. 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. se clasifica en el Grupo 2 de Riesgo de infección humana y debe manipularse aplicando las medidas correspondientes, que se describen en 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*. Las medidas de biocontención deben determinarse mediante un análisis del riesgo, como se describe en el Capítulo 1.1.4.

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 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 (*Cysticercus bovis*) 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 x 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 parece sobrevivir durante menos tiempo, entre unos pocos meses y 1 año. 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 con las heces formando cadenas.

Los metacestodos (*C. cellulosae*) se encuentran en los músculos y el sistema nervioso central (SNC) de los cerdos (solitaria porcina), los osos o los perros 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.

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. multiceps</i>	22–30 (20–34)	157–177 (120–190)	98–136 (73–160)	284–388	2	Si	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	Si	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 (*C. viscerotropica*) 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 (*C. ovis*) 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 (*C. tenuicollis*) 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 rellenos 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. Sin embargo, recientemente se ha notificado en un niño la presencia de *T. taeniaeformis* con huevos ténidos morfológicamente indistinguibles. 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 seguido de una purga salina y se identifican por la morfología del escólex y los proglótidos maduros. En México se ha utilizado una herramienta para la autodetección (Flisser *et al.*, 2011); a los médicos de hospital se les proporcionan segmentos de tenia en frascos y un manual con preguntas para los pacientes con el fin de tratar de identificar a los portadores. En animales, es útil la purga con arecolina; de nuevo, los vermes recogidos se identifican morfológicamente. La arecolina ya no está disponible como antihelmíntico, pero se puede obtener a partir de empresas de suministros químicos. Al tener efectos adversos, se deberían excluir de su tratamiento los animales viejos, débiles y gestantes. Una dosis de 4 mg/kg debería conseguir la purga en menos de 30 minutos a condición de que no ingieran alimentos durante varias horas (i.e. administrándola a perros con el estómago vacío). El paseo y el masaje abdominal en los casos recalcitrantes o la administración de enemas a los perros estreñidos puede evitar la utilización de una segunda dosis (2 mg/kg), que sólo se debería administrar cuidadosamente. Por fortuna, la purga con arecolina se está reemplazando rápidamente por un ELISA coproantígeno para *Echinococcus* sp. y quizás en el futuro también lo será para el caso de *Taenia* sp. Se puede recuperar la tenia después del tratamiento con antihelmínticos, y eliminarse 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 algunos huevos en el intestino y se pueden encontrar en las heces. Alrededor del 50% de los segmentos de *T. saginata*, *T. asiática* y la *Taenia* del perro pueden migrar espontáneamente desde el ano, y es probable que 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. Los huevos se expulsan hacia el interior de la masa fecal, pero los segmentos migratorios vacían alrededor de la mitad de sus huevos en la superficie de las heces (que las moscas se comerán) y la zona circundante, y sobre el suelo, tras caer del ano. 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 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 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) 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; Gonzalez *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 comercializa un Ag-ELISA para detectar coproantígenos de *Taenia*, en *Cestode Diagnostics*, Universidad de Salford² y puede desarrollarse independientemente si se dispone de instalaciones de laboratorio (Allan *et al.*, 1992). Esta técnica Ag-ELISA la desarrollaron experimentalmente Allan *et al.* (1992) para detectar coproantígenos en los perros, de modo que, con los controles adecuados, podría utilizarse para detectar las infecciones de *Taenia* en esta especie. La técnica, no obstante, sólo es específica para los cestodos del género *Taenia*. La prueba consiste en un ensayo en fase sólida con micropocillos recubiertos con anticuerpo policlonal de conejo específico anti-*Taenia* (TSA). La técnica básica es la siguiente:

2 La información sobre la disponibilidad de Ag-ELISA para la detección del coproantígeno de *Taenia* para estudios epidemiológicos o un posible uso puede solicitarse al Profesor P.S. Craig, Experto de Referencia de la OIE en Equinococosis (consúltese la Tabla de la Parte 4 de este *Manual Terrestre*)

1.7.1. Procedimiento analítico

- i) Se recoge el sobrenadante fecal a partir de muestras fecales frescas, congeladas o formalinizadas (formalina al 5% a 4°C). La muestra se agita vigorosamente hasta formar un compuesto acuoso en una relación igual peso/volumen de solución salina tamponada con fosfato 0,15 M (PBS) que contenga Tween 30 al 0,3%. El sobrenadante se recoge mediante centrifugación a 2.000 **g** durante 30 minutos.
- ii) La porción soluble de extractos de los proglótidos no grávidos de *Taenia* se obtiene después de la emulsión en PBS y la centrifugación.
- iii) Se prepara el antisuero hiperinmune de conejo frente al extracto soluble de los proglótidos y se aísla la fracción IgG por pases y la elución de la IgG unida a partir de Proteína A-Sepharosa CL 4B. Parte de la fracción de IgG se conjuga con la peroxidasa tipo VI (Sigma). Los sueros se conservan en pequeñas cantidades congeladas a –20°C. Puede ser necesario que los sueros sean absorbidos mediante heces normales de perro empacadas en una relación de 2/1 mezclándolos durante 1 hora y recuperándolos por centrifugación.
- iv) Se cubren placas de microtitulación de fondo plano (Dynatech) con anticuerpo de conejo anti IgG de *Taenia* (el contenido proteico debe ser de 5–25 µg/ml y se determina por espectrofotometría UV) empleando 100 µl/pocillo, los antisueros se diluyen en tampón NaHCO₃/Na₂CO₃ 0,05 M pH 9,6. Las placas se incuban toda la noche a 4°C, los pocillos se lavan tres veces con PBS/Tween al 0,1%, se bloquean con PBS/Tween al 0,3% durante 1 hora y se lavan de nuevo. Se añaden 100 µl del sobrenadante fecal que contenga suero fetal bovino al 50% y las placas se incuban durante 1 hora y seguidamente se lavan tres veces. Se añaden 100 µl de anticuerpo anti IgG de *Taenia* conjugado a peroxidasa (diluida 1/100 o 1/200) y se incuban las placas durante 1 hora antes de lavarlas tres veces. La solución de sustrato (100 µl de ácido 5-amino-salicílico y H₂O₂ al 0,005% en tampón fosfato 0,1 M que contenga Na₂EDTA [ácido etilendiaminotetraacético] 1 mM a pH 6,0) se añade durante 25 minutos y el resultado se lee a 450 nm. Los valores de corte son la media más 3 desviaciones estándar respecto a los valores de las heces normales de perro.

1.8. Diagnóstico de metacestodos

Los metacestodos de *T. solium* o de *T. saginata* 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 o vacas muy infectados por metacestodos; además serán difíciles de diferenciar de los sarcosporidios.

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 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, a menudo son ovales, de aproximadamente 10 × 5 mm o mayores, con una membrana del parásito blanca y delicada, bastante traslúcida 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 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, 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 de *Taenia solium* sobreviven durante muchos años en el encéfalo del ser humano, y a menudo solo se observan síntomas cuando el quiste empieza a degenerar.

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, que es muy desagradable a la vista, 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. La PCR sería de utilidad, pero es experimental, para descubrir un cestodo nuevo en una especie hospedadora o en un área geográfica en la que, históricamente, está 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. saginata* y *T. solium* del ganado vacuno y los cerdos con medicamentos tales como el albendazol y el oxfendazol (OFZ), 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. No obstante, los quistes que se hayan muerto antes del tratamiento del animal permanecerán visibles y de tamaño grande.

Los procedimientos de inspección de carnes varían según el parásito y el hospedador implicados, es decir, si hay zoonosis o no, el tejido afectado y las normativas del país. 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 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, los mesenterios o el omento, o de *T. multiceps* en el encéfalo.
- 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.

En general, el corte inicial en el tejido es el más importante, pero los reglamentos pueden 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. Los criterios sobre las canales infectadas se encuadran en tres categorías: i) se aprueba el consumo humano; ii) se declara parcialmente no apta para el consumo y se aprueba el resto de la canal, pero en el caso de zoonosis por *T. saginata* o *T. solium*, deben tratarse tanto la canal como la carne y las vísceras; y iii) se declara totalmente no apta para el consumo debido a que las canales presentan una infección severa o proceden de animales enfermos demacrados.

1.8.2. Inspección de la carne – diferenciación de especies

i) *Taenia saginata*

a) Preferencia de lugar

Normalmente no se examinan terneras de menos de 6 semanas o de <32 Kg. 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 del cuerpo. Si se encuentra una canal infectada en un lote, todas aquéllas del mismo lote se pueden mantener retenidas hasta que se obtenga la confirmación del laboratorio. Si se confirma la infección por cisticercos de *T. saginata*, normalmente se realizan cortes adicionales en las canales del lote; todas las lesiones sospechosas encontradas en el resto del lote se consideran debidas a *T. saginata* sin que se necesite la confirmación del laboratorio. 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*; esto apunta a que puede existir un cestodo no identificado que infecta al ganado (Abuseir *et al.*, 2006).

b) Juicio clínico

Si se considera que una canal está infectada fuertemente, entonces se declaran no aptos para el consumo la canal, incluidos los despojos y la sangre. La descripción de una infección severa varía, pero, generalmente, consiste en la detección de los quistes en dos de los lugares predilectos más dos lugares en las patas. En el caso de una infección menor, las partes infectadas y los tejidos circundantes se eliminan y se declaran no aptas para el consumo. Incluso la presencia de un solo quiste requiere el tratamiento de la canal y las vísceras comestibles, y esto se justifica por el hecho de que, al diseccionar en torno al 10% de las canales con infección leve, se descubrió que tenían parásitos muertos y parásitos viables en su interior. El tratamiento varía según el país y los medios disponibles e incluye: i) la congelación a temperatura inferior a -10°C durante >10 a 14 días, o inferior a -7°C durante 21 días; ii) las cajas de carnes con hueso se congelan a menos de -10°C durante >20 días; iii) el tratamiento de la totalidad a una temperatura aproximada de 60°C ; iv) el tratamiento a vapor a una presión moderada ($0,49\text{ kg/cm}^2$); v) el calentamiento a $95\text{--}100^{\circ}\text{C}$ durante 30 minutos; o vi) el encurtido en solución salina durante 21 días a $8\text{--}12^{\circ}\text{C}$. Para la congelación por corriente de aire se indica que una caja de 30 kg requiere 2 ciclos de 24 horas a $-30,9^{\circ}\text{C}$ seguido de la conservación en frío durante 72 horas a $-23,3^{\circ}\text{C}$ para conseguir la muerte de los escólices. Con frecuencia se

puede exportar la carne no tratada aunque en algunos países se puede exportar de forma enlatada.

ii) *Taenia solium*

a) 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.

b) Juicio clínico

En algunos países, cualquier cerdo infectado, ya sea leve o gravemente, junto con sus vísceras y sangre será rechazado para consumo. En las regiones donde es frecuente la infección, se pueden aceptar las canales con infección leve para cocinar y encurtir y a veces congelar.

iii) *Taenia asiatica*

a) Preferencia de lugar

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

b) Juicio clínico

Decomiso del hígado.

iv) *Taenia hydatigena*

a) 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 tremátodos. Si es posible, mediante la identificación de los cisticercos o de los tremátodos 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.

b) Juicio clínico

Normalmente sólo hay unos pocos quistes o rastros y pueden recortarse. Se decomisan los hígados y el omento fuertemente infectados. En ocasiones muy infrecuentes se observan infecciones agudas con cantidades grandes de parásitos

migratorios que causan hepatitis traumática, ascitis, edema, etc., que darían lugar a un decomiso secundario de la canal.

v) *Taenia multiceps*

a) 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.

b) Juicio clínico

En principio sólo se decomisa la cabeza o se eliminan por recorte los quistes ocasionales en los lugares intermusculares o subcutáneos. En caso de infección crónica, puede que el animal, al no haberse podido alimentar, sea rechazado por su estado de emaciación, etc.

vi) *Taenia ovis*

a) 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*.

b) Juicio clínico

Comúnmente la detección de hasta 2–5 quistes conlleva la eliminación por recorte y se acepta la canal. Esto no impide la presencia antiestética de parásitos vivos o degenerados en otros tejidos. Se están probando los ultrasonidos y los rayos X para tratar de detectarlos. Algunas autoridades pueden requerir que la carne sea deshuesada, limpiada y congelada o cocida. En las infecciones graves se rechaza la canal.

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 Kenia, 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 el hombre, los signos más comunes presentados en la NCC debida a *T. solium* son ataques repentinos seguidos de dolor de cabeza, pero se pueden observar varios signos, tales como vómitos, psicosis, etc., dependiendo de la cantidad, localización y viabilidad o nivel de degeneración de los cisticercos (viable, en transición a la muerte, calcificación) (Carpio *et al.*,

1994; Flisser *et al.* 2011). En el ser humano, la evaluación clínica y, o bien la tomografía computarizada (CT) o bien la resonancia magnética (RM) permiten determinar las localizaciones parenquimatosas y extraparenquimatosas exactas y la viabilidad de los metacestodos de *T. solium* y *T. multiceps*, así como seguir el avance de la lesión. Estos siguen siendo los medios más eficaces para el diagnóstico, pero en áreas endémicas puede que no se disponga de servicios de imagen. Los quistes calcificados de los tejidos se detectan por radiografía. La localización de los quistes de *T. multiceps* en el encéfalo ovino podría determinarse por los signos clínicos que presenta el animal y, posiblemente, por un ablandamiento del cráneo a la altura del lugar donde se encuentra el cenuro.

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 (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. 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.

C. REQUISITOS PARA LAS VACUNAS

No se dispone de ninguna norma aceptada a nivel internacional para la producción de vacunas. Sin embargo, sí existe bastante información publicada sobre moléculas inmunógenas, su tecnología recombinante y su extracción, así como su eficacia a nivel experimental y en algunos ensayos de campo. Estas estrategias ofrecen la expectativa de conseguir vacunas técnicamente efectivas en el futuro, siempre que los análisis de la rentabilidad sean favorables.

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.
- CARPIO A., PLACENCIA M., SANTILLAN F. & ESCOBAR A. (1994). A proposal for classification of neurocysticercosis. *Can. J. Neurol. Sci.*, **21**, 43–47.
- 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.

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.

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.

GASSER R. & CHILTON N.B. (1995). Characterisation of taeniid cestode species by PCR-RFLP of ITS2 ribosomal

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.

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>

KHALIL L.F., JONES A. & BRAY R.A. (1994). Keys to the Cestode Parasites of Vertebrates. Wallingford, Oxon, UK: CAB International.

LAWSON, J.R. & GEMMELL, M.A. (1990) Transmission of taeniid tapeworm eggs via blowflies to intermediate hosts. *Parasitology*, **100**: 143-146.

LLOYD S. (2011). Other cestode infections. Hymenolepsis, diphyllbothriosis, 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.

RODRIGUEZ S., WILKINS P. & DORNY P. (2012). Immunological and molecular diagnosis of cysticercosis. *Pathog. Glob. Health*, **106**, 286–298.

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.

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

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.

*

* *

NB: ADOPTADO POR PRIMERA VEZ EN 1991: ÚLTIMAS ACTUALIZACIONES ADOPTADAS EN 2014.