

IV. LA CISTICERCOSIS PORCINA EN MÉXICO

ALINE S. DE ALUJA

LA POBLACIÓN PORCINA EN MÉXICO es de 14 625 199 animales;¹ de éstos se calcula que alrededor del 60% son cerdos de granja, criados en condiciones altamente tecnificadas de confinamiento estricto, en espacios reducidos y sin ningún contacto con la tierra, aguas fluviales o estancadas. Los animales restantes, que se calcula constituyen entre 30 y 40% de la cantidad total, corresponden a los llamados “cerdos de traspatio”. Los cerdos de traspatio son aquellos que o bien viven confinados en patios o solares, con poca posibilidad de movimiento, o los que pasan la mayor parte del día deambulando en calles y campos en las comunidades rurales del país (figuras IV.1, IV.2 y IV.3).



FIGURA IV.1. *Cerdos descansando en la calle de un pueblo.*

¹ Datos del Sistema Integral de Información Agrícola y Pesquera.



FIGURA IV.2. *Cerdos pastoreando en el campo.*



FIGURA IV.3. *Cerdo bañándose en un charco de aguas negras.*

A estos últimos también se les designa como “cerdos rústicos”. Estos animales reciben poca atención de sus dueños y pasan gran parte del tiempo buscando su comida, entre la cual la materia fecal humana es muy gustada y la encuen-

tran con relativa facilidad por la costumbre de los habitantes en las zonas rurales de defecar al ras del suelo (figuras IV.4 y IV.5) o en lugares de los patios y solares donde los cerdos tienen acceso ex profeso a las deyecciones (Aluja, 1982) (figuras IV.6 y IV.7). En realidad, los cerdos que deambulan por los pueblos constituyen un elemento valioso para mantenerlos razonablemente limpios, ya que ingieren toda clase de material orgánico que se suelen encontrar. Al explicar



FIGURA IV.4. *Cerdo comiendo materia fecal.*



FIGURA IV.5. *Niño defecando y cerdo esperando comer (flechas).*



FIGURA IV.6. *Letrina construida ex profeso para que los cerdos ingieran la materia fecal. (Flecha blanca: asiento; flecha roja: salida de la material fecal para los cerdos.)*



FIGURA IV.7. *Letrina construida ex profeso para que los cerdos ingieran la materia fecal. Un cerdo se asoma por el conducto del asiento.*

a un grupo de habitantes de un pueblo que sería recomendable tener a sus cerdos confinados para que no tengan acceso a desperdicios en la calle, se nos preguntó: “¿Pero qué les damos de comer entonces? Nuestro maíz apenas alcanza para la familia y no se lo podemos dar a los cochinos”. Este argumento explica la

problemática de estos campesinos marginados que poseen unos pocos cerdos sin poderles dar una alimentación correcta y los dejan que coman lo que encuentren. Por otro lado, no pueden prescindir de ellos, ya que constituyen una forma de ahorro para cuando haya una emergencia familiar o una festividad en la comunidad.

B. F. Copado (Copado *et al.*, 2004) estudió el comportamiento de los cerdos rústicos en una comunidad rural del estado de Guerrero y encontró que estos animales viven en grupos con estructuras bien organizadas. Los grupos comprendían entre nueve y 16 individuos, hembras y machos adultos, subadultos y lechones. Su comportamiento era distinto en la época de lluvia y en la de sequía, ya que en la zona de estudio el clima es muy caliente durante la época de sequía y los animales adultos son poco activos durante las horas de más calor. No así en la época de lluvias, que se caracteriza por temperaturas más bajas y mayor disponibilidad de plantas forrajeras, lo que los motiva a recorrer distancias de hasta 3 km. El animal líder, en la mayoría de los casos, era una hembra, la que solía ser la más vieja del grupo, lo que se explica por el hecho de que las hembras se conservan como pies de cría por más tiempo que los demás animales. Al encontrar materia fecal, el animal líder es el que primero la ingiere, y para los demás miembros del grupo sólo quedarán unos huevos dispersos en la tierra. Durante la época de calor la disponibilidad de materia fecal fue mayor, probablemente porque en la de lluvia, el agua la arrastra (Copado *et al.*, 2004).

Cuando la materia fecal proviene de una persona portadora de la *Taenia solium* (solitaria), el cerdo se infecta con los huevos y se desarrollarán en él los metacestodos o cisticercos, que en diferentes zonas del país reciben nombres como: zahuate, grano, granillo, granizo, tomate y otros. En el intestino delgado, los huevos pierden sus envolturas por acción de las sales biliares y enzimas proteolíticas, y las oncosferas o embriones hexacantos atraviesan activamente la mucosa intestinal, proceso durante el cual pierden sus ganchos. Por vía sanguínea o linfática, llegan al hígado y de allí al corazón, de donde serán repartidos a los músculos esqueléticos y cardiaco, al encéfalo y con menor frecuencia a vísceras para desarrollarse en las larvas (metacestodos o cisticercos). En este proceso, nuevamente se forma la doble corona de 22 a 32 ganchos. Salas (2001) ha seguido por métodos histoquímicos la localización de las oncosferas después de la infección experimental y ha demostrado que a los dos días postinfección (p.i.) se identifican estructuras parasitarias en la luz del intestino delgado, vasos sanguíneos, mesentéricos, nódulos linfáticos mesentéricos y músculos esquelé-

ticos. A los cuatro días p.i. todavía se localizan en la luz del intestino delgado, y aparecen en el hígado y músculos esqueléticos. Las formas postoncosferales, entre dos y seis días p.i., son redondas u ovoides, de un tamaño entre 6 y 34 x 27 μm . A partir del día 14 p.i., las estructuras parasitarias están bien desarrolladas, de tamaño superior a 550 x 750 μm , distinguiéndose la vesícula con el contenido acuoso transparente y el escólex con su doble corona de ganchos (Salas, 2001).

Se ha incriminado a las moscas como posibles vectores de los huevos de *Taenia solium*; Martínez *et al.* (2000) informan de un estudio al respecto. No pudieron demostrar la presencia de huevos de *Taenia solium* en el intestino ni en las extremidades de la *Musca domestica*.

Microscópicamente, es posible detectar las vesículas entre cuatro y seis semanas después de haber perforado la pared intestinal: contienen un líquido transparente y un pequeño punto blanco en su interior, que es el inicio del escólex del cisticerco. A los cuatro meses, la larva ha alcanzado su tamaño definitivo y es una vesícula que, extraída del músculo, mide entre 0.4 y 0.8 cm de ancho y 0.8 y 1.12 cm de largo (figuras IV.8 y IV.9).

Es ésta la forma infectante del metacestodo (figuras IV.10, IV.11, IV.12 y IV.13). Una vez instalado el cisticerco, permanece en su forma vesicular por tiempos variables que dependen, en primer lugar, de la cantidad de metacestodos presente y también quizá del estado de nutrición del animal.

En los cerdos mal alimentados que deambulan en los pueblos, suelen encontrarse infecciones masivas con grandes cantidades de metacestodos vesiculares, mientras que en animales experimentalmente infectados, con buena

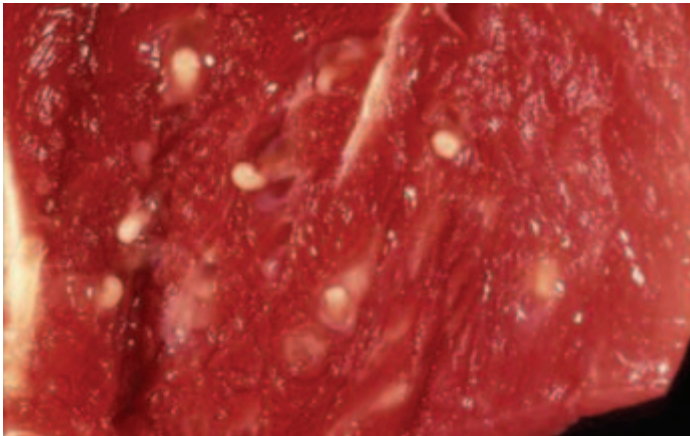


FIGURA IV.8. Cisticercos vesiculares en tejido muscular.

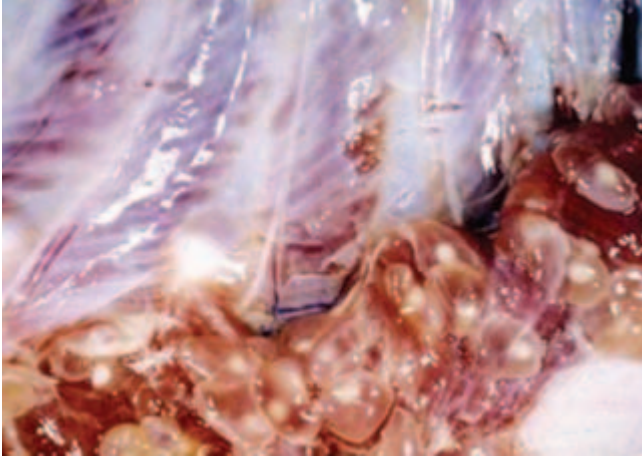


FIGURA IV.9. *Cisticercos vesiculares en diafragma.*



FIGURA IV.10. *Cisticercos en hígado de lechón. El punto blanco dentro de la vesícula corresponde al escólex.*

alimentación, estas formas vesiculares se transforman ya después de tres o cuatro meses en metacestodos coloidales (figura IV.14), y a los ocho meses la mayoría se encuentran en forma caseosa (figura IV.15). Santamaría *et al.* (2002) encontraron en los animales experimentalmente infectados que a menor número de cisticercos en el tejido, mayor es la proporción de larvas destruidas. Sin embargo, es importante tener presente que no se conoce la fecha de infección en los cerdos rústicos, lo que vuelve problemático comparar los eventos con los experimentalmente infectados.

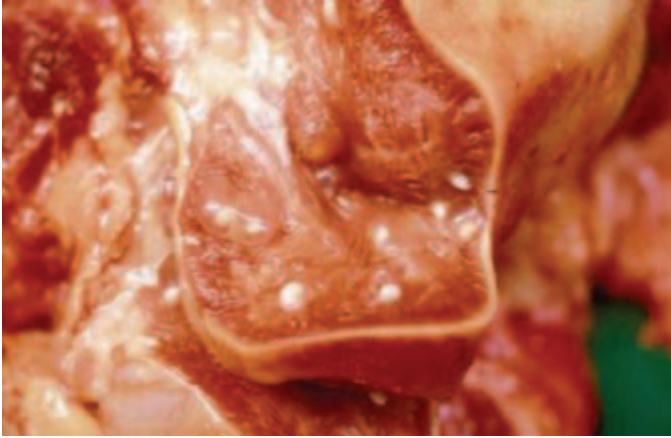


FIGURA IV.11. *Cisticercos vesiculares en lengua.*

FIGURA IV.12. *Corazón de cerdo con cisticercos vesiculares.*



FIGURA IV.13. *Encéfalo de cerdo con cisticercos vesiculares meníngeos.*

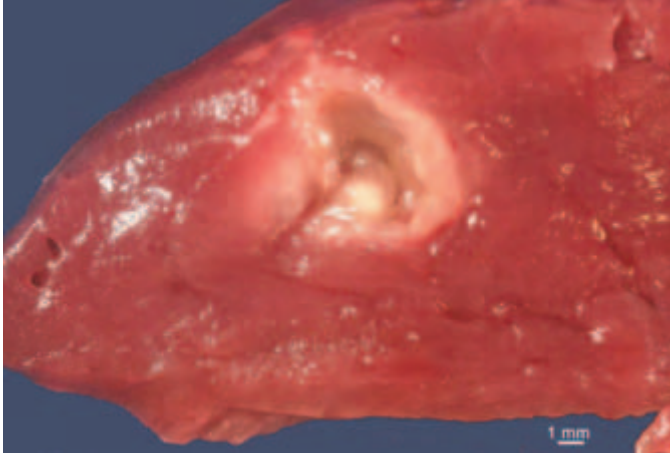
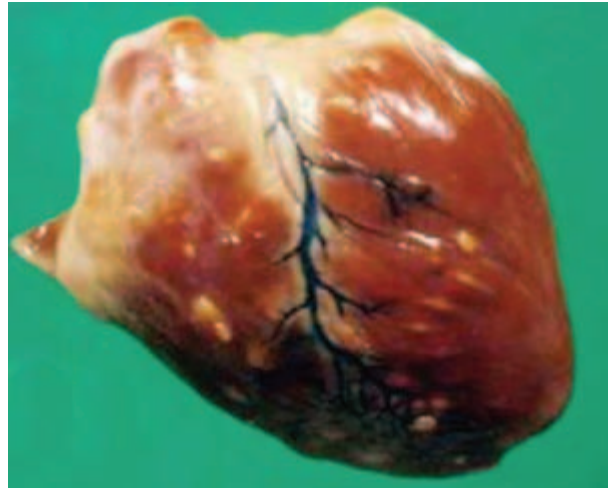


FIGURA IV.14. *Cisticercosidad en hígado. El líquido vesicular es turbio y gelatinoso, la cápsula está engrosada.*

FIGURA IV.15. *Corazón de cerdo con cisticercos caseosos y calcificados.*



IV.1. FRECUENCIA DE LA CISTICERCOSIS PORCINA

El primer estudio documentado en México data de 1889, cuando José de la Luz Gómez, el primer veterinario mexicano, publicó en la *Gaceta Médica*, órgano oficial de la Academia Nacional de Medicina, un trabajo sobre la cisticercosis porcina en la ciudad de México. Da a conocer un estudio en tocinerías en el que encontró, en 1888 y 1889, una frecuencia de 2.4 y 2.9% respectivamente.

Por la explicación que da el autor, puede asumirse que en aquel entonces los cerdos se mataban en las tocinerías, ya que no hace mención de rastros o mata-deros (Gómez, 1889).

En el siglo xx creció el interés en esta parasitosis debido al aumento de neurocisticercosis diagnosticada en medicina humana. Entre los primeros estudios que describen la epidemiología y la frecuencia en rastros de diferentes estados de la República, se encuentran en su mayoría tesis de licenciatura de estudiantes de medicina veterinaria y también informes de algunos científicos del país.²

Martínez Zedillo y Bobadilla Vela hicieron en 1987³ una revisión histórica de la cisticercosis porcina. Comparando los datos de 1929, 1954 y 1980-1981 acerca de la prevalencia de la cisticercosis en cerdos de algunos estados de la República, llama la atención que el panorama no ha cambiado mucho a través de los años (cuadro IV.1).

IV.1.1. Datos recabados por inspección sanitaria en los rastros

No existe en México una cifra oficial para conocer la cantidad de cerdos decomisados por cisticercosis; a continuación se enumeran algunas de las razones principales:

- En muchos rastros municipales del país, controlados por la Secretaría de Salud, no se lleva a cabo la inspección sanitaria, por lo que no se conocen las enfermedades de los animales que allí se matan.
- Los propietarios o intermediarios no llevan a los animales parasitados a los rastros municipales en que se efectúa la inspección sanitaria, sabiendo que se los van a decomisar. A este grupo pertenecen también los rastros TIF (Tipo Inspección Federal) controlados por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), en los que se produce carne para exportación, los que trabajan bajo un reglamento estricto y que son supervisados periódicamente por los países compradores.
- Una importante cantidad de cerdos en el medio rural se mata en los

² Véase Macías, 1911; Macías, 1936; Martínez-Rodríguez, 1974; Mazzotti, 1954; Reyna-Rodríguez, 1962; Yramategui-Zepeda, 1939.

³ "Historia de la cisticercosis porcina en México", *Archivos de Investigación Médica* 18:77-90.

CUADRO IV.1. *Frecuencia de cisticercosis porcina en 1929, 1954 y 1980-1981*

<i>Estado</i>	1929 <i>Hidalgo</i> (%)	1954 <i>Mazzotti</i> (%)	1980-1981 <i>Aluja</i> (%)
Aguascalientes	s. d.	0.52	6.9
Chihuahua	s. d.	3.32 (TIF)	2.8
Coahuila	s. d.	2.37	5.1
Durango	s. d.	2.21	10.4
Guanajuato	21.2	10.00	12.1
Michoacán	17.4	10.00	10.0
Morelos	s. d.	0.37	2.1
Querétaro	10.3	0.74	8.8
San Luis Potosí	7.8	0.67	2.9
Tlaxcala	11.1	3.3	5.4
Veracruz	s. d.	0.75	3.9
Zacatecas	23.7	2.10	1.37

s. d. = sin datos

TIF = Tipo de Inspección Federal

Referencias: Hidalgo, 1939; Mazzotti, 1954; Aluja, 1982.

domicilios de los dueños o en mataderos clandestinos, por lo que no son sometidos a inspección.

Datos obtenidos por medio de la inspección en lengua de los animales vivos en diferentes áreas del país, indican que en Morelos la prevalencia en varios pueblos es de 4 a 10%, habiendo algunos en los que se ha encontrado el 33% (Martínez Villalobos, 2001; Morales *et al.*, 2002).

En el estado de Puebla se ha informado de prevalencias de 14% (Huerta *et al.*, 2002). En Guerrero se han investigado pueblos con el 5.6% (Keilbach *et al.*, 1989) y hasta el 13% (Martínez *et al.*, 1997). En el Estado de México se han encontrado comunidades con un 20% de prevalencia (Aluja, 1982).

El grado de infección en los cerdos es muy heterogéneo, encontrándose canales con pocas larvas y otros en los que el tejido muscular está repleto de cisticercos. Las razones pueden ser varias: puede deberse a que no todos los animales tienen acceso a la materia fecal. De acuerdo con las observaciones de Copado *et al.* (2004), los cerdos forman grupos en los que uno es el dominante o

líder, y el que ingiere primero los desperdicios y deja muy poco para los demás miembros del grupo. También observaron que los cerditos recién destetados se infectan con mayor frecuencia durante la época de calor (Martínez *et al.*, 1997), (cuadro IV.2), lo que se explica con la observación de que cuando hace mucho calor, los animales adultos se mueven poco, mientras que los chicos, cuyo sistema termorregulador todavía no está muy desarrollado, sufren menos con las altas temperaturas, se mueven más y por lo tanto tienen más posibilidades de ingerir materia fecal humana (Aluja *et al.*, 1993; Copado *et al.*, 2004).

Cuando la materia fecal ingerida proviene de un portador de tenia que elimina en una deyección de tres a cuatro segmentos maduros (figura IV.16), el cerdo puede ingerir de una sola vez entre 180 a 240 mil huevos, y aunque no todos serán maduros e infectivos, llegarán a desarrollarse miles de metacestodos en este cerdo. Santamaría *et al.* (2002) hicieron un estudio infectando grupos de cerdos con 10 a 100 000 huevos maduros de una misma tenia y encontraron un cisticerco por animal en tres de cuatro cerdos inoculados con 10 huevos, y en el grupo que recibió 100 000 huevos encontraron en los cinco animales inoculados un mínimo de 368 y un máximo de 1 238 larvas. Constataron que a mayor cantidad de huevos ingeridos, menor eficiencia de la implantación. Con

CUADRO IV.2. Frecuencia de cerdos positivos* a metacestodos de *T. solium* por edad y por temporada del año, en la comunidad rural de Tianquizolco, Guerrero, México

Temporada	Edad de positivos (meses)	Número de positivos	Total de cerdos	Positivos %
Lluvias	2	0	10	0
	4	0	8	0
	5	3	6	50
Seca	2	5	10	50
	4	6	10	60
	5	2	8	25
	6**	1	2	50

* Evaluados *post mortem*.

** Sólo se sacrificaron dos cerdos de esa edad.

Diferencia entre temporadas (proporciones de positivos, signo Wilcoxon) (P = 0.22).

Diferencia entre temporadas (proporciones globales, Fisher) (P = 0.0068).

Referencia: Martínez *et al.*, 1997.



FIGURA IV.16. Segmentos de *Taenia* sp. (flechas) sobre materia fecal humana en el campo.

10 huevos ingeridos, ésta fue del 10%, mientras que con 100 000 huevos la eficiencia sólo fue del 0.76% (un promedio de 746 cisticercos por animal).

Otra de las razones de la gran variabilidad en el número de cisticercos en los cerdos se ha atribuido a diferencias genéticas en los mismos (Sciutto *et al.*, 1995), a diferencias de las tenias (Vega *et al.*, 2003), y al sexo de los animales (Morales *et al.*, 2002). Existen indicios que autorizan a suponer que algunas razas son más resistentes que otras a la infección (Sciutto *et al.*, 1995). Morales *et al.* (2002) han encontrado que el número de cisticercos es significativamente mayor en cerdas gestantes y también que en los verracos la cantidad es significativamente menor que en los machos castrados. Estos datos hacen suponer una influencia hormonal en el huésped para que se instalen las larvas.

IV.2. DIAGNÓSTICO

El método para detectar cerdos con cisticercosis en el campo sigue siendo la inspección de la lengua, en especial de su parte ventral. Es un procedimiento violento y traumático para los cerdos y agotador para el médico veterinario y sus ayudantes (figura IV.17), pero los métodos serológicos o de imagenología que dan buenos resultados en medicina humana y también en los cerdos, no son aplicables por ser laboriosos y de alto costo (Sciutto *et al.*, 1998b). Las opiniones

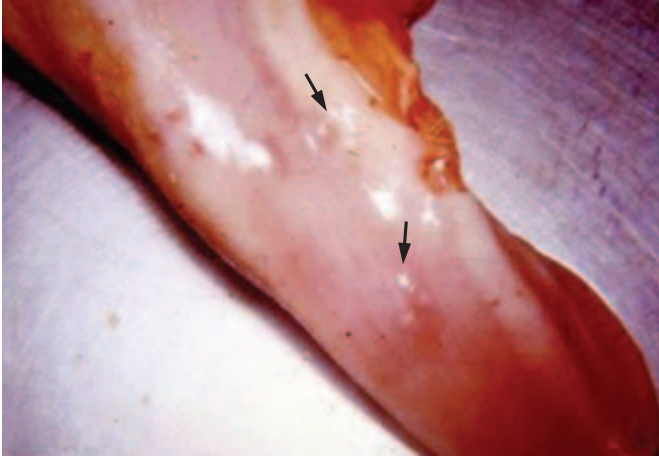


FIGURA IV.17. *Cisticercos vesiculares (flechas) en la cara inferior de una lengua.*

sobre a qué porcentaje de cerdos con cisticercosis se le puede detectar el parásito en lengua difieren. Viljoen (1937) informa de un 25%, Quiroz (2002), del 30% y otros autores entre el 50 y 70% (González *et al.*, 1990; Vargas *et al.*, 1986). Aun tomando la cifra de 70% como probable, el número total de animales parasitados aumentaría considerablemente en comparación con los que se les detectó el parásito en lengua.

La ultrasonografía es un método diagnóstico preciso y confiable. El método facilita la detección de los metacestodos en músculos esqueléticos y evita el procedimiento laborioso de la inspección en lengua, el cual sólo detecta entre el 50 o 70% de los animales infectados (figura IV.18).

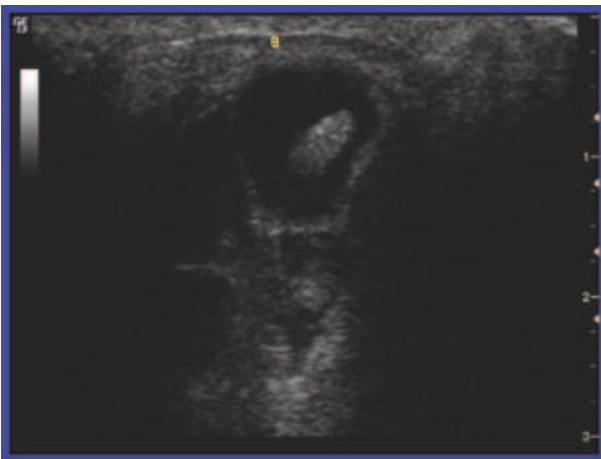


FIGURA IV.18. *Ultrasonografía de la mucosa ocular de un cerdo. Se observan dos cisticercos en los que resalta el escólex.*

IV.3. LUGARES DE PREDILECCIÓN DE LAS LARVAS

Vargas *et al.* (1986) han llevado a cabo un estudio para conocer cuáles son los lugares de predilección de los cisticercos en el cuerpo del animal y encontraron los siguientes músculos, en orden decreciente: maseteros, pterigoideos, tríceps, lengua, espaldilla, corazón, pierna, lomo, falda e intercostales. En el 99% de los animales experimentalmente infectados, se encuentran los cisticercos en el encéfalo.

IV.4. EDAD Y ASPECTO DE LOS METACESTODOS

Por su aspecto macroscópico, los metacestodos se distinguen en vesiculares, coloidales y caseosos o calcificados (Escobar, 1983). Los vesiculares son los infectivos, tienen un tamaño hasta de 0.4 a 0.6 x 0.8 a 1.18 cm, se separan fácilmente del tejido muscular y en su interior se distinguen bien el líquido transparente y un punto blanco que es el escólex armado (figura IV.10). Al poner estos cisticercos vesiculares en solución salina con el 10% de bilis de cerdo en la estufa a temperaturas de entre 37° C y 40° C, evaginan y el escólex con su cuello se mueve activamente buscando dónde fijarse (figura IV.19).

Los metacestodos coloidales se distinguen de los anteriores por tener una cápsula más gruesa y un líquido más espeso y turbio (figura IV.14). Están más adheridos al tejido del huésped y de allí son más difíciles de separar; al ponerlos

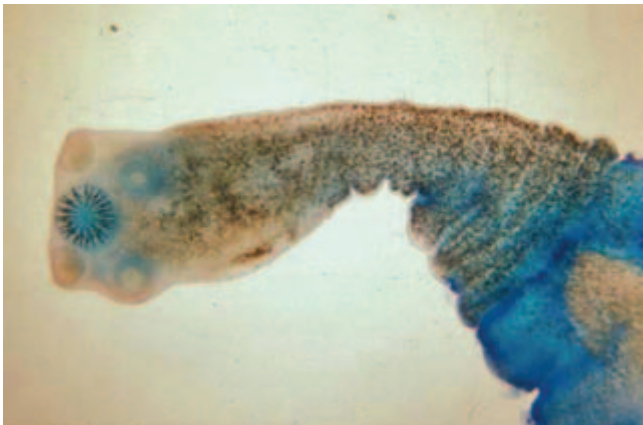


FIGURA IV.19. *Escólex y cuello de un metacestodo de T. solium evaginado.*

a evaginar, sólo lo hace un pequeño porcentaje. Los metacestodos caseosos ya no contienen líquido en su interior y, en su lugar, al corte aparece una masa caseosa que puede contener ganchos y, de acuerdo con el tiempo transcurrido, sales de calcio, aunque el proceso de calcificación en el cerdo es menos intenso que en los seres humanos. La forma infectiva de los cisticercos es la vesicular y en grado menor la coloidal temprana. La caseosa, desde el punto de vista de salud pública, ya no tiene importancia. En los cerdos que tienen mucho tiempo de haberse infectado, se suelen encontrar pequeños puntos blancos, como granitos de arroz, que corresponden a cisticercos muertos y ya casi totalmente absorbidos por el tejido del huésped. Estas diferencias en las fases de destrucción que se encuentran en los cerdos tienen importancia para la salud pública, ya que no todos los cisticercos que se ingieren darán lugar a tenias, en vista de que muchos ya no serán infectivos.

El aspecto microscópico de estas formas fue estudiado por Aluja y Vargas (1988). Describen que se inicia una reacción inflamatoria frente al canal de entrada de los metacestodos vesiculares, que se caracteriza por la presencia de numerosos eosinófilos que los autores califican como primera línea de defensa (figura IV.20). Estas células se adhieren al tegumento de la larva, el que, como consecuencia, se hincha y se vuelve hialino (figura IV.21).

Finalmente, los eosinófilos perforan el tegumento y se encuentran en el líquido vesicular. Otros penetran por el canal de entrada del metacestodo y dañan las paredes del mismo y llegan hasta el canal espiral (figuras IV.22 y IV.23). Simultáneamente con la actividad de los eosinófilos, llegan linfocitos que

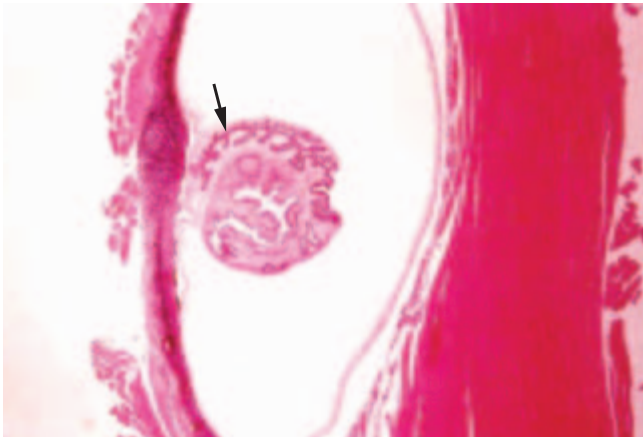


FIGURA IV.20. *Cisticercos con leve reacción inflamatoria cerca del canal de entrada (flecha) (técnica HE).*

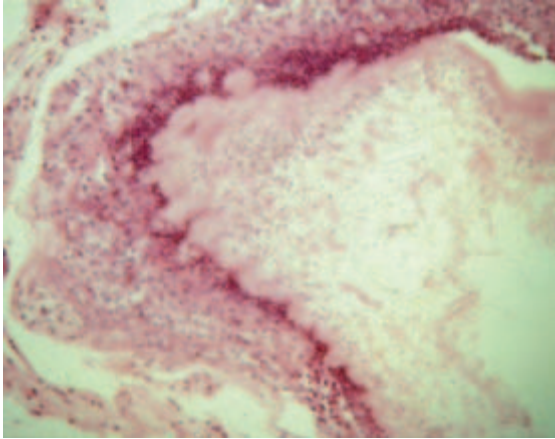


FIGURA IV.21. Acúmulos de eosinófilos adheridos al tegumento del parásito (técnica HE).

FIGURA IV.22. Eosinófilos en el canal de entrada (técnica HE).

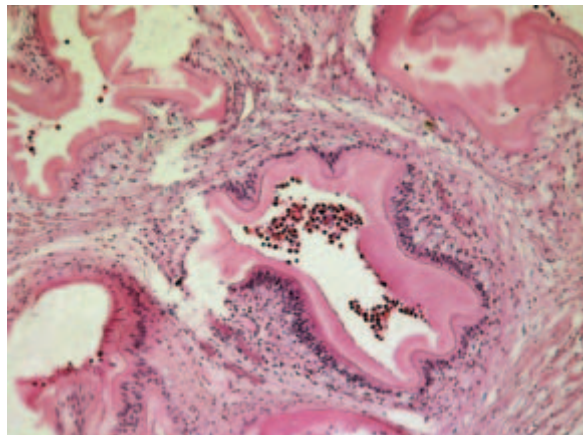
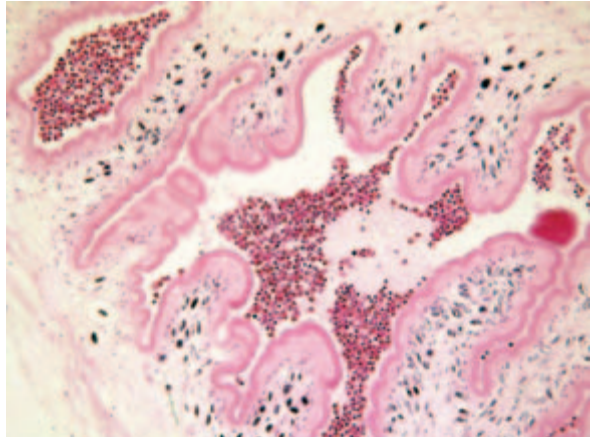


FIGURA IV.23. Eosinófilos en el canal espiral. Nótese el tegumento hinchado.

tienen tendencia de formar acúmulos comparables a folículos linfoides. Más adelante, en el proceso inflamatorio se observan neutrófilos y macrófagos.

Estos últimos forman células gigantes en las fases más avanzadas del proceso inflamatorio (figura IV.24). Estudios inmunohistoquímicos han demostrado que entre la respuesta inflamatoria activa contra el metacestodo figura la participación secuencial de linfocitos CD4⁺, CD8⁺ y IgM⁺ (Pérez-Torres *et al.*, 2002). En las fases finales, representadas macroscópicamente por las formas caseosas, se observa un exudado dentro de la cavidad vesicular que consiste de neutrófilos, eosinófilos, linfocitos y macrófagos necróticos. Las estructuras del metacestodo ya no se reconocen, únicamente podrán encontrarse los ganchos del escólex sueltos en este exudado e infiltración calcárea (figura IV.25). Esta

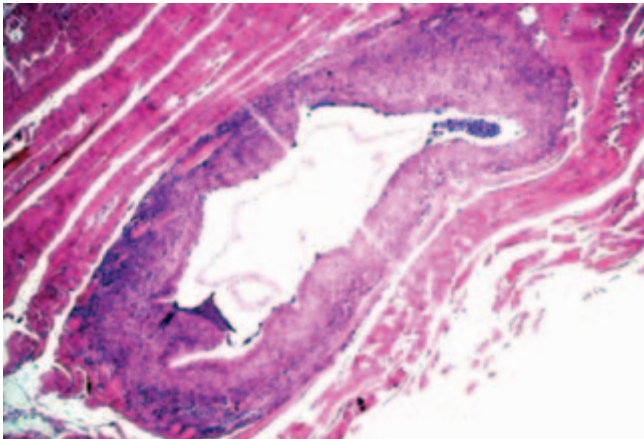
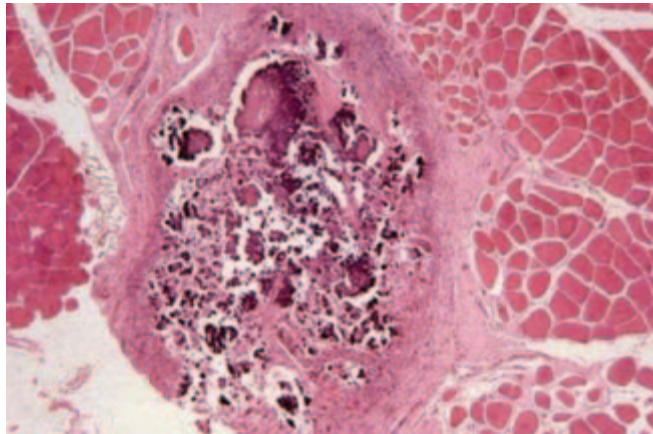


FIGURA IV.24. Exudado con abundantes linfocitos, macrófagos, neutrófilos (técnica HE).

FIGURAIV.25. Larva caseosa con infiltración calcárea (técnica HE).



forma caseosa pasa finalmente a ser una cicatriz, una formación de color blanco, ligeramente alargada, descrita macroscópicamente como “grano de arroz”. En ella predomina el tejido fibroso, puede haber presencia de algunas células inflamatorias y de ganchos, los que indican con seguridad que la lesión fue causada por un metacestodo de *Taenia solium*.

IV.5. EDAD DE LA PRIMOINFECCIÓN E INMUNIDAD

En condiciones experimentales, los cerdos que no han tenido contacto con *Taenia solium* pueden infectarse a cualquier edad. En comunidades rurales, Aluja *et al.* (1999) han encontrado cerdos de dos meses con cisticercos vesiculares pequeños pero ya bien formados (Aluja y Vargas, 1988). Entre la ingestión del huevo y la fase visible del cisticercos en el tejido muscular, transcurren de cuatro a seis semanas, de manera que puede inferirse que estos cerditos se infectaron a las pocas semanas de edad, cuando empiezan a hozar y acompañar a su madre para buscar alimento (cuadro IV.3; figura IV.26).

Se han hecho estudios experimentales para determinar si los animales están protegidos contra una segunda infección (Aluja *et al.*, 1996; Aluja *et al.*, 1999). Los resultados indican que la inmunidad dura por lo menos cinco meses, siempre y cuando la mayoría de las larvas se conserve en su forma vesicular. Nueve meses después de la primoinfección, cuando la mayoría de las larvas se encontraba en forma coloidal e inclusive caseosa, el 50% de los animales ya no esta-

CUADRO IV.3. *Frecuencia de cerdos positivos* a metacestodos de Taenia solium por edad en la comunidad rural de Tianquizolco, Guerrero, México*

<i>Edad en meses</i>	<i>Número de animales</i>	<i>Número de positivos</i>	<i>Frecuencia positivos</i>	<i>Localización</i>
2	20	5	25.0	Hígado
4	16	6	37.5	Hígado, músculos
5	14	5	35.7	Músculos, hígado
6	2	1	50.0	Músculos, hígado, cerebro
TOTAL	52	17	32.6	

* Evaluados *post mortem*.

Referencia: Martínez *et al.*, 1997.



FIGURA IV.26. *Lechones con su madre hozando.*

ban protegidos y se reinfectaron. Se ha observado que mientras los cisticercos conservan la forma vesicular, el nivel de anticuerpos en el animal se mantiene elevado, pero si la mayoría se encuentra en su forma caseosa, los anticuerpos disminuyen significativamente. Por lo tanto, mientras que los cisticercos en los cerdos son vesiculares, la reinfección es poco probable. En cuanto los cisticercos han degenerado y existen en forma caseosa o calcificada, los anticuerpos van desapareciendo y los animales pueden volver a infectarse (Aluja *et al.*, 1999). A nivel rural, donde los cerdos están en constante contacto con *Taenia solium*, no se ha estudiado si los animales pueden reinfectarse, pero es probable que mantengan un nivel de anticuerpos que los protege (Sciutto *et al.*, 1998a).

IV.6. SIGNOS CLÍNICOS EN EL CERDO

Por lo general, el cerdo infectado no manifiesta signos inequívocos. Es posible que un animal intensamente infectado se mueva menos, se levante más lentamente y sea menos activo en general, pero éstas son apreciaciones subjetivas que habría que comprobar. Se ha informado de una mayor sensibilidad del hocico de los animales infectados, que impide que puedan hozar y encontrar comida. Existen muy pocos informes de convulsiones en los animales infectados (Zürn, 1882), pero en nuestra experiencia no se han observado. Royo (1996) ha estudiado el hemograma de animales experimentalmente infectados y no ha encontrado cambios significativos.

IV.7. TRATAMIENTO

Varios autores han ensayado tratamientos con el fin de destruir a los metacercarios en el animal vivo. Téllez Girón (1989) informa de buenos resultados con varias dosis de fluobendazol; otros mencionan el tratamiento con praziquantel (Flisser *et al.*, 1990; Torres *et al.*, 1992), y Peniche Cárdenas *et al.* (2002) reportan el tratamiento exitoso con sulfóxido de albendazol por vía subcutánea durante ocho días. Si bien estos tratamientos son efectivos porque destruyen a los cisticercos, no representan una solución al problema para el pequeño productor, ya que aparte de las complicaciones que le causaría la aplicación de los medicamentos, hacen falta de dos a cuatro meses para que las larvas desaparezcan de los tejidos y con ello se restablezca el valor comercial de su animal, lo que significaría un gasto adicional para alimentarlo.

IV.8. LA INSPECCIÓN SANITARIA DE LA CARNE Y CRITERIOS DE DECOMISO

Entre las medidas importantes para poder controlar y eventualmente eliminar de México la teniasis/cisticercosis figura sin duda una inspección sanitaria a conciencia de la carne de cerdo que se va a vender al consumidor.

La inspección sanitaria en México se lleva a cabo por medio de un corte transversal profundo de los músculos tríceps y ancóneo derecho. Los reglamentos respectivos disponen que una canal con cisticercos debe decomisarse. En la mayoría de los casos esto no sucede, por las siguientes razones.

El animal no se sacrifica en un rastro donde haya inspección a conciencia de la carne, cosa que ocurre en muchos de los rastros municipales que no operan bajo la supervisión directa de la Secretaría de Salud y que son responsabilidad de los municipios (figura 1v.27).

En la mayoría de estos rastros municipales no existe la inspección sanitaria o la persona responsable de ella no asiste. La consecuencia es que no únicamente se vende carne con cisticercos, sino que la condición sanitaria de la carne que procede de estos lugares es en general inaceptable. El faenado de los animales muertos se lleva a cabo en el suelo, en medio de estiércol y de sangre, y la carne carece de toda garantía higiénica (figura 1v.28). Dicho sea de paso, no solamente



FIGURA IV.27. *Venta de carne no inspeccionada en un mercado rural.*

FIGURA IV.28. *Rastro municipal, faenado, evisceración y cortes de la carne en el suelo con sangre y estiércol.*



el manejo de la carne es inaceptable sino también el de los animales vivos, ya que son maltratados, sacrificados a palos o por medio de sangrados sin previa insensibilización, sin ninguna consideración ética.

Muchos de los cerdos en lugares remotos son sacrificados en los domicilios de los dueños, para fiestas familiares o de la comunidad y, obviamente, sin inspección sanitaria. Para poder inactivar los metacestodos, a sabiendas de que la carne conteniéndolos se consume, se han publicado recomendaciones referentes al tratamiento que se le debe dar a la carne con cisticercos (OPS, 1993).

Recientemente Nava (Nava *et al.*, en prensa) realizó un estudio al respecto con la finalidad de poder ofrecer al ama de casa en las comunidades rurales métodos sencillos que destruyen las larvas y por lo tanto vuelven la carne inocua: cortando la carne infectada en trozos no mayores de 4 cm de grosor son suficientes 15 min de cocción para que las larvas pierdan su infectividad. Igualmente, ha comprobado que sometiendo la carne con cisticercos, cortada en tiras de 4 cm, a congelación a 0° C en un refrigerador casero, pierden su infectividad en 48 h. Temperaturas de refrigeración de 2 a 7° C no los afecta (Nava *et al.*). La congelación a -20° C de toda una canal infectada necesita un promedio de cinco días, dependiendo del grosor de las masas musculares, pero no es una recomendación práctica para el ambiente rural, donde prevalece la parasitosis, ya que no se dispone de congeladores con capacidad suficiente en los pueblos. La irradiación de la carne con rayos gama a bajas dosis (0.3 kGy) es un método muy efectivo (Aluja *et al.*, 1993; Flores, 1996), pero la instalación del equipo necesario no es factible en el medio rural. Se informa que la salmuera a 5% destruye los cisticercos en 21 días (OPS, 1993).

IV.9. CONTROL

Cualquier programa de control debe incluir educación, higiene (Keilbach *et al.*, 1989) y una eficiente inspección sanitaria de carnes. En los países desarrollados, la zoonosis ha sido prácticamente erradicada desde los inicios del siglo xx por medio de la introducción de estas medidas preventivas relativamente sencillas, incluyendo la instalación obligatoria de excusados o letrinas en cada hogar. En los países en vías de desarrollo, en los que la pobreza, la educación deficiente e higiene insuficiente persisten, los gobiernos no han implementado estas medidas enérgicamente y las condiciones para el ciclo de vida del parásito persisten. Sin embargo, sin las medidas mencionadas la parasitosis seguirá ocasionando padecimientos neurológicos en los seres humanos, cuyo tratamiento es costoso y causante de ansiedad en los pacientes y sus familiares, y pérdidas económicas importantes para los productores de cerdos. Varios trabajos tanto en el estado de Guerrero (Keilbach *et al.*, 1989; Martínez *et al.*, 2003) como en el de Morelos (Morales *et al.*, 2002; Sarti *et al.*, 1992), han demostrado el beneficio de la educación en las poblaciones rurales y Keilbach informa del éxito de programas para niños de nivel escolar primario.

Con el fin de encontrar medidas alternativas de control, varios grupos de investigación han trabajado para encontrar inmunógenos (Huerta *et al.*, 2000; Molinari *et al.*, 1997) que puedan evitar que los cerdos se infecten y algunos de ellos han demostrado resultados muy alentadores. La información al respecto se encontrará en el capítulo VI.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la ayuda de la MVZ Sara Claudia Herrera García y de la señora Isabel Aguilar Arreola.

REFERENCIAS

- Aluja, A. S. de (1982), "Frequency of Porcine Cysticercosis in Mexico", en A. Flisser, K. Willms, J. P. Laclette, C. Larralde, C. Ridaura y F. Beltrán, *Cysticercosis: Present State of Knowledge and Perspectives*, Academic Press, Nueva York, pp. 53-64.
- Aluja, A. S. de y M. G. Vargas (1988), "The histopathology of porcine cysticercosis", *Veterinary Parasitology* 28:65-77.
- Aluja, A. S. de, J. Núñez, E. Fernando y A. N. M. Villalobos (1993), "Efecto de la irradiación gamma Co 60 sobre el metacestodo de *Taenia solium*", *Veterinaria México*, 24(4):297-299.
- Aluja, A. S. de, A. N. Villalobos, A. Plancarte, L. F. Rodarte, M. Hernández y E. Sciutto (1996), "Experimental *Taenia solium* cysticercosis in pigs: characteristics of the infection and antibody response", *Veterinary Parasitology* 61:49-59.
- Aluja, A. S. de, M. J. Martínez y A. N. Villalobos (1998), "Cysticercosis in young pigs: Age at first infection and histological characteristics", *Veterinary Parasitology* 76:71-79.
- Aluja, A. S. de, A. N. Villalobos, A. Plancarte, L. F. Rodarte, M. Hernández, C. Zamora y E. Sciutto (1999), "*Taenia solium* cysticercosis: immunity in pigs induced by primary infection", *Veterinary Parasitology* 81(2):129-135.
- Carrasco-Marín, M. V. (1997), "La cisticercosis porcina en el estado de Sonora", *Salud Pública de México* 19:255-261.
- Copado, B. F., A. S. de Aluja, L. Mayagoitia y F. Galindo (2004), "The behaviour

- of free ranging pigs in the Mexican tropics and its relationships with human faeces consumption”, *Applied Animal Behaviour Science* 88:243-252.
- Escobar, A. (1983), “The Pathology of Neuro-cysticercosis”, en E. Palacios, J. Rodríguez-Carvajal y J. M. Traveras (comps.), *Cysticercosis of the Nervous System*, Charles C. Thomas, Springfield, pp. 27-54.
- Flisser, A., D. González, M. Shkurovich, I. Madrazo, D. Correa, J. Rodríguez-Carbajal, S. Cohen, E. Rodríguez-del-Rosal, M. A. Collado, B. Fernández, F. Fernández y A. S. de Aluja (1990), “Praziquantel treatment of porcine brain and muscle *Taenia solium* cysticercosis. 1. Radiological, physiological and histopathological studies”, *Parasitology Research* 76(3):263-269.
- Flores Pérez, F. I. (1996), *Efecto de dosis bajas de irradiación Gamma sobre el metacestodo de Taenia solium*, tesis de licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Gómez, J. de la Luz (1889), “Enfermedad del cisticercos en el puerco”, *Gaceta Médica de México* 24:4.
- González, A. E., V. Cama, R. H. Gilman, V. C. W. Tsang, J. B. Pilcher, A. Chavera, M. Castro, T. Montenegro, M. Verástegui, E. Miranda y H. Bazalar (1990), “Prevalence and comparison of serologic assays, necropsy and tongue examination for the diagnosis of porcine cysticercosis in Peru”, *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 43(2):194-199.
- Hidalgo, G. (1939), *Cisticercosis en el cerdo de México*, tesis de licenciatura, Escuela Nacional de Medicina Veterinaria, Universidad Veracruzana, Veracruz, México.
- Huerta, M., E. Sciutto, G. García, N. Villalobos, M. Hernández, G. Fragoso, J. Díaz, R. Ramírez, S. Luna, J. García, E. Aguilar, S. Espinoza, G. Castilla, J. R. Bobadilla, R. Ávila, M. V. José, C. Larralde y A. S. de Aluja (2000), “Vaccination against *Taenia solium* cysticercosis in underfed rustic pigs of Mexico: role of age, genetic background and antibody response”, *Veterinary Parasitology* 90(3):209-219.
- Huerta, M., A. S. de Aluja, G. Fragoso, A. Toledo, N. Villalobos, M. Hernández, G. Gevorkian, G. Acero, A. Díaz, I. Álvarez, R. Ávila, C. Beltán, G. García, J. J. Martínez, C. Larralde y E. Sciutto (2001), “Synthetic peptide vaccine against *Taenia solium* pig cysticercosis: successful vaccination in a controlled field trial in rural Mexico”, *Vaccine* 20(1-2):262-266.
- Keilbach, N. M., A. S. de Aluja y G. E. Sarti (1989), “Programme to control Tae-

- niasis-cysticercosis (*T. solium*): Experiences in a Mexican village”, *Acta Leidensia* 57(2):181-189.
- León-Campos, P. (1981), *Contribución al estudio y control de la cisticercosis porcina y teniasis en el humano: en el ejido de Puxcatán del Municipio de Tracotalpa, Tabasco*, tesis de licenciatura, Escuela Nacional de Medicina Veterinaria. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Tabasco, México.
- Macías, V. S. (1911), *Cisticercosis y triquinosis porcina. San Luis Potosí (S. L. P.) México*, Publicación del Departamento de Salubridad.
- Macías, V. S. (1936), “Cisticercosis en los diversos animales domésticos”, *Revista Mexicana de Medicina Veterinaria* 1:10-12.
- Martínez, M. J., A. S. de Aluja, A. N. M. Villalobos, A. C. Jaramillo y M. Gemmell (1997), “Epidemiología de la cisticercosis en cerdos de una comunidad rural del estado de Guerrero, México”, *Veterinaria México* 28(4):281-286.
- Martínez, M. J., A. S. de Aluja y M. Gemmell (2000), “Failure to incriminate domestic flies (*Diptera: Muscidae*) as mechanical vectors of *Taenia* eggs (*Cyclophillidea: Taeniidae*) in rural Mexico”, *Journal of Medical Entomology* 37(4):489-491.
- Martínez, M. J., A. S. de Aluja, R. G. Ávila, V. L. Aguilar, C. A. Plancarte y A. C. Jaramillo (2003), “Teniosis y detección de anticuerpos anticisticercos en personas de una comunidad rural del estado de Guerrero”, *Salud Pública de México* 45(2):84-89.
- Martínez-Rodríguez, G. (1974), *Contribución al estudio de la incidencia de cisticercosis de los cerdos sacrificados en el rastro municipal de Celaya, Guanajuato, México en el mes de junio de 1972 al mes de abril de 1973, su importancia económica en la industria de la porcicultura y bases para su control*, tesis de licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Martínez Villalobos, Ada Nelly (2001), “Inmunoterapia del péptido sintético GK1 contra el cisticerco de *Taenia solium*”, tesis de maestría, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Martínez-Zedillo, G. e I. Bobadilla-Vela (1987), “Historia de la cisticercosis porcina en México”, *Archivos de Investigación Médica* (México) 18:77-90.
- Mazzotti, L. (1954), “Incidencia de la *Cisticercosis cellulosa* en cerdos de diferentes localidades de la República Mexicana”, *Revista del Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales*, México, 14:53-56.
- Molinari, J. L., D. Rodríguez, P. Tato, R. Soto, F. Arechavaleta y S. Solano (1997),

- “Field trial for reducing porcine *Taenia solium* cysticercosis in Mexico by systematic vaccination of pigs”, *Veterinary Parasitology* 69:55-63.
- Morales, J., T. Velasco, V. Tovar, G. Fragoso, A. Fleury, C. Beltrán, A. N. Villalobos, A. S. de Aluja, L. F. Rodarte, C. E. Sciuotto y C. Larralde (2002), “Castration and pregnancy of rural pigs significantly increase the prevalence of naturally acquired *Taenia solium* cysticercosis”, *Veterinary Parasitology* 108(1):41-48.
- Nava, B., A. S. de Aluja y A. N. M. Villalobos, “Efecto de la temperatura sobre la viabilidad de metacestodos de *Taenia solium* en carne de cerdo”, *Veterinaria México* (en prensa).
- Organización Panamericana de la Salud (OPS) (1993), *Epidemiología y Control de la Teniasis/Cisticercosis en América Latina*, versión 2, Organización Panamericana de la Salud-Organización Mundial de la Salud, Washington, D. C.
- Peniche Cárdenas, A., J. L. Domínguez Alpízar, R. Sima Álvarez, A. Fraser, P. S. Craig, A. Rodríguez Canul y F. Argáez Rodríguez (2002), “Chemotherapy of porcine cysticercosis with albendazole sulphoxide”, *Veterinary Parasitology* 108:61-73.
- Pérez-Torres, A., M. Ustarroz, F. Constantino, A. N. Villalobos y A. S. de Aluja (2002), “*Taenia solium* cysticercosis: lymphocytes in the inflammatory reaction in naturally infected pigs”, *Parasitology Research* 88(2):150-152.
- Quiroz, R. H. (2002), “Cestodosis larvarias: Cisticercosis, cenurosis y equinocosis”, *Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos*, Grupo Noriega Editores, Limusa, pp. 335-363.
- Reyna-Rodríguez, R. (1962), *Contribución al estudio de la cisticercosis porcina. Sugestiones para su control e incidencia en el rastro general de la ciudad de México*, tesis de licenciatura, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.
- Royo Martínez, R. (1996), *Hemograma de cerdos inoculados experimentalmente con huevos de Taenia solium*, tesis de licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Salas Garrido, C. G. (2001), *Identificación de las formas tempranas de desarrollo del metacestodo de Taenia solium*, tesis de licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Santamaría, E., A. Plancarte y A. S. de Aluja (2002), “The experimental infection of pigs with different numbers of *Taenia solium* eggs: immune response and efficiency of establishment”, *Journal of Parasitology* 88(1):69-73.
- Sarti, E., P. Schantz, A. Plancarte, M. Wilson, I. Gutiérrez, A. López, J. Roberts y

- A. Flisser (1992), "Prevalence and risk factors for *Taenia solium* taeniasis and cysticercosis in humans and pigs in a village in Morelos, México", *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 46:677-685.
- Sciutto, E., A. S. de Aluja, G. Fragoso, L. F. Rodarte, M. Hernández, A. N. M. Villalobos, A. Padilla, N. Keilbach, M. Baca, T. Govezensky, S. Díaz y C. Larralde (1995), "Immunization of pigs against *Taenia solium* cysticercosis: factors related to effective protection", *Veterinary Parasitology* 60:53-67.
- Sciutto, E., M. Hernández, G. García, A. S. de Aluja, A. N. M. Villalobos, L. F. Rodarte, M. Parkhouse y L. Harrison (1998a), "Diagnosis of porcine cysticercosis: a comparative study of serological tests for detection of circulating antibody and viable parasites", *Veterinary Parasitology* 78(3):185-194.
- Sciutto, E., J. J. Martínez, N. M. Villalobos, M. Hernández, M. V. José, C. Beltrán, F. Rodarte, I. Flores, J. Bobadilla, G. Fragoso, M. E. Parkhouse, L. J. S. Harrison y A. S. de Aluja (1998b), "Limitations of current diagnostic procedures for the diagnosis of *Taenia solium* cysticercosis in rural pigs", *Veterinary Parasitology* 79(4):299-313.
- Sciutto, E., J. J. Martínez, M. Huerta, R. Ávila, G. Fragoso, A. N. Villalobos, A. S. de Aluja y C. Larralde (2003), "Familial clustering of *Taenia solium* cysticercosis in the rural pigs of Mexico: hints of genetic determinants in innate and acquired resistance to infection", *Veterinary Parasitology* 116(3):223-229.
- Sistema Integral de Información Agrícola y Pesquera (SIAP), Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación: http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_compec_pobgan.html
- Téllez Girón, E. (1989), "Tratamiento de cisticercosis con Fluobendazol", en A. Flisser y F. Malagón (comps.), *Cisticercosis humana y porcina*, Limusa-Noriega, México, 1989.
- Torres, A., A. Plancarte, A. N. M. Villalobos, A. S. de Aluja, R. Navarro y A. Flisser (1992), "Praziquantel treatment of porcine brain and muscle *Taenia solium* Cysticercosis. 3. Effect of 1-Day Treatment", *Parasitology Research* 78(2): 161-164.
- Vargas, M. G., U. Saldierna, F. R. Navarro, H. A. Acevedo, A. Flisser y A. S. de Aluja (1986), "Localización del cisticerco de la *Taenia solium* en diferentes regiones musculares del cerdo y su importancia para la inspección sanitaria", *Veterinaria México* 17:275-280.
- Vega, R., D. Piñero, B. Ramanankandrasana, M. Dumas, B. Bouteille, A. Fleury, E. Sciutto, C. Larralde, G. Fragoso (2003), "Population genetic structure of

- Taenia solium* from Madagascar and Mexico: implications for clinical profile diversity and immunological technology”, *International Journal for Parasitology* 33(13):1479-1485.
- Viljoen, N. F. (1937), “Cysticercosis in swine and bovines, with special reference to South African conditions”, *Onderstepoort Journal of Veterinary Science and Animal Industry* 9(2):337-570.
- Yramategui-Zepeda, J. (1939), *Parasitosis encontradas en suinos de matadero*, tesis de licenciatura, Escuela Nacional de Medicina Veterinaria, Universidad Veracruzana, Veracruz, México.
- Zürn, F. A. (1882), “Die tierischen Parasiten auf und in dem Körper unserer Haussäugetiere”, Verlag Bernhard Friedrich Voigt, Weimar, p. 181.