

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA

**ESTUDIO DE LAS ALTERACIONES DEL COMPORTAMIENTO Y
PRESENTACIÓN DE SIGNOS NEUROLÓGICOS EN CERDOS CON
NEUROCYSTICERCOSIS, RELACIONADOS CON LA
LOCALIZACIÓN ANATÓMICA DEL METACESTODO DE *Taenia
solium* EN EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL.**

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

HUMBERTO CISNEROS MURILLO

ASESORES:

MVZ MS ALINE SCHUNEMANN DE ALUJA
MVZ MC JOSÉ RAMÍREZ LEZAMA

México, D.F.

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a Dios el que me haya permitido elegir esta hermosa profesión, la cual disfruto, amo y a la que dedico gustosamente cada minuto de mi existencia.

A mi madre María Trinidad Murillo Vega quien supo mantener vivos mis sueños e ilusiones y ahora puede ver cumplida una de mis metas más importantes. Te agradezco las horas de desvelo, el amor y la comprensión que me has brindado durante todos estos años. A ti, mi madre, a la que tanto quiero, te dedico este trabajo, fruto de tu esfuerzo por hacer de mí un hombre de bien. Te amo mamá.

Con gran cariño y gratitud a mi padre Artemio Cisneros Magaña y a mis hermanos: Martín, Elia, Javier, Carlos y María Eugenia, por su invaluable apoyo, comprensión y amor hacia mí. Los amo.

A mis asesores de tesis:

A la Dra. Aline Schunemann, le agradezco con profundo respeto y cariño la confianza y el apoyo que me brindo para la realización de este trabajo; por compartir sus conocimientos y por ser un ejemplo de ética, de paciencia y de vida.

Al Dr. José Ramírez por compartir sus conocimientos conmigo, por guiarme por los caminos de la neuropatología y por ser más que mi asesor, por ser un gran amigo, les agradezco todo el tiempo que tú y Larisa dedicaron para escucharme.

Al Dr. Luis Felipe Rodarte por su invaluable apoyo en el desarrollo de la fase de estudio de comportamiento de este trabajo de investigación, le agradezco enormemente el que haya compartido sus experiencias y conocimientos los cuales fueron esenciales para la elaboración de mi tesis y sobre todo por ser un gran amigo.

A la Maestra María Guadalupe Sánchez González por su invaluable contribución en el desarrollo estadístico de este trabajo, mil gracias por su apoyo, tiempo y conocimientos que compartió conmigo.

A mi profesora y gran amiga Araceli Lima, le agradezco su apoyo y enseñanzas sobre la patología clínica, por haber contribuido con su opinión al

desarrollo de este trabajo y sobre todo por la comprensión que solo una amiga como tú puede tener en los momentos difíciles.

A Maribel Nieto Miranda, le agradezco con mucho cariño el haberme apoyado realizando los cortes y las tinciones para el estudio histopatológico de esta tesis y por brindarme su amistad todos estos años.

A Isabel Aguilar con mucho cariño le agradezco su apoyo infinito, las llamadas de atención y el cariño de mamá que compartió conmigo y con todos aquellos que tuvimos la fortuna de trabajar en el laboratorio de la Dra. Aline, por motivarme cuando estaba a punto de rendirme, por escuchar mis quejas, aconsejarme y por su apoyo en la elaboración de las cartas y documentos que se ocuparon para los tramites y el registro de este trabajo.

A Sara Claudia Herrera, le agradezco que haya confiado en mí para proponerme como tesista con la Dra Aline y el Dr. José y así poder realizar este hermoso trabajo.

A la Dra. Nelly Villalobos y al Dr. Julio Morales por compartir sus experiencias conmigo, muchas gracias.

A Tania Hernández Camacho, María Hidalgo de la Garma, Karla Segundo y a Ruy, les agradezco con mucho cariño el invaluable apoyo que me brindaron en la realización de la primera parte del trabajo, por compartir conmigo esas horas de desvelo, por su valiosa amistad y por hacer más ameno el tiempo que pasamos juntos esas tres semanas observando a los cerditos.

A mis buenos amigos: Leslie, Gilberto, Aldebarán, Yoshi, Vivilú, Mariana, Minerva, Linnette, Tania, Mayra, Oscar, Fabiola, Karina, Zoila, Silvia, Marina, Sandra, Pepe y a todos aquellos que compartieron un pedacito de sus vidas conmigo, mil gracias por su amistad y hacer de todos mis momentos en la facultad, huellas imborrables llenas de alegría.

A mi tutor y profesor de cirugía, el Dr. Alfredo Cortés Arcos por iniciarme en el camino del Médico Veterinario al ingresar a la facultad, y por haberme enseñado que debo evitar a toda costa ser un punto brillante en medio de una total oscuridad.

CONTENIDO.

	Página
Resumen	1
Introducción	2
Justificación	4
Hipótesis	5
Objetivo General	5
Objetivos específicos	5
Material y métodos	6
1. Animales e instalaciones.....	6
2. Estudio conductual.....	8
2.1. Comportamiento trófico.....	11
2.2. Exploración.....	12
2.3. Delimitación de áreas.....	12
2.4. Descanso y sueño.....	13
2.5. Problemas de comportamiento.....	14
2.6. Establecimiento de jerarquías.....	14
2.7. Identificación de signos neurológicos.....	16
3. Estudio fisiológico.....	16
3.1. Constantes fisiológicas.....	16
3.2. Análisis de los hemogramas.....	16
3.3. Análisis de la química sanguínea.....	17
4. Estudio neuropatológicos.....	18
Resultados	19
1. Estudio de comportamiento.....	19
1.1. Comportamiento trófico.....	19
1.2. Comportamiento de exploración.....	19
1.3. Delimitación de áreas.....	20
1.4. Descanso y sueño.....	20
1.5. Conductas autodirigidas y redirigidas (problemas de comportamiento).....	23
1.6. Establecimiento de jerarquías.....	23
1.7. Presentación de signos neurológicos.....	24
2. Estudio fisiológico.....	24
2.1. Constantes fisiológicas.....	24
2.2. Análisis de los hemogramas.....	25
2.2.1. Estimación por intervalo para los parámetros de los hemogramas..	25
2.2.2. Prueba de hipótesis para obtener la diferencia promedio entre el primer y ultimo hemograma.....	26
2.3. Análisis de la química sanguínea.....	27
3. Localización anatómica de los metacestodos de <i>Taenia solium</i> en el SNC.....	29

4. Estudio histopatológico.....	62
Discusión	64
Estudio del comportamiento.....	64
Estudio fisiológico.....	64
1. Constantes fisiológicas.....	64
2. Análisis de los hemograma.....	65
3. Análisis de las químicas sanguíneas.....	67
Estudio neuropatológico.....	68
Conclusiones	77
Referencias	78
Apéndice	82
Lista de cuadros.....	82
Lista de figuras.....	83

RESUMEN

CISNEROS MURILLO HUMBERTO. Estudio de las alteraciones del comportamiento y presentación de signos neurológicos en cerdos con neurocisticercosis, relacionados con la localización anatómica del metacestodo de *Taenia solium* en el sistema nervioso central (bajo la dirección de: MVZ, MS Aline Schunemann de Aluja y MVZ, MC José Ramírez Lezama).

En 12 cerdos con neurocisticercosis se realizó un estudio para identificar signos neurológicos y alteraciones en su comportamiento, las que se relacionaron con la localización de los metacestodos encontrados en los encéfalos; se elaboró un catálogo conductual, se monitorearon las frecuencias cardíacas, respiratorias y las temperaturas corporales; también se valoraron los parámetros hematológicos, por medio de doce hemogramas por cerdo y se evaluó perfil renal y hepático con químicas sanguíneas. Los resultados se compararon con los parámetros de referencia en cerdos sanos; se realizó la eutanasia de los animales y se les extrajeron los encéfalos, los cuales fueron fijados en formalina al 10%; se realizaron cortes coronales de 0.5cm de grosor para ubicar la localización neuroanatómica de los metacestodos; se procesaron muestras histopatológicas y se clasificó la respuesta inflamatoria. Cuatro de los trece 13 cerdos presentaron semiología clínica, de los cuales, una cerda presentó flacidez en la lengua, ataxia y espasticidad en los miembros pélvicos; se correlacionaron los signos con los metacestodos encontrados en la pirámide de la médula oblongada y en el núcleo caudado. Otra cerda presentó mioclonos de los músculos del cuello y el lomo; los signos se relacionaron con los metacestodos localizados en el brazo anterior del lóbulo frontal y en la ínsula. Dos cerdas presentaron convulsiones, los metacestodos relacionados se localizaron en el núcleo caudado y el tálamo; por tal motivo, los cerdos con neurocisticercosis pueden presentar diferentes signos neurológicos a consecuencia de la implantación de los metacestodos de *Taenia solium* en el sistema nervioso central.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el binomio Teniasis-cisticercosis representa un problema de salud pública en México y en otros países de Latinoamérica, África y Asia, al provocar en los seres humanos la enfermedad conocida como neurocisticercosis. Estimaciones conservadoras calculan 50,000 muertes cada año en el mundo, debido a esta enfermedad.^{1,2,3,4} Datos del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suárez” de la Secretaría de Salud de México, indican que de todos los casos que ingresan con síntomas neurológicos, 10% se deben a neurocisticercosis.⁴ Así mismo, la cisticercosis participa como un importante factor económico al generar pérdidas en la producción porcina, principalmente a las personas que crían cerdos en los sistemas de traspatio, cuando llevan a sus animales a los rastros municipales, donde son decomisados al verificar que tienen cisticercosis.^{1,3,5}

CICLO BIOLÓGICO

Taenia solium (*T. solium*), tiene un complejo ciclo biológico que requiere de dos hospederos: el ser humano que es el único hospedero definitivo natural y el cerdo, principal huésped intermediario.^{2,6}

La *T. solium* localizada en el intestino delgado del ser humano, tiene un escólex con cuatro ventosas y una doble corona de ganchos, con los cuales se ancla a la pared intestinal; tiene un estróbilo que mide entre 1 y 5 metros y esta formado por 700 a 1000 proglótidos. Los proglótidos maduros pueden contener cada uno hasta 50,000 huevos microscópicos.^{5,6}

Los proglótidos grávidos se separan del cuerpo de la *Taenia* y son excretados con la materia fecal.^{5,7} El ciclo continúa cuando las personas portadoras defecan al ras del suelo en el medio rural, dejando las deyecciones al aire libre contaminadas con los huevos, al alcance de los cerdos que deambulan libremente por las calles de las poblaciones y las consumen.^{5,8} Los huevos ingeridos pierden su cubierta protectora en el tracto digestivo por acción de las sales biliares y enzimas proteolíticas para liberar a los embriones hexacantos, los cuales atraviesan la pared del intestino delgado y entran al torrente sanguíneo o linfático donde son distribuidos a los diferentes tejidos; principalmente músculo esquelético, músculo cardíaco, hígado y sistema nervioso central (SNC), donde evolucionan hasta la etapa de metacestodos o *Cysticercus cellulosae*, generando la cisticercosis; posteriormente, el ciclo se cierra cuando los seres humanos consumen vísceras o carne de cerdo infectada con metacestodos viables y mal cocida. El escólex de los cisticercos ingeridos se activa por acción de las sales biliares y evagina de su vesícula para anclarse a la pared intestinal. Tres meses después el cestodo alcanza su etapa adulta, esta es la *T. solium* y comienza a liberar proglótidos grávidos.^{2,5}

El problema más grave es la neurocisticercosis que se presenta cuando el ser humano consume de forma accidental agua o vegetales contaminados con los huevos del parásito y estos se alojan en el SNC, lo que frecuentemente causa incapacidad física, signos neurológicos y en ocasiones la muerte del individuo afectado.^{1, 2, 3, 4, 5, 9, 10}

La cisticercosis por *T. solium* también se ha reportado en otras especies como perros, monos, cabras, ovejas, bovinos, caballos, antílopes, jabalíes y osos.^{4,5} A pesar de la cantidad de cerdos infectados con los metacestodos, la información sobre los padecimientos neurológicos que pueden presentar estos animales son escasos y limitados, debido principalmente a la falta de observación de los propietarios y a la poca investigación

realizada al respecto, ya que en las comunidades rurales, al cerdo se le permite deambular libremente por las calles para que consiga su alimento y su crianza no resulte onerosa. Cuando alcanza un peso adecuado es destinado a satisfacer las necesidades alimentarias de los seres humanos. Los cerdos son llevados a rastros para el procesamiento de la carne, donde la gente termina por enterarse que sus animales están infectados con este parásito, razón por la cual, la canal tiene que ser decomisada, por lo que en ocasiones para evitar la pérdida económica que esto significa, los propietarios de los animales optan por llevarlos a mataderos clandestinos o los sacrifican en los patios de sus casas para posteriormente vender o alimentarse con la carne a pesar de estar infectada con los metacestodos.^(*)

Las pocas referencias encontradas mencionan que los cerdos infectados con neurocisticercosis como regla no muestran signos; no obstante, dentro de los signos neurológicos observados, se ha descrito un incremento de la sensibilidad de la boca, parálisis de la lengua o convulsiones, así como parpadeo, salivación y lagrimeo excesivos.^{11, 12} Sin embargo estos autores no hacen una correlación entre los signos neurológicos y la localización de los metacestodos en el SNC. Resulta interesante también el hecho de encontrar cerdos con una gran cantidad de metacestodos en el encéfalo, incluso que superan el centenar de parásitos y que a pesar de esta grave infestación, los animales afectados no presentan signos neurológicos aparentes.^(*)

^(*) Comunicación personal de la MVZ MS Aline S de Aluja.

JUSTIFICACIÓN

Debido a la escasa referencia sobre la manifestación de signos neurológicos en cerdos con neurocisticercosis, es necesario obtener información sobre los trastornos que puedan padecer a consecuencia de esta enfermedad, y así poder establecer posibles relaciones con los problemas de salud en humanos, con la finalidad de encontrar alternativas de tratamientos quirúrgicos o farmacológicos, usando al cerdo como modelo experimental.

HIPÓTESIS

La localización anatómica de los metacestodos de *Taenia solium* en el sistema nervioso central de los cerdos esta relacionada con alteraciones en su comportamiento y es causante de signos neurológicos.

OBJETIVO GENERAL

Correlacionar los signos neurológicos y las alteraciones en el comportamiento de los cerdos con la localización de los metacestodos de *Taenia solium* en el sistema nervioso central.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar los signos neurológicos y las alteraciones de comportamiento individual y social de los cerdos infectados que puedan ser atribuidos a la neurocisticercosis.
2. Correlacionar la localización de los metacestodos en el SNC con los signos neurológicos y las alteraciones del comportamiento presentadas por los cerdos infectados.

MATERIAL Y MÉTODOS

1. ANIMALES E INSTALACIONES

Se adquirieron 12 cerdos criollos de diferentes edades y sexo de las comunidades rurales de los Estados de Morelos y Guerrero, los cuales estaban infectados de forma natural con cisticercosis y se corroboró por medio de la inspección en lengua, ya que un alto porcentaje de los cerdos que presentan cisticercosis muscular también presentan neurocisticercosis.^(*)

Los animales se albergaron en la unidad de experimentación de cisticercosis de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Nacional Autónoma de México y se repartieron en tres grupos para su observación; el primer grupo estuvo conformado por 4 cerdos, de los cuales tres eran hembras y un macho castrado; el segundo grupo contaba con 6 animales, de los cuales 5 eran hembras y un macho castrado y el tercero estaba formado por 2 hembras; la distribución de los cerdos se hizo de acuerdo a la fecha en que arribaron a las instalaciones. Cada grupo fue colocado en un corral con paredes, piso y techo de concreto con dimensiones de 8.8 m² (4 metros de largo por 2.2 metros de ancho); así mismo contaba con extractores de aire, iluminación, drenaje y el agua de bebida se proporcionó *ad libitum* mediante sistemas de chupón; también se contó con un área verde para que los animales salieran a pastar por espacio de una hora por día.

Los cerdos a su llegada presentaron mala condición corporal, combinada con una parasitosis intestinal por ascáridos; los cuales fueron detectados a simple vista entre la materia fecal; también se encontraban infestados por ectoparásitos del género *Haematopinus* (piojos); los parásitos fueron eliminados con el uso de ivermectina a una dosis de 0.3mg/Kg, vía subcutánea, en una sola aplicación. El uso de la ivermectina esta permitido en los cerdos para

^(*) Referencia personal con base en la experiencia de la Maestra Aline S de Aluja y su equipo de investigadores.

el tratamiento de los gusanos redondos gastrointestinales, vermes pulmonares, piojos y ácaros de la sarna. La ivermectina potencia la liberación del ácido gamma-aminobutírico (GABA) en las neuronas presinápticas. El GABA opera como neurotransmisor inhibitor y bloquea la estimulación postsináptica de la neurona adyacente en nematodos o fibras musculares en artrópodos. Estimulando la liberación de GABA, la ivermectina ocasiona parálisis y la eventual muerte de los parásitos. Como los trematodos hepáticos y tenias no utilizan GABA como neurotransmisor nervioso periférico, la ivermectina carece de eficacia contra tales parásitos.^{13, 14} Esporádicamente, durante los primeros 4 meses de su estancia presentaron, cuadros de enfermedad respiratoria, caracterizada por tos, estornudos, fiebre y depresión; así como procesos inflamatorios por lesiones en las pezuñas, las cuales fueron tratadas con antibióticos y pediluvios con sulfato de cobre, respectivamente.

En este estudio se incluyeron las observaciones realizadas a una cerda con el mismo padecimiento que pertenecía a un trabajo de investigación diferente y que fue albergada en las instalaciones, pues durante el periodo que permaneció alojada convulsionó en una ocasión. La cerda fue sacrificada al día siguiente a la presentación del cuadro neurológico para cumplir con los fines del estudio al que pertenecía; razón por la cual no se pudo disponer del encéfalo para estudios subsecuentes; sin embargo, se consideró de suma importancia reportar los signos neurológicos manifestados por el animal. A esta cerda se le asignó el número 13 en el presente trabajo de investigación.

2. ESTUDIO CONDUCTUAL

Se elaboró un catálogo conductual de los patrones de comportamiento individual y social de los cerdos infectados; las pautas que se evaluaron con respecto al comportamiento individual fueron: el comportamiento trófico, comportamiento de exploración, delimitación de áreas, el tiempo de descanso y sueño; mientras que para el comportamiento social se valoraron las pautas de comportamiento agonístico o de establecimiento de jerarquías, así como también se evaluaron las conductas autodirigidas y redirigidas que los animales presentaron debidas al confinamiento.¹² Para la realización del estudio conductual, los animales fueron observados diariamente durante periodos de dos horas intercalado con un descanso de la misma duración hasta cubrir un total de 72 horas de observación por cada grupo. Las observaciones fueron rotadas por grupo durante los 18 días que duró el estudio de comportamiento, para que todos los animales fueran observados a tiempos similares (**Cuadro 1**).

Cuadro 1. Rotación de los tres grupos de cerdos para su observación a tiempos similares durante los 18 días de duración del estudio conductual.

HORA	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D
07:00-08:00	G1		G2		G3			G2		G3		G1			G3		G1		G2		
08:00-09:00																					
09:00-10:00																					
10:00-11:00																					
11:00-12:00																					
12:00-13:00																					
13:00-14:00																					
14:00-15:00																					
15:00-16:00																					
16:00-17:00																					
17:00-18:00																					
18:00-19:00																					
19:00-20:00																					
20:00-21:00																					
21:00-22:00																					
22:00-23:00																					
23:00-24:00																					
24:00-01:00																					
01:00-02:00																					
02:00-03:00																					
03:00-04:00																					
04:00-05:00																					
05:00-06:00																					
06:00-07:00																					

L, M, Mi, J, V, S, D: Lunes, Martes, Miércoles, Jueves, Viernes, Sábado, Domingo.

G1 **G2** **G3** Períodos de observación grupo 1, grupo 2, grupo 3 respectivamente.

Períodos de descanso.

Durante la primera hora de observación se realizaron muestreos focales ♦¹⁵, con duración de 15 minutos por cada individuo. Se hizo un muestreo de barrido ♦¹⁵ cada 15 minutos (4 por hora, al termino de cada muestreo focal); el tiempo restante se utilizó para la realización de un muestreo conductual *ad libitum* ♦¹⁵ (**Cuadro 2**).

Cuadro 2. Ejemplo de la distribución de los diferentes tipos de muestreo durante un periodo de dos horas de observación de los cerdos infectados con neurocisticercosis.

<i>Hora</i>	<i>Cerdo1</i>	<i>Cerdo2</i>	<i>Cerdo3</i>	<i>Cerdo4</i>
07:00-07:15	Focal			
07:15	Barrido	Barrido	Barrido	Barrido
07:15-07:30		Focal		
07:30	Barrido	Barrido	Barrido	Barrido
07:30-07:45			Focal	
07:45	Barrido	Barrido	Barrido	Barrido
07:45-08:00				Focal
08:00	Barrido	Barrido	Barrido	Barrido
08:00-09:00	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>

Los registros de las pautas de comportamiento se hicieron de forma directa e indirecta mediante el uso de una cámara de video ♦ y una cámara fotográfica.

Con la información obtenida se calculó la duración de estados y la frecuencia de eventos por medio de las siguientes formulas:

Proporción de tiempo= número de barridos de la conducta/ total de barridos.

Frecuencia relativa= frecuencia de eventos de la conducta/total de horas.

♦ El muestreo focal consiste en registrar el comportamiento de un individuo durante un intervalo de tiempo definido.

♦ El muestreo de barrido consiste en registrar de manera instantánea el comportamiento de todos los individuos de un grupo y se hace a intervalos regulares.

* El muestreo *ad libitum* no presenta reglas sistemáticas; consiste en registrar todo lo que sea visible durante un intervalo de tiempo continuo predeterminado, se usa cuando no hay información detallada de la especie.

♦ Sony Handycam de 8mm.

2.1. COMPORTAMIENTO TRÓFICO.

El cerdo es un animal omnívoro que en vida libre invierte aproximadamente el 50% del día en actividades de forrajeo, realizándolas preferentemente en grupo. Su dieta puede estar constituida por una amplia variedad de alimentos, tales como: plantas, tubérculos, raíces, semillas, pasto, rebrotes y hojas. También consumen lombrices de tierra, orugas, culebras, nueces, uvas, ranas, huevos, roedores pequeños y cualquier animal muerto o enfermo.⁸

El cerdo es un animal que se alimenta en grupo, esta conducta ejerce efectos sobre el comportamiento ya que la ingestión se estimula ante la visión de otros animales comiendo, por lo que cerdos mantenidos en grupo consumen más alimento que aquellos alojados individualmente. Los hábitos alimenticios de los cerdos cambian de manera forzada, cuando estos son mantenidos en confinamiento, el patrón de consumo y el número de comidas está condicionado al tipo de explotación y al tipo de alimento (seco, húmedo o peletizado), la temperatura ambiental, el tipo de comedero, la administración del alimento (*ad libitum* o restringida) y el intervalo entre comidas.¹⁵

La evaluación del comportamiento trófico de los animales utilizados en este estudio fue llevada a cabo al alimentarlos en forma restringida, se les proporcionó la cantidad de dos kilogramos de alimento por animal por día. El tipo de alimento que se proveyó fue en polvo y se les administraba sin la existencia de barreras físicas entre los animales para facilitar la observación del modo de prensión y se registró la duración del evento mediante el uso de un cronómetro; con estos datos se obtuvo la proporción de tiempo que dedicaban los cerdos a comer en relación con otras actividades que los cerdos realizaban durante las 24 horas del día.

2.2. EXPLORACIÓN.

Los cerdos son generalmente animales exploratorios con una proporción apreciable de su tiempo dedicada a desplazarse, así como a una investigación continua de su ambiente.⁸ La jeta del cerdo es un órgano sensitivo muy desarrollado y el olfato juega un papel básico en su comportamiento. Los cerdos son considerados como animales neófilos, es decir, tienen afinidad por lo nuevo, se dedican a explorar su ambiente, principalmente buscan objetos situados a ras del suelo mientras olfatean, hozan o mordisquean todo cuanto les llama la atención. Sin embargo, si se les niega la posibilidad de explorar objetos de su entorno, los cerdos usarán a otros animales como sustitutos.¹⁵

El comportamiento de exploración fue evaluado mediante el uso de un área verde de la FMVZ destinada para que los animales pastorearan. Se valoró la capacidad y el empeño que los cerdos manifestaron al explorar su medio al hozar y rascar la tierra para encontrar materia alimenticia; también se colocaron frutas secas y semillas en distintos puntos del área verde con el fin de evaluar de manera superficial el sentido del olfato para observar si los animales presentaban dificultades que les impidiera localizar los productos.

2.3. DELIMITACIÓN DE ÁREAS.

El cerdo es un animal con un agudo sentido de la territorialidad, por lo cual es capaz de delimitar sus áreas para dormir y alimentarse de la utilizada para depositar sus excretas, sin embargo, en condiciones de hacinamiento donde se les asigna menos de un metro cuadrado por animal les resulta difícil mantener el lugar limpio.¹⁵

Los cerdos fueron evaluados en cuanto a la capacidad para delimitar las áreas de descanso y alimentación, de las áreas de depósito de excretas, ubicando de manera visual las zonas que los animales seleccionaron para cada actividad dentro del corral donde se alojaban.

2.4. DESCANSO Y SUEÑO.

Se considera que el cerdo mantenido en confinamiento es el animal doméstico que más tiempo pasa durmiendo y descansando, este comportamiento es realizado en grupo de forma sincrónica y simétrica.¹⁵ El descanso corresponde a las pautas de comportamiento donde los animales se mantienen recostados sobre un costado o en posición ventral con los ojos abiertos o cerrados y aparentemente dormidos.⁸ El sueño se caracteriza por la ausente reversible de la consciencia, falta de respuesta de comportamiento, aumento del umbral para todo tipo de sensibilidad, escasa relación con el medio ambiente, bajo tono muscular y supresión de la motilidad espontánea, aunque algunos grupos de músculos pueden estar más activos. De igual modo, los reflejos tónicos, propioceptivos, laberínticos y visuales, responsables del enderezamiento del cuerpo y del mantenimiento de la postura normal, dejan de ser operativos durante el sueño.¹⁶

La duración de las actividades de descanso y sueño se evaluaron mediante la medición de las horas que los cerdos dedicaron a descansar y dormir comparándolas con otras actividades como jugar, caminar dentro del corral, pelear, comer y beber. Con estos datos se obtuvo la proporción del tiempo total que los cerdos dedicaron a las diferentes actividades durante las 24 horas.

2.5. PROBLEMAS DE COMPORTAMIENTO.

Los problemas de comportamiento se presentan en animales que son mantenidos en ambientes de confinamiento; estas conductas anormales pueden ser autodirigidas, conocidas también como estereotipias y conductas dirigidas al medio o a otro animal; también llamadas conductas redirigidas. Las estereotipias más comunes que presentan los cerdos son: masticar en vacío, chasqueo de dientes, caminar de un lado al otro del corral. Las conductas redirigidas más comunes son: mordida de barras del corral, presión de bebederos y mordida de apéndices de sus congéneres.¹⁵

En el presente estudio se observaron y se describieron las diferentes conductas relacionadas con problemas de comportamiento ocasionados por el confinamiento.

2.6. ESTABLECIMIENTO DE JERARQUÍAS.

Una jerarquía es el orden que ocupan los individuos dentro de un grupo, en el cual los animales de mayor rango preceden en una situación de competencia a los de menor rango. Las jerarquías se establecen mediante una serie de encuentros y peleas entre los individuos, donde el victorioso es el dominante y el perdedor el sumiso. El establecimiento de jerarquías ocurre 24 horas después del mezclado de los animales. El comportamiento agonístico comprende conductas de agresión, defensa, amenaza, sumisión, huida o desplazamiento entre los individuos¹⁵, por lo que estos eventos fueron utilizados para identificar el estatus social de cada individuo dentro de los grupos; también se alimentó de forma restringida para promover que los animales manifestaran conductas agonistas; al no tener el alimento *ad libitum* este se volvió un recurso escaso por el cual tuvieron que competir, de esta manera se pudo distinguir a los animales dominantes, siendo estos los que primero accedieron al alimento al desplazar a

los otros cerdos; a partir de estas conductas se elaboraron matrices donde se registraron los diferentes tipos de interacciones agonistas. El cuadro de las matrices se divide en emisores y receptores e incluye la identificación de todos los animales que pertenecen a un grupo; en ellas se registraron el número de veces que algún animal emitió conductas agresivas hacia otro individuo del grupo sin que este último respondiera al evento agnóstico o rehuiera de la agresión (**Cuadro 3**).

Cuadro 3. Matriz para el registro de los encuentros agonísticos entre los cerdos para el establecimiento de las jerarquías.

<i>E/R*</i>	CERDO 1	CERDO 2	CERDO 3	CERDO 4
CERDO 1				
CERDO 2				
CERDO 3				
CERDO 4				

*Emisor/Receptor

Con base en estas matrices se calculó el índice de dominancia para cada animal a partir de la fórmula: $IE = ID / (ID + id)$; donde:

IE es el índice de éxito, el cual adquiere un valor que va de 0 a 1; donde el número uno corresponde al animal dominante y el cero al sumiso; mientras que un valor de 0.5 indica que el animal se encuentra en un estatus intermedio dentro de la jerarquía del grupo.

ID equivale al número de individuos que un animal es capaz de desplazar, es decir el número de animales a los que agrede sin que estos emitan una respuesta agonista o simplemente rehúyen de la agresión.

id es igual al número de individuos que lo desplazan.¹⁵

Los resultados del estudio de comportamiento se compararon con los datos referidos en cerdos sanos mantenidos en confinamiento.

2.7. IDENTIFICACIÓN DE SIGNOS NEUROLÓGICOS.

Los cerdos fueron observados de manera aleatoria, en diferentes horarios, durante doce meses para la identificación de signos neurológicos; en este periodo también se incluyeron las observaciones realizadas durante el estudio de comportamiento.

3. ESTUDIO FISIOLÓGICO.

3.1. CONSTANTES FISIOLÓGICAS.

Los cerdos fueron entrenados y condicionados para permitir el manejo y el contacto directo con el ser humano para facilitar la medición de las constantes fisiológicas y la toma de las muestras sanguíneas.

El estudio fisiológico se realizó una vez que los animales se acostumbraron al manejo por el ser humano e incluyó la medición de la frecuencia cardíaca (FC), frecuencia respiratoria (FR) y temperatura corporal (T°). La FC y FR se midieron con un estetoscopio común y la T° con un termómetro digital, vía rectal con duración de un minuto por cada medición.

Las constantes fisiológicas se evaluaron una vez al día durante 30 días por las mañanas, las mediciones se iniciaron a las 10:00 am; se obtuvo la media aritmética y la desviación estándar de las mediciones para cada variable: FC, FR, T° y se comparó con los valores de referencia en cerdos sanos referidos por García R O y Lobo M G.¹⁷

3.2 ANÁLISIS DE LOS HEMOGRAMAS.

El estudio fisiológico también incluyó la valoración de los componentes hemáticos en búsqueda de alteraciones como: procesos inflamatorios, leucogramas de estrés, u otras alteraciones que pudieran relacionarse con la neurocisticercosis, por lo que fue necesario

obtener muestras de sangre para la realización de hemogramas de manera mensual durante 12 meses. La obtención de las muestras de sangre se hizo previa sujeción física de los cerdos, con el uso de un lazo trompas comercial. La punción se realizó en la vena yugular a la altura de la región del encuentro, con el uso de los sistemas de jeringa-tubo Sarsted® de 10ml con anticoagulante EDTA, las muestras fueron remitidas al laboratorio de Patología Clínica de la FMVZ para su procesamiento.

Se obtuvieron las estimaciones por intervalo al 95% de confianza para los parámetros de los hemogramas. Los resultados se compararon con los parámetros de referencia para cerdos sanos. Las variables del hemograma fueron analizadas mediante la realización de una prueba de t-student para la diferencia promedio en dos poblaciones, cuando se obtienen muestras relacionadas de ellas, con el objeto de determinar si hay diferencias significativas entre los parámetros observados en el hemograma en el primer muestreo de sangre tomado al inicio del estudio, con respecto a los parámetros observados en el hemograma correspondiente al último muestreo realizado doce meses después. Las variables que no cumplieron el supuesto de normalidad, se analizaron con la prueba de suma de rangos de Wilcoxon.

3.3 ANÁLISIS DE LA QUÍMICA SANGUÍNEA.

Se obtuvo una muestra de sangre antes de la muerte de los animales, con la cual se realizó una química sanguínea para evaluar el perfil renal y hepático para conocer el estado en el que se encontraban estos órganos para poder diferenciar el origen de los signos neurológicos, principalmente convulsiones, y descartar que se hayan presentado por enfermedades hepáticas o renales, (causas extracraneales). La obtención de la muestra de sangre se realizó como se describe en la toma de muestras para la realización de hemogramas, pero usando los sistemas

de jeringa-tubo Sarstedt® sin anticoagulante y se obtuvo una estimación por intervalo al 95% de confianza; los valores obtenidos fueron comparados con los parámetros de referencia para cerdos sanos.

4. ESTUDIO NEUROPATOLÓGICO.

Los animales fueron sedados con azaperona a una dosis de 1mg/Kg vía intramuscular¹³, posteriormente, se realizó la eutanasia mediante la electro-insensibilización de los cerdos con un aparato diseñado por Tecnología Humanitaria Mundial específicamente para este fin. Se hizo pasar corriente eléctrica por el encéfalo con una duración entre cuatro y diez segundos, con un voltaje de 450 volts, voltaje indicado para insensibilizar animales con un peso entre 100 y 160Kg. Se prosiguió con el degüello y desangrado.^{18, 19} Se realizaron las necropsias y se obtuvieron los encéfalos, los cuales se identificaron con el número correspondiente y se colocaron en cubetas con formalina al 10% con un pH de 7.5 donde permanecieron por 10 días para su fijación para facilitar la realización de los cortes. Una vez fijados fueron lavados con agua corriente por 10 minutos y se efectuaron cortes coronales de 0.5cm de grosor para establecer la localización anatómica de los metacestodos. Se tomaron fotografías y se elaboraron diagramas donde se registró la posición de los cisticercos. Se seleccionaron áreas lesionadas; las cuales al ser detectadas se disecaron y fueron colocadas en cápsulas identificadas para su procesamiento mediante la técnica convencional de histología. Los cortes de 5 micrómetros de grosor fueron teñidos con Hematoxilina y Eosina (H/E), las laminillas fueron observadas bajo un microscopio fotónico y clasificadas con respecto al tipo de respuesta inflamatoria que presentaron las lesiones, de acuerdo con Aluja y Vargas.²⁰

RESULTADOS

1. ESTUDIO DE COMPORTAMIENTO

1.1. COMPORTAMIENTO TRÓFICO

Las conductas observadas previas a la alimentación fueron las siguientes:

Los animales asociaban el ruido que se hacía al abrir la chapa de la puerta de acceso a los corrales con la hora de alimentación, por lo que comenzaban a vocalizar y chillar seguido de la producción y secreción masiva de saliva.

Durante el periodo de alimentación se midió la duración, es decir el tiempo que utilizaban los cerdos para consumir la cantidad total de alimento que se les administraba por día; el tiempo promedio en que los animales consumían en su totalidad el alimento administrado fue de 30 minutos, dedicando un 2.08 % de su tiempo a esta actividad.

También se evaluó la forma de prensión del alimento, la cual era realizada utilizando la lengua y los labios para llevar el alimento a la boca.

Los cerdos no presentaron alteraciones aparentes relacionadas con el comportamiento trófico; todas las pautas de comportamiento se consideraron dentro de los patrones realizados por cerdos sanos.

1.2. COMPORTAMIENTO DE EXPLORACIÓN

El comportamiento de los cerdos al permitirles pastorear fue desplazarse mientras exploraban todo el terreno del área verde, hozaban y rascaban la tierra en busca de raíces, lombrices y se alimentaban de los vegetales que se encontraban en el terreno.

Los animales mostraron un buen desempeño para localizar las frutas secas y las semillas que fueron colocadas en diferentes puntos del terreno para poner a prueba su capacidad olfativa.

Todos los animales al encontrar los puntos sembrados con las frutas comenzaron a hozar y rascar la tierra para extraerlas. No se encontraron alteraciones aparentes, relacionadas con el sentido del olfato.

1.3. DELIMITACIÓN DE ÁREAS.

Los animales fueron capaces de delimitar el área donde se alimentaban, la misma que utilizaban para descansar y dormir, del área que utilizaban para defecar y orinar siendo esta la más húmeda del corral, al coincidir con el sitio donde se localizaban los bebederos de chupón. Es importante mencionar que a la llegada de los animales, estos no delimitaron las áreas desde un inicio, sino que tardaron aproximadamente una semana para que todos los animales pudieran hacerlo, aunque dentro de los grupos, había animales que a partir de las 48 horas, ya habían delimitado bien estas áreas, este comportamiento coincidió con los animales que presentaron las jerarquías más altas, es decir, que los animales con mayor jerarquía delimitaron más rápido sus áreas.

1.4. DESCANSO Y SUEÑO.

Se obtuvieron de manera individual los rangos de tiempo en horas, que los cerdos dedicaron a dormir, descansar, comer y otras actividades que incluyen jugar, caminar dentro del corral, pelear y acicalarse.

Los animales identificados con los números 6 y 11 durmieron en un rango de 11 a 13 horas por día; mientras que los cerdos 2, 3, 5, 7, 10, durmieron en un rango de 12 a 14 horas por día; los cerdos 1, 4, 12, permanecieron durmiendo en un rango de 14 a 16 horas por día y los cerdos 8 y 9 durmieron en un rango de 16 a 18 horas por día. Los cerdos 8 y 9 permanecieron

descansando en un rango de 2 a 4 horas al día; los cerdos 1, 4, 12, descansaron en un rango de 4 a 6 horas por día; mientras que los cerdos 2, 3, 5, 7, 10, descansaron en un rango de 6 a 8 horas y los cerdos 6 y 11 dedicaron un rango de 7 a 9 horas por día a esta actividad. El rango que los cerdos identificados con los números 4, 7, 9, dedicaron a comer fue de 0.3 a 0.5 horas por día, mientras que el cerdo número 5 se mantuvo en un rango de 0.5 a 1.0 horas por día; el resto de los animales se mantuvo en un rango de 0.3 a 0.7 horas por día. Los rangos de tiempo dedicados a otras actividades como jugar, caminar dentro del corral, acicalarse, pelear, etc., en general fue el siguiente: los cerdos 4, 7, 9, se mantuvieron en un rango de 3.5 a 3.7 horas por día; el cerdo número 5 se mantuvo en un rango de 3.0 a 3.5 horas por día y el resto de los cerdos estuvieron en un rango de 3.3 a 3.7 horas por día (**Cuadro 4**).

Cuadro 4. Rangos de tiempo (hrs) individuales, que los cerdos dedicaron a las actividades de dormir, descansar, comer y otras actividades (jugar, caminar en el corral, acicalarse, etc.).

# cerdo	A	xA	B	xB	C	xC	D	xD
1	14-16	15	4-6	5	0.3-0.7	0.5	3.3-3.7	3.5
2	12-14	13	6-8	7	0.3-0.7	0.5	3.3-3.7	3.5
3	12-14	13	6-8	7	0.3-0.7	0.5	3.3-3.7	3.5
4	14-16	15	4-6	5	0.3-0.5	0.4	3.5-3.7	3.6
5	12-14	13	6-8	7	0.5-1.0	0.75	3.0-3.5	3.25
6	11-13	12	7-9	8	0.3-0.7	0.5	3.3-3.7	3.5
7	12-14	13	6-8	7	0.3-0.5	0.4	3.5-3.7	3.6
8	16-18	17	2-4	3	0.3-0.7	0.5	3.3-3.7	3.5
9	16-18	17	2-4	3	0.3-0.5	0.4	3.5-3.7	3.6
10	12-14	13	6-8	7	0.3-0.7	0.5	3.3-3.7	3.5
11	11-13	12	7-9	8	0.3-0.7	0.5	3.3-3.7	3.5
12	14-16	15	4-6	5	0.3-0.7	0.5	3.3-3.7	3.5

Las columnas A, B, C y D, muestran los rangos de horas dedicadas a dormir, descansar, comer y otras actividades, respectivamente.

Las columnas xA, xB, xC y xD, muestran los promedios individuales por cerdo, de las horas que dedicaron los animales a las actividades descritas.

diferentes actividades. El tiempo promedio que los animales dedicaron a dormir y descansar

fue de 20 horas; de las cuales, el 30% el equivalente a 6 horas, lo ocuparon para mantenerse recostados sobre un costado con los ojos abiertos o cerrados y aparentemente dormidos o en posición ventral, mientras que el 70% restante, el equivalente a 14 horas, se la pasaron durmiendo.

Las actividades que desempeñan los cerdos generalmente durante 24 horas son dormir, descansar, comer, jugar, pelear y acicalarse; en este estudio se observó que la proporción de tiempo durante 24 horas, que los cerdos dedicaron a dormir fue del 58.33%, el 25% lo utilizaron para descansar, el 2.08% para comer y el 14.59% lo dedicaron a otras actividades, entre las que destacan jugar, caminar dentro del corral, explorar, acicalarse y pelear (**Cuadro 5**).

Cuadro 5. Proporción de tiempo y cantidad de horas que dedicaron los cerdos a diferentes actividades durante las 24 horas.

<i>Actividad</i>	<i>Porcentaje de tiempo (%)</i>	<i>Tiempo en horas.</i>
<i>Dormir</i>	<i>58.33</i>	<i>14</i>
<i>Descansar</i>	<i>25</i>	<i>6</i>
<i>Comer</i>	<i>2.08</i>	<i>0.5</i>
<i>Otra</i>	<i>14.59</i>	<i>3.5</i>
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>24</i>

1.5. CONDUCTAS AUTODIRIGIDAS Y REDIRIGIDAS (PROBLEMAS DE COMPORTAMIENTO).

La conducta redirigida que manifestaron 3 cerdos fue la de mordisquear los barrotes de las puertas de acceso; mientras que las conductas autodirigidas que realizaron 2 cerdos fueron la de chasquear los dientes y caminar de un lado a otro del corral, en ocasiones realizaban ambas conductas al mismo tiempo.

1.6. ESTABLECIMIENTO DE JERARQUÍAS.

La distribución de las jerarquías en el grupo uno, con respecto al cerdo que presentó el mayor índice de dominancia de acuerdo al número de encuentros agnósticos donde resultó vencedor sobre sus compañeros de grupo, fue la siguiente: hembra 4 (IE= 1), hembra 3 (IE=0.66), macho 1 (IE=0.33), hembra 2 (IE=0).

El orden de las jerarquías en el grupo dos se dio de la siguiente manera: hembra 9 (IE=1), hembra 7 (IE=0.8), hembra 8 (IE=0.6), hembra 10 (IE=0.4), hembra 5 (IE=0.2), macho 6 (IE=0).

Los animales del grupo 3 tuvieron que ser observados de manera separada ya que la cerda 12 estaba gestante y tuvo que ser separada, colocándola en otro corral; por lo que no se pudo observar la posición que ocupaban dentro de este grupo.

Las jerarquías observadas en las pautas de comportamiento fueron lineales.

1.7. PRESENTACIÓN DE SIGNOS NEUROLÓGICOS.

De los doce cerdos del estudio, tres animales presentaron signos neurológicos. En el grupo uno, la cerda número 2 presentó ataxia y espasticidad en los miembros pélvicos y flacidez de la lengua. En el grupo dos, la cerda número 8 presentó mioclonos en la región del cuello y lomo, estos mioclonos dieron origen a dos tipos de movimientos; el primero provocó que la cabeza de la cerda se moviera en forma afirmativa; mientras que el segundo ocasionó un movimiento oscilatorio desde el cuello y hasta la región dorsal del tórax. La cerda número 10 se convulsionó en dos ocasiones, la primera ocasión que convulsionó se encontraba comiendo cuando se desplomó sobre un costado, permaneció en esa posición de manera estática y rígida durante un lapso de 30 segundos aproximadamente, posteriormente se levanto sacudió la cabeza y reinicio su actividad alimenticia, la segunda ocasión que convulsionó estaba descansando sobre un costado, cuando comenzó con movimientos tónico clónicos generalizados por espacio de un minuto. Una cerda que pertenecía a otro trabajo de investigación, sufrió convulsiones en una ocasión un día antes de su sacrificio, los movimientos que realizó durante la convulsión fueron tónico- clónicos generalizados durante un lapso aproximado de dos minutos.

2. ESTUDIO FISIOLÓGICO.

2.1. CONSTANTES FISIOLÓGICAS.

Los promedios generales obtenidos en la medición de las constantes fisiológicas de temperatura, frecuencia respiratoria y frecuencia cardiaca se encontraron dentro de los parámetros normales establecidos para cerdos sanos (**Cuadro 6**).

Cuadro 6. Valores promedio de las constantes fisiológicas de los cerdos con neurocisticercosis, comparadas con los parámetros de referencia en cerdos sanos.

<i>Constante fisiológica</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Intervalos de confianza al 95%</i>		<i>Parámetros de referencia*</i>
			<i>LI</i>	<i>LS</i>	
<i>Temperatura °C</i>	38.19	0.32	37.88	38.17	38-39.5
<i>Frecuencia respiratoria R/min.</i>	25.14	9.03	21.26	28.41	10-30
<i>Frecuencia cardíaca L/min.</i>	79.69	14.77	68.51	84.06	70-110

* Valores de referencia tomados de: García R O, Lobo M G. Enfermedades de los cerdos¹⁷
 °C: Grados Celsius. R/min: Respiraciones por minuto; L/min: Latidos cardíacos por minuto.
 LI: limite inferior; LS: limite superior.

2.2. ANÁLISIS DE LOS HEMOGRAMAS

2.2.1. Estimación por intervalo para los parámetros de los hemogramas.

Los intervalos de confianza y los promedios para las variables del hematocrito, eritrocitos, volumen globular medio (VGM), plaquetas, fibrinógeno, leucocitos, neutrófilos, linfocitos, monocitos y eosinófilos se encontraron dentro de los parámetros de referencia establecidos por el laboratorio de Patología Clínica de la FMVZ.

El valor promedio de las proteínas totales se encontró entre 82.54 y 88.78g/L; Este rango se encuentra por arriba de los parámetros de referencia, establecidos por el laboratorio de Patología Clínica de la FMVZ, que van de 60 a 80g/L (**Cuadro7**). Es necesario mencionar que del total de las muestras, el 32.82% presentó hemólisis de leve a moderada al momento de su procesamiento, lo cual actuó como artefacto dando una medición elevada falsa de las proteínas totales en dichos muestreos, por lo que el promedio general se vio alterado.

No se realizó la estimación por intervalo de los basófilos por no cumplir con el supuesto de normalidad; sin embargo el promedio de las mediciones se encuentra dentro de los valores de referencia.

Cuadro 7. Valores promedio e intervalos de confianza para los hemogramas, comparados con los parámetros de referencia establecidos para cerdos sanos.

Variable	Media	Desviación estándar	Intervalos de confianza 95%		Parámetros de referencia	
			LI*	LS**	LI	LS
Hematocrito L/L	0.39	0.03	0.38	0.42	0.32	0.50
Eritrocitos X10 ¹² /L	6.80	0.60	6.42	7.18	5.0	8.0
VGM fL	58.65	1.67	57.59	59.71	50	68
Plaquetas X10 ⁹ /L	365.20	28.13	347.33	383.08	300	700
Proteínas totalesg/L	85.66	4.91	82.54	88.78	60	80
Fibrinógeno g/L	3.47	0.46	3.18	3.76	1.0	5.0
Leucocitos X10 ⁹ /L	14.44	1.50	13.48	15.38	11.0	22.0
Neutrófilos X10 ⁹ /L	5.25	1.16	4.52	5.99	3.2	10
Linfocitos X10 ⁹ /L	7.51	1.36	6.65	8.37	4.5	13.0
Monocitos X10 ⁹ /L	0.56	0.12	0.48	0.64	0.25	2.0
Eosinófilos X10 ⁹ /L	0.98	0.33	0.77	1.19	0.05	2.0
Basófilos X10 ⁹ /L	0.11	0.06	ND	ND	0	0.3

*Limite inferior; **Limite superior; ND no se determinó.

Tamaño de muestra n=12 cerdos.

2.2.2 Prueba de hipótesis para obtener la diferencia promedio entre el primer y el último hemograma.

La diferencia promedio del hematocrito mostró un aumento estadísticamente significativo ($P < 0.01$) entre la primer muestra obtenida con relación a la última muestra de sangre.

La diferencia promedio de las proteínas plasmáticas presentó una elevación estadísticamente significativa ($P < 0.05$); entre el primer y último hemograma.

Las diferencias promedio de los leucocitos y linfocitos presentaron una disminución estadísticamente significativa ($P < 0.05$)

La diferencia promedio de los neutrófilos tuvo una disminución estadísticamente significativa ($P < 0.01$) en la última medición del hemograma con respecto a la primera.

Los basófilos se evaluaron por medio de la prueba de suma de rangos de Wilcoxon al no cumplir con el supuesto de normalidad; se observó una disminución entre el primer y último

muestro; sin embargo, esta disminución no es significativa ($P>0.05$); se observó una ligera basofilia en el promedio de la primer muestra; mientras que en la última muestra, el promedio de los basófilos se encuentra en el límite normal superior (**Cuadro 8**).

Cuadro 8. Intervalos de confianza para la diferencia promedio en dos poblaciones cuando se obtienen muestras relacionadas de ellas.

Variables del hemograma	Promedio 1 ^{er} hemograma	Promedio 2 ^o hemograma	IC para la diferencia promedio para muestras relacionadas		SIG. ($P<0.05$)	Parámetros de referencia	
			LI	LS		LI	LS
Hematócrito L/L	0.34	0.42	-1.23	-0.05	0.0001**	0.32	0.50
Eritrocitos $\times 10^{12}/L$	6.33	7.13	-1.73	0.13	0.086 ^{NS}	5.0	8.0
VGM fL	54.83	58.25	-8.32	1.49	0.153 ^{NS}	50	68
Plaquetas $\times 10^9/L$	376.5	421.67	-81.58	105.75	0.782 ^{NS}	300	700
Proteínas totalesg/L	80.33	87.67	-13.11	-1.56	0.017*	60	80
Fibrinógeno g/L	3.83	4.25	-1.48	0.65	0.408 ^{NS}	1.0	5.0
Leucocitos $\times 10^9/L$	18.13	13.41	1.11	8.34	0.015*	11.0	22.0
Neutrófilos $\times 10^9/L$	8.78	5.4	1.027	5.72	0.009**	3.2	10
Linfocitos $\times 10^9/L$	7.26	6.31	1.11	8.34	0.015*	4.5	13.0
Monocitos $\times 10^9/L$	0.8	0.78	-0.55	0.60	0.926 ^{NS}	0.25	2.0
Eosinófilos $\times 10^9/L$	1.18	0.88	-0.50	1.10	0.427 ^{NS}	0.05	2.0
Basófilos $\times 10^9/L$ PW	0.06	0.03	Z= -1.000		0.317 ^{NS}	0	0.3

IC Intervalos de confianza; * Significancia ($P<0.05$); ** Significancia ($P<0.01$);
^{NS} No significativo ($p>0.05$); ^{PW} Prueba de suma de rangos de Wilcoxon; LI: límite inferior; LS: límite superior.

2.3. ANÁLISIS DE LAS QUÍMICAS SANGUÍNEAS.

2.3.1. Estimación por intervalo para los parámetros de las químicas sanguíneas.

La concentración de glucosa promedio en sangre se encuentra entre 3.07 y 4.31mmol/L, este valor se encuentra por debajo de los valores de referencia establecidos por el laboratorio de Patología Clínica de la FMVZ, para cerdos sanos, que van de 3.88 a 6.38mmol/L.

La concentración de la enzima gammaglutamilaminotransferasa (GGT) promedio se encuentra entre 27.21 y 40.45U/L, por lo que este valor esta por arriba de los parámetros de referencia establecidos de <13U/L.

La concentración de albúmina promedio en sangre se encuentra entre 31.47 y 37.03g/L; por lo que este valor esta por arriba de los parámetros de referencia, que van de 18 a 33g/L.

La concentración de fósforo promedio en sangre se encuentra entre 1.72 y 1.99mmol/L; por lo que se encuentra por debajo de los valores de referencia, que van de 1.93 a 2.9mmol/.

La concentración de cloro promedio en sangre se encuentra entre 103.54 y 108.96mmol/L; por lo que se encuentra por arriba de los parámetros de referencia, que van de 94 a 106mmol/L.

No se realizó la estimación por intervalo en las concentraciones de urea, sodio, cloro, la diferencia de iones fuertes y la osmolalidad, por no cumplir con el supuesto de normalidad; sin embargo, los promedios generales de las concentraciones en sangre de estos analitos, se encontraron dentro de los parámetros de referencia establecidos por el laboratorio de Patología Clínica de la FMVZ; tampoco se pudo realizar la estimación por intervalo en la concentración de bilirrubina total, la cual presentó una concentración promedio de 7mmol/L, valor que se encuentra por debajo de los valores promedio referidos en cerdos sanos, por el laboratorio de Patología Clínica de la FMVZ, que van de 8.5 a 34.2mmol/L (**Cuadro 9**).

Cuadro 9. Valores promedio e intervalos de confianza para los analitos de las químicas sanguíneas, comparados con los parámetros de referencia para cerdos sanos.

ANALITO	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	INTERVALOS DE CONFIANZA 95%		VALORES DE REFERENCIA	
			LI	LS	LI	LS
Glucosa mmol/L	3.69	0.97	3.07	4.31	3.88	6.38
Urea mmol/L	5.26	1.61	ND	ND	3.33	6.66
Creatinina mmol/L	141.25	34.56	119.29	163.21	106.1	176.8
Bilirrubina total mmol/L	7	2.34	ND	ND	8.5	34.2
AST U/L	45.75	8.38	40.43	51.02		<280
GGT U/L	33.83	10.42	27.21	40.45		<13.4
Albúmina g/L	34.25	4.37	31.47	37.03	18	33
Calcio mmol/L	2.68	0.21	2.55	2.81	2	2.74
Fósforo mmol/L	1.85	0.22	1.72	1.99	1.93	2.9
Potasio mmol/L	5.16	0.82	4.64	5.69	3.5	5.5
Sodio mmol/L	142.33	5.37	ND	ND	135	150
Cloro mmol/L	106.25	4.27	ND	ND	94	106
Bicarbonato mmol/L	23.67	3.42	21.49	25.84	23	26.5
Dif. Iones fuertes	36.08	3.96	ND	ND	30	40
Osmolalidad mOsm/kg	283.08	11.59	ND	ND	282	292

Tamaño de muestra n= 12 cerdos. ND: no se determinó; LI: limite inferior; LS: limite superior.

3.0. LOCALIZACIÓN ANATÓMICA DE LOS METACESTODOS DE

Taenia solium EN EL SNC.

Cerdo número uno.

El cerdo presentó un total de 33 metacestodos (MC's), los cuales fueron encontrados a diferentes niveles de su encéfalo. En el primer corte se localizó un metacestodos (MC) en el brazo anterior, en el lóbulo frontal del hemisferio derecho, a nivel del giro silviano (**Figura 1.1**); en el segundo corte se localizaron 3 MC's en la región medial del hemisferio izquierdo, cerca de la cisura longitudinal anterior a nivel del giro precrucial; se localizó otro MC en el brazo anterior, en el lóbulo frontal del hemisferio derecho, por arriba de la fisura rinal

anterior; se encontró un MC a nivel del giro silviano por arriba de la fisura rinal anterior del hemisferio izquierdo (**Figura 1.2**); a nivel del tercer corte se localizó un MC en el brazo anterior del hemisferio izquierdo cerca de la cisura longitudinal anterior y un MC en el brazo anterior del hemisferio izquierdo, a nivel del giro silviano y región insular(**Figura1.3**); al realizar el cuarto corte coronal se localizó un MC en la región insular derecha, un MC a nivel del giro precrucial izquierdo, cerca de la cisura longitudinal y un MC en el brazo anterior por arriba del cuerpo calloso (**Figura 1.4**); en el quinto corte se localizó un MC a nivel del giro ectosilviano y un MC en el núcleo caudado del hemisferio izquierdo; en el hemisferio derecho se encontró un MC a la altura de la comisura anterior (**Figura1.5**); en el sexto corte se localizaron dos MC's, uno en la ínsula derecha y el otro en la ínsula izquierda (**Figura 1.6**); en el séptimo corte se localizó un MC en la región posterior de la ínsula derecha (**Figura 1.7**); al realizar el octavo corte coronal se localizó en el hemisferio izquierdo un MC en la región del giro marginal, un MC en la región del núcleo caudado y un MC en el área del tálamo; en el hemisferio derecho se localizó un MC en la región de la ínsula (**Figura 1.8**); en el noveno corte se localizó en el hemisferio izquierdo, un MC a nivel del surco marginal; un MC en el giro suprasilviano; en el hemisferio derecho se encontró un MC en el giro hipocámpico y dos MC's en el giro suprasilviano (**Figura 1.9**); en el décimo corte en el hemisferio derecho se localizó un MC en el surco suprasilviano y otro en el hipocampo (**Figura 1.10**); al realizar el onceavo corte se localizó un MC en el brazo posterior en la región del cuerpo calloso izquierdo; en el hemisferio derecho se encontró un MC en el brazo posterior a nivel del giro occipital y dos MC's en el cíngulo y la cisura longitudinal posterior (**Figura 1.11**); en el corte número 12 se encontró un MC en el surco esplenial derecho (**Figura 1.12**).

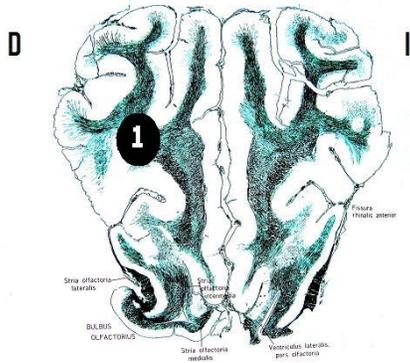


FIGURA 1.1. MC 1 Brazo anterior en el lóbulo frontal a nivel del giro silviano.
D: hemisferio derecho.
I: hemisferio izquierdo.

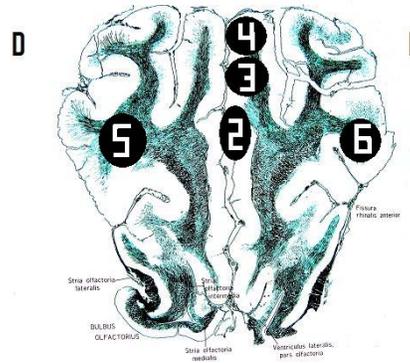


FIGURA 1.2. MC 2, 3, 4 Región medial, cerca de la cisura longitudinal anterior; MC 5,6 Brazo anterior, a nivel del giro silviano.

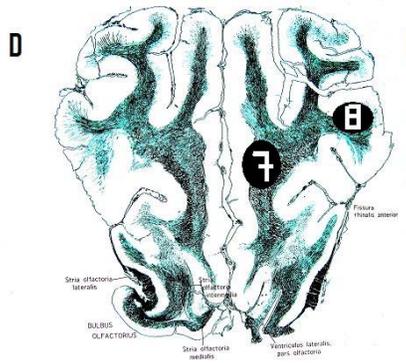


FIGURA 1.3. MC 7 Brazo anterior, cerca de la cisura longitudinal anterior; MC 8 Brazo anterior a nivel del giro silviano y región insular.

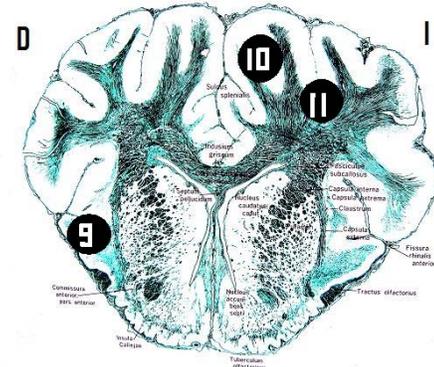


FIGURA 1.4. MC 9 Región insular derecha; MC 10 Giro precrucial izquierdo; MC 11 Brazo anterior, por arriba de la rodilla del cuerpo calloso

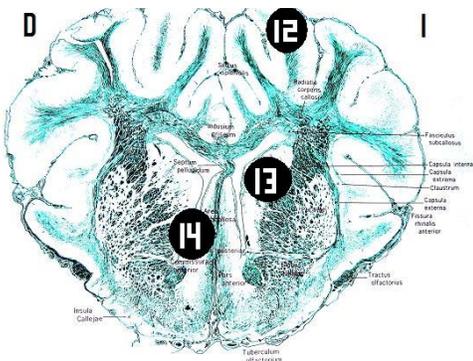


FIGURA 1.5. MC 12 Giro ectosilviano; MC 13 Núcleo caudado; MC 14 Comisura anterior.

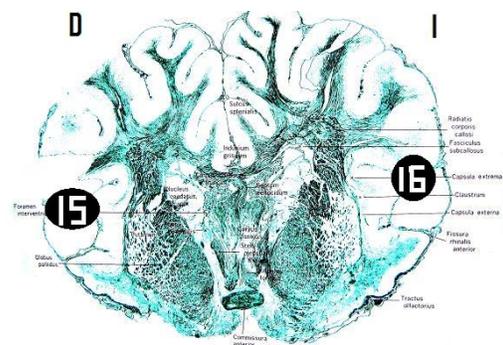


FIGURA 1.6. MC 15 Ínsula derecha; MC 16 Ínsula izquierda.

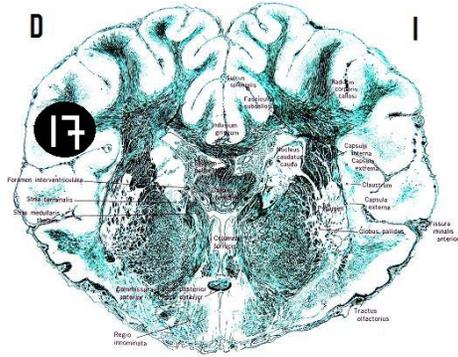


FIGURA 1.7. MC 17 Región posterior de la ínsula derecha

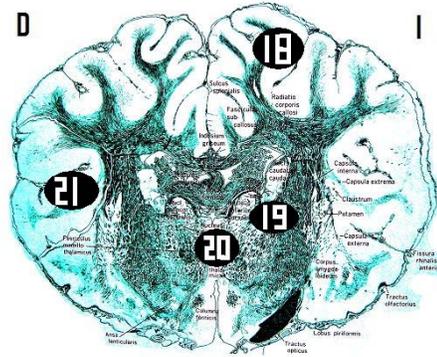


FIGURA 1.8. MC 18 Giro marginal; MC 19 Núcleo caudado; MC 20 Tálamo; MC 21 Región posterior de la ínsula.

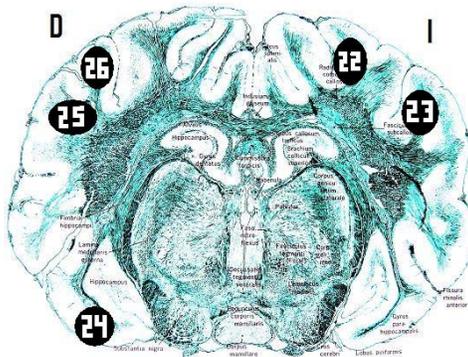


FIGURA 1.9. MC 22 Surco marginal; MC 23 Giro suprasilviano; MC 24 Giro Hipocámpico; MC 25, 26 Giro suprasilviano

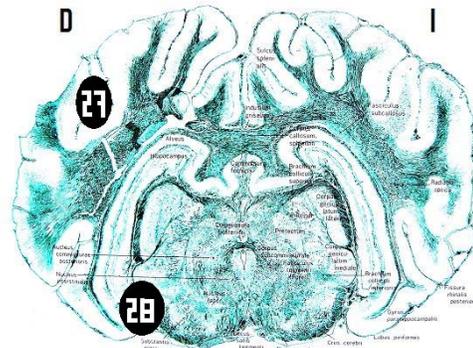


FIGURA 1.10. MC 27 Giro suprasilviano; MC 28 Hipocampo.

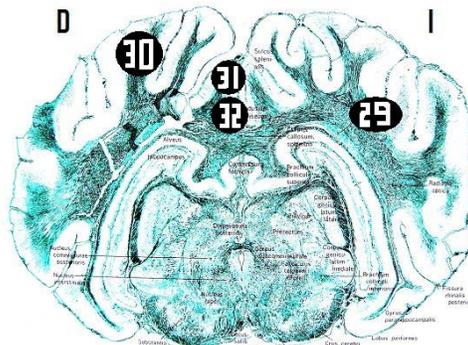


FIGURA 1.11. MC 29 Brazo posterior en el surco suprasilviano; MC 30 Brazo posterior en el giro occipital; MC 31,32 Cíngulo y cisura longitudinal posterior.

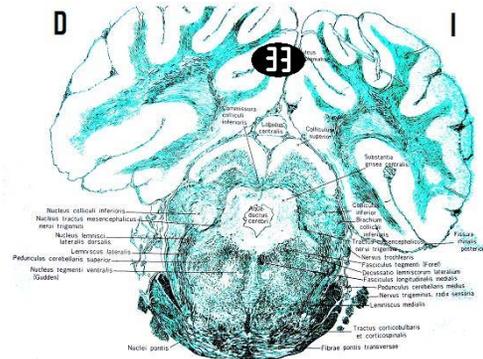


FIGURA 1.12 MC 33 Surco esplenial.

Cerdo número dos.

La cerda presentó 14 MC's, de los cuales el primero fue localizado en el cuarto corte a nivel del piso de la rodilla del cuerpo calloso y el núcleo caudado, en el hemisferio izquierdo (**Figura 2.1**); en el quinto corte se encontró un MC en el cíngulo y cisura longitudinal anterior, por arriba del cuerpo calloso (**Figura 2.2**); en el sexto corte se localizó un MC en el núcleo caudado anterior y otro en el giro silviano por arriba de la región insular en el hemisferio derecho (**Figura 2.3**); en el séptimo corte se encontró un MC en el núcleo caudado medio del hemisferio izquierdo (**Figura 2.4**); en el corte número ocho se encontraron tres MC's; uno en el cíngulo derecho, otro en el cíngulo izquierdo y otro en el brazo posterior (**Figura 2.5**); en el corte número 9 se encontró un MC en el cuerpo geniculado lateral izquierdo y otro en la región del giro occipital, en el hemisferio izquierdo (**Figura 2.6**); en el corte número once se localizó un MC en el colículo superior del hemisferio derecho y uno en el brazo posterior en el área del giro occipital (**Figura 2.7**); en el corte número 12 se encontró un MC en la región occipital posterior (**Figura 2.8**); en el corte 19 se localizó un MC en la pirámide de la médula oblongada, (**Figura 2.9**).

La flacidez de la lengua, la ataxia y la espasticidad de los miembros pélvicos se correlacionaron con los MC's encontrados a diferentes niveles del núcleo caudado (**Figuras 2.10 y 2.11**) y el MC localizado en la pirámide a nivel de la médula oblongada (**Figura 2.12**).

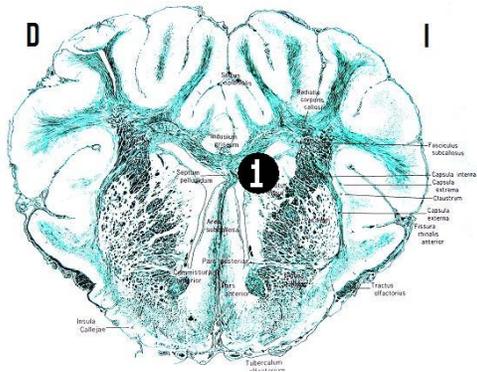


FIGURA 2.1. MC 1 Piso de la rodilla del cuerpo calloso y núcleo caudado

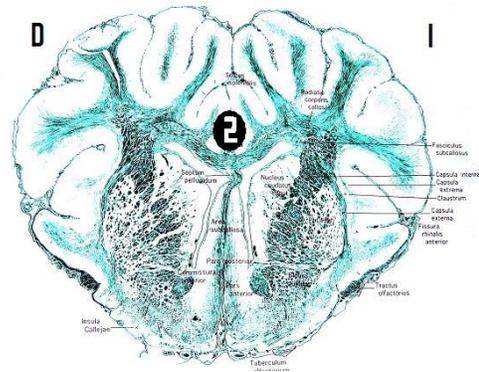


FIGURA 2.2. MC 2 Cíngulo y cisura longitudinal anterior, por arriba del cuerpo calloso

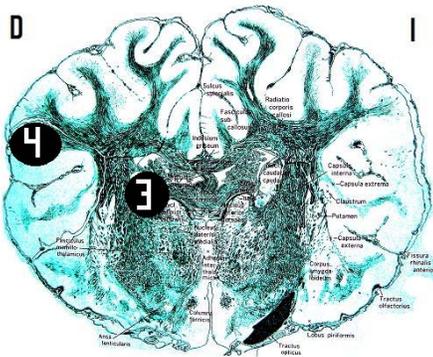


FIGURA 2.3. MC 3 Núcleo caudado; MC 4 Giro silviano, por arriba de la región insular

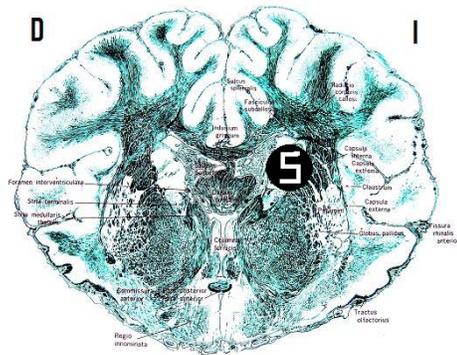


FIGURA 2.4. MC 5 Núcleo caudado.

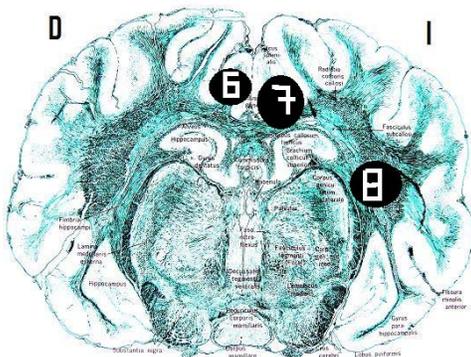


FIGURA 2.5. MC 6,7 Cíngulo; MC 8 Brazo posterior

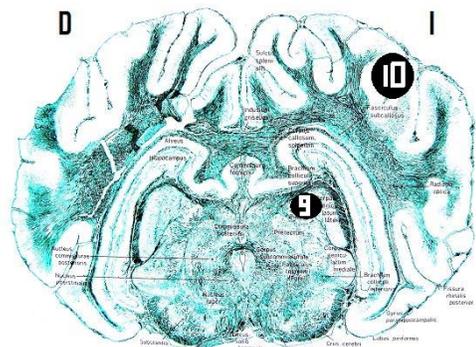


FIGURA 2.6. MC 9 Cuerpo geniculado lateral; MC 10 Giro occipital.

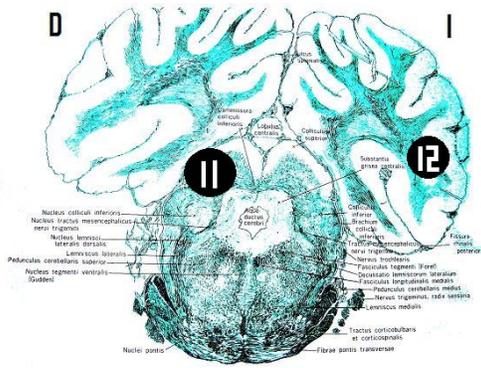


FIGURA 2.7. MC 11 Colículo superior; MC 12 Brazo posterior en el área del giro occipital.

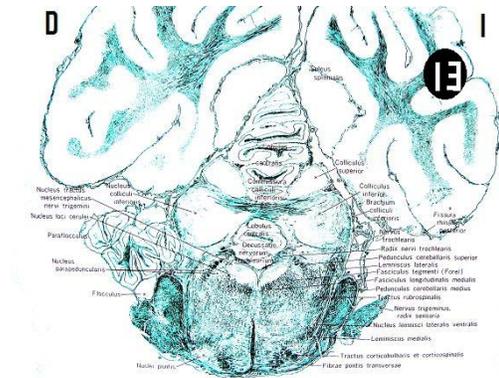


FIGURA 2.8. MC 13 Región occipital

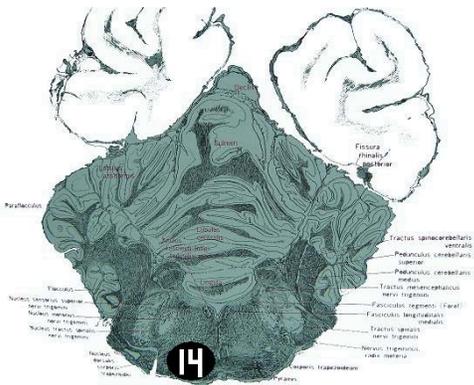


FIGURA 2.9. MC 14 Pirámide en la médula oblongada.



FIGURA 2.10 Corte coronal del encéfalo del cerdo número 2. La flecha muestra la lesión provocada por el metacestodo a nivel del núcleo caudado en el hemisferio cerebral izquierdo.

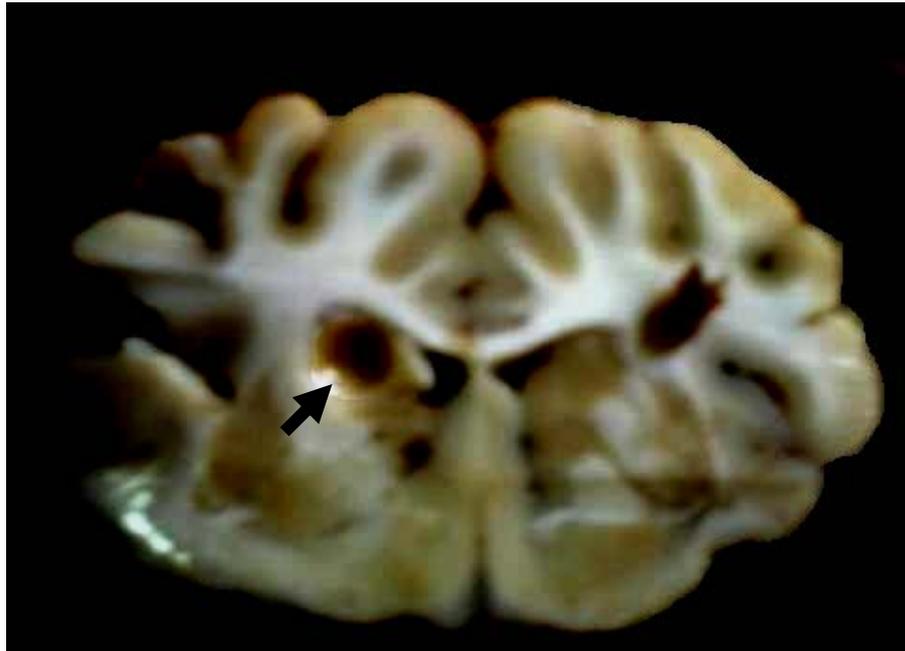


FIGURA 2.11 Corte coronal del encéfalo del cerdo número 2. La flecha muestra la lesión provocada por el metacestodo a nivel del núcleo caudado en el hemisferio cerebral derecho.

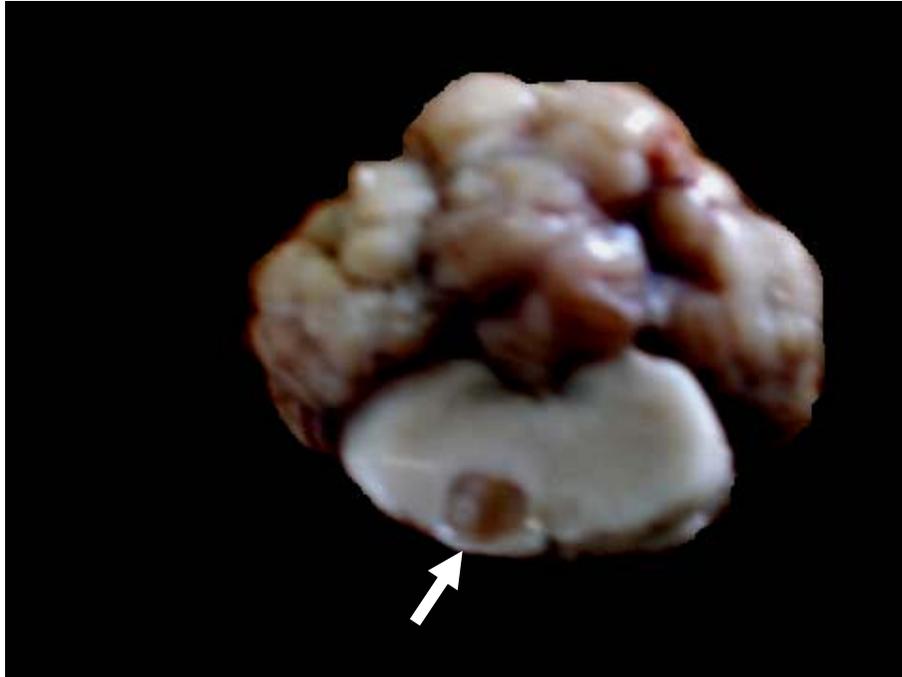


FIGURA 2.12 Corte coronal del encéfalo del cerdo número 2. La flecha muestra la lesión provocada por el metacestodo a nivel del sistema piramidal en la médula oblongada.

Cerdo número tres.

La cerda presentó cinco MC's de los cuales, el primero se localizó a nivel del tercer corte en la región del brazo anterior, en el lóbulo frontal del hemisferio derecho (**Figura 3.1**); al realizar el cuarto corte se localizaron dos MC's; uno en la región de la ínsula derecha y otro en la región del brazo anterior, cerca de la cisura longitudinal, en el hemisferio derecho (**Figura 3.2**); a nivel del décimo corte, se localizó un MC en la región del giro y surco marginal derecho y otro en la misma región en el hemisferio izquierdo (**Figura 3.3**).

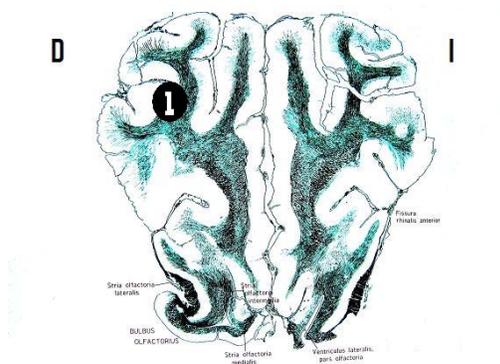


FIGURA. 3.1. MC 1 Brazo anterior, en el lóbulo frontal.

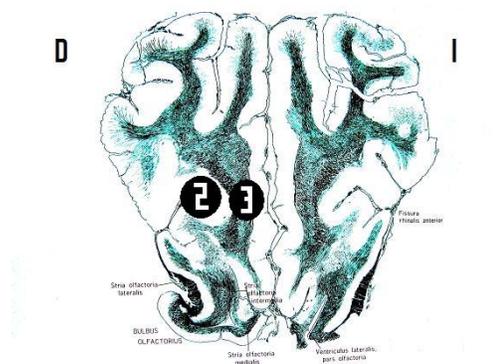


FIGURA 3.2. MC 2 Región insular; MC 3 Brazo anterior, cerca de la cisura longitudinal anterior.

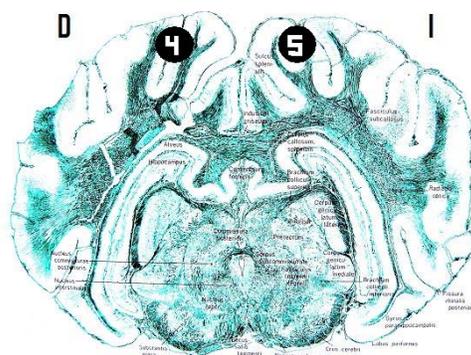


FIGURA 3.3. MC 4,5 Giro y surco marginal derecho e izquierdo, respectivamente.

Cerdo número cuatro.

La cerda presentó siete MC's, de los cuales el primero se encontró al realizar el primer corte coronal en el giro ectosilviano en el lóbulo frontal (**Figura 4.1**); en el segundo corte se encontró un MC a nivel del bulbo olfatorio (**Figura. 4.2**); al realizar el sexto corte se encontró un MC en el giro ectosilviano (**Figura 4.3**); a nivel del séptimo corte coronal, se localizó un MC en la región del cíngulo izquierdo y el surco esplenial (**Figura 4.4**); en el octavo corte se localizó otro MC a nivel del surco esplenial del hemisferio derecho (**Figura 4.5**); a nivel del noveno corte se encontró un MC en el giro parahipocámpico en el hemisferio izquierdo

(Figura 4.6); en el décimo corte se encontró un MC a nivel del cíngulo y el surco esplenial (Figura 4.7).

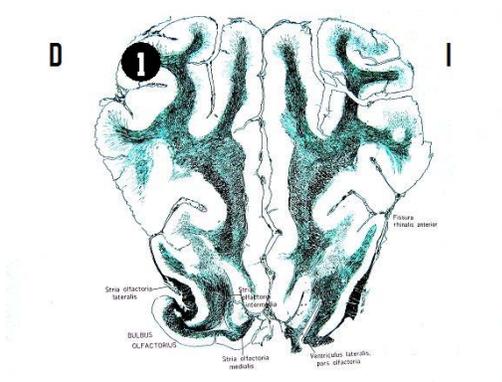


FIGURA 4.1. MC 1 Giro ectosilviano en la región del lóbulo frontal.

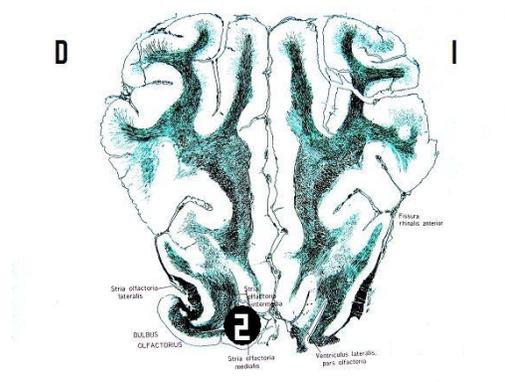


FIGURA 4.2. MC 2 Bulbo olfatorio.

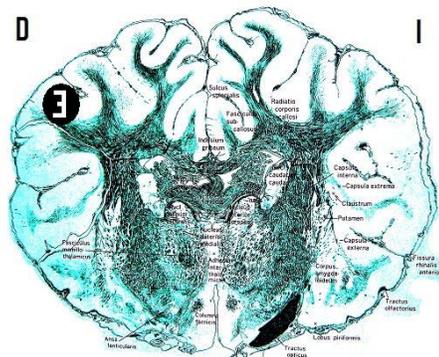


FIGURA 4.3. MC 3 Giro ectosilviano

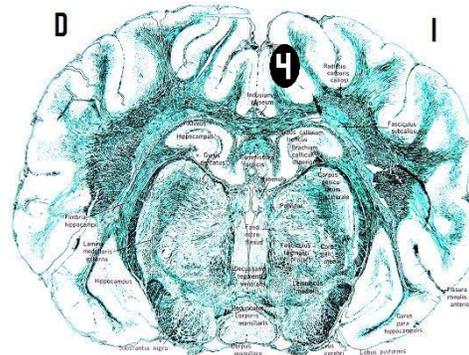


FIGURA 4.4. MC 4 Cíngulo y surco esplenial.

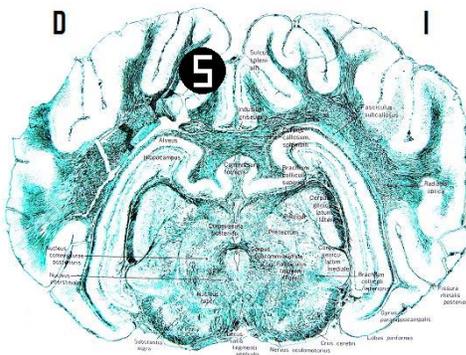


FIGURA 4.5. MC 5 Cíngulo y surco esplenial.

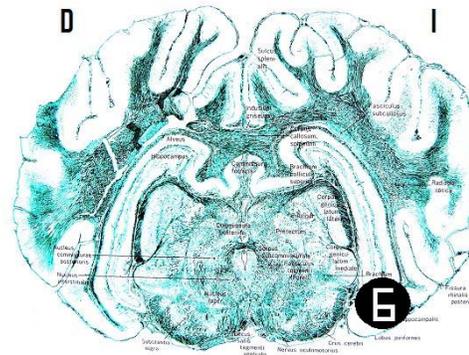


FIGURA 4.6. MC 6 Giro parahipocámpico.

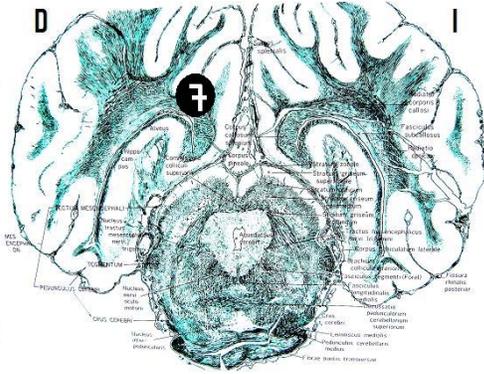


FIGURA 4.7. MC 7 Cíngulo y surco esplenial.

Cerdo número cinco.

La cerda presentó cinco MC's; al realizar el primer corte coronal se localizó un MC en la región insular del hemisferio izquierdo, a nivel del giro silviano y un MC en el giro ectosilviano en el hemisferio derecho (**Figura 5.1**); el tercer MC se encontró a nivel del segundo corte coronal en la región insular, en el hemisferio izquierdo (**Figura. 5.2**); en el tercer corte coronal se localizó el cuarto MC a nivel del giro poscrucial (**Figura 5.3**); a nivel del catorceavo corte coronal se encontró un MC en la región occipital (**Figura 5.4**).

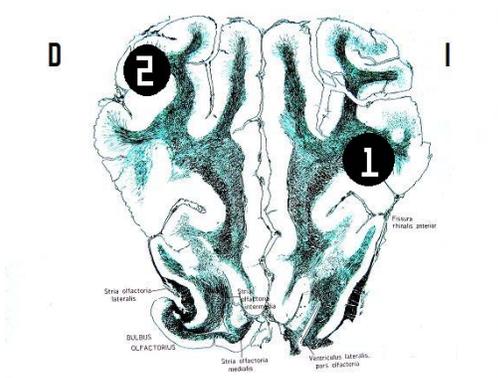


FIGURA 5.1. MC 1 Región insular, a nivel del giro silviano; MC 2 Giro ectosilviano.

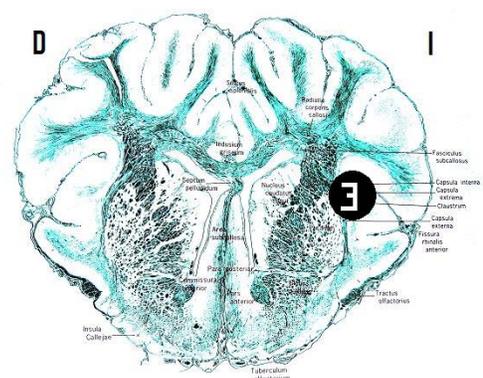


FIGURA 5.2. MC 3 Región insular.

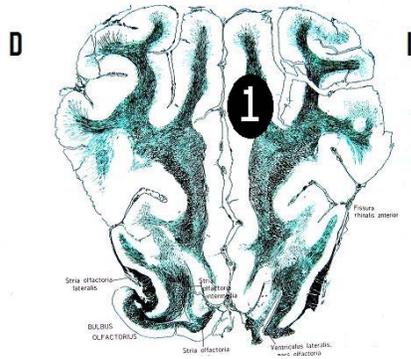


FIGURA 6.1. MC 1 Brazo anterior, en el lóbulo frontal, en el hemisferio izquierdo, cerca de la cisura longitudinal, por debajo del giro precrucial.

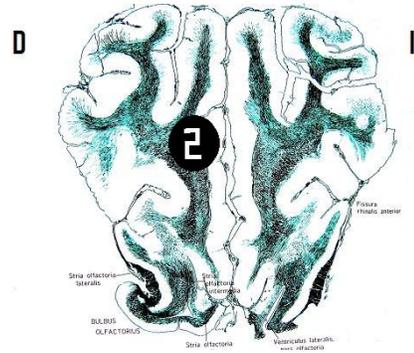


FIGURA 6.2. MC 2 Brazo anterior, en el lóbulo frontal, en el hemisferio derecho, cerca de la cisura longitudinal, por debajo del giro precrucial.

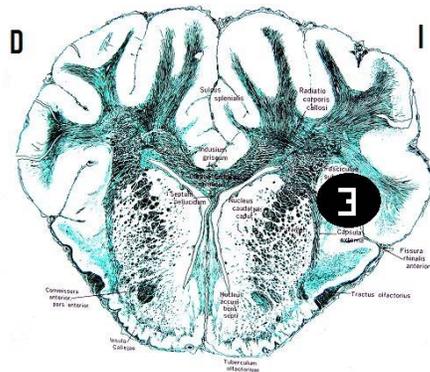


FIGURA 6.3. MC 3 Ínsula y fascículos subcallosos, por arriba de la fisura rinal anterior.

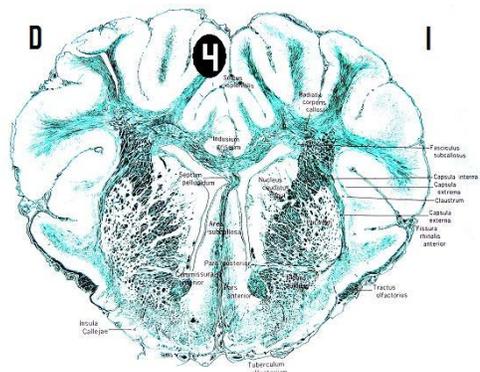


FIGURA 6.4. MC 4 Giro poscrucial, por arriba del cíngulo.

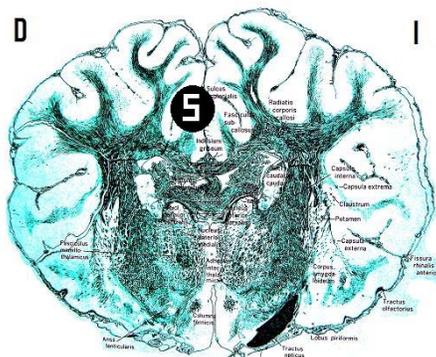


FIGURA 6.5. MC 5 Surco esplenial y cisura longitudinal, por arriba del cíngulo.

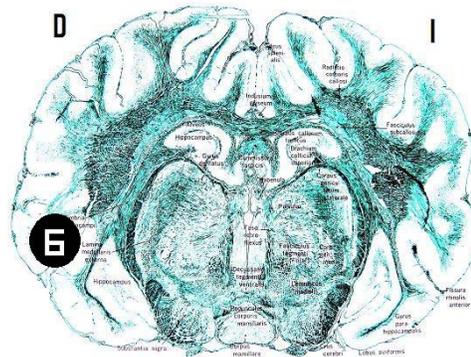


FIGURA 6.6. Giro silviano, por arriba de la fisura rinal anterior.

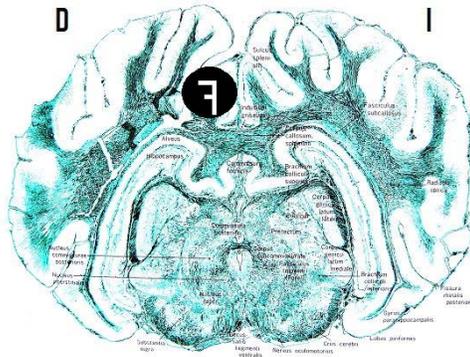


FIGURA 6.7. MC 7 Cíngulo, por arriba del cuerpo calloso.

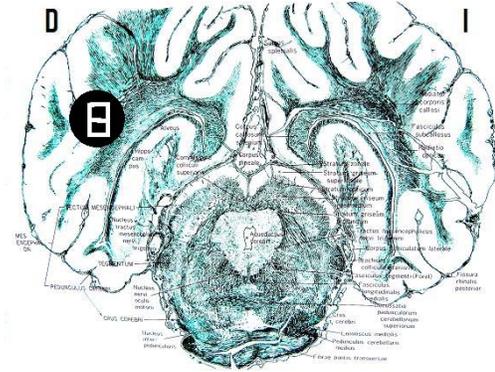


FIGURA 6.8. MC 8 brazo anterior, en el giro occipital.



FIGURA 6.9. Corte coronal del encéfalo del cerdo número 6. La flecha muestra la lesión provocada por un metacestodo a nivel del giro silviano, por arriba de la fisura rinal anterior; la cabeza de flecha muestra dilatación ligera de los ventrículos laterales.

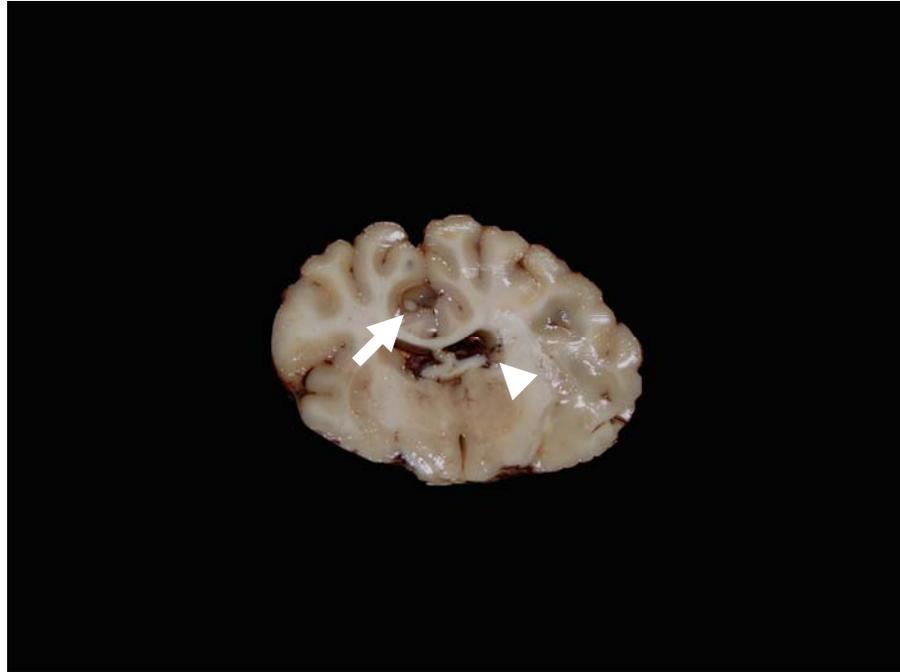


FIGURA 6.10. Corte coronal del encéfalo del cerdo número 6. La flecha muestra la lesión provocada por un metacestodo en el surco esplenial y la cisura longitudinal, por arriba del cíngulo, en la cavidad se aprecia aun el escólex del parásito; la cabeza de flecha muestra una ligera dilatación de los ventrículos laterales. La asimetría de los hemisferios de debe a la mala colocación del encéfalo en el recipiente con el líquido fijador.

Cerdo número siete.

La cerda presentó 40 MC's, de los cuales, el primero se localizó en la hoz del cerebelo (**Figura 7.1**); el segundo MC se encontró a nivel del segundo corte coronal en el giro ectosilviano en el lóbulo frontal, en el hemisferio izquierdo (**Figura 7.2**); al realizar el tercer corte coronal se localizaron dos MC's ubicados debajo de las leptomeninges a nivel de los giros ectosilviano y precrucial, en el lóbulo frontal del hemisferio derecho (**Figura 7.3**); en el cuarto corte coronal se localizaron siete MC's; en el hemisferio derecho se encontró el primero a nivel del cíngulo y la cisura longitudinal; dos MC's a nivel de la ínsula; un MC a nivel de la cápsula externa que involucra también al putamen, un MC en el núcleo caudado y un MC en el área subcallosa y comisura anterior en la pars anterior; en el hemisferio izquierdo

se localizó un MC en la cápsula externa y putamen; (**Figura 7.4**); a nivel del quinto corte coronal, se encontraron en el hemisferio derecho dos MC's en la región insular; un MC en la cápsula interna; un MC en el giro marginal, por arriba de la rodilla del cuerpo caloso; un MC en el núcleo caudado; un MC a nivel de la comisura anterior; en el hemisferio izquierdo se encontró un MC a nivel de la cápsula externa, el claustrum y la ínsula (**Figura 7.5**); al realizar el sexto corte coronal, se localizó un MC a nivel del tracto olfatorio derecho; un MC a nivel del tálamo derecho y un MC a nivel de la cápsula externa y el claustrum (**Figura 7.6**); en el séptimo corte coronal se localizó en el hemisferio derecho un MC en el giro suprasilviano, por arriba de la rodilla del cuerpo caloso; un MC a nivel del claustrum; en el hemisferio izquierdo se localizó un MC a nivel del giro suprasilviano; un MC en la cápsula extrema; un MC en la ínsula; un MC en el putamen y un MC en el globo pálido (**Figura 7.7**); en el octavo corte coronal se localizó en el hemisferio izquierdo un MC en los fascículos subcallosos y dos MC's en la cola del núcleo caudado (**Figura 7.8**); en el noveno corte se localizaron en el hemisferio izquierdo, un MC en el giro marginal; un MC en el giro esplenial y un MC leptomeningeo a nivel del giro marginal; en el hemisferio derecho se localizó un MC a nivel de las leptomeninges en el giro marginal (**Figura 7.9**); en el décimo corte se encontró en el hemisferio derecho un MC a nivel del alveolo hipocámpico; un MC a nivel del cíngulo; un MC en las leptomeninges a nivel de la cisura longitudinal y un MC en las leptomeninges a nivel del giro marginal (**Figura 7.10**); en el onceavo corte se encontró un MC en el hipocampo del hemisferio y cuerpo caloso, en el hemisferio derecho (**Figura 7.11**).

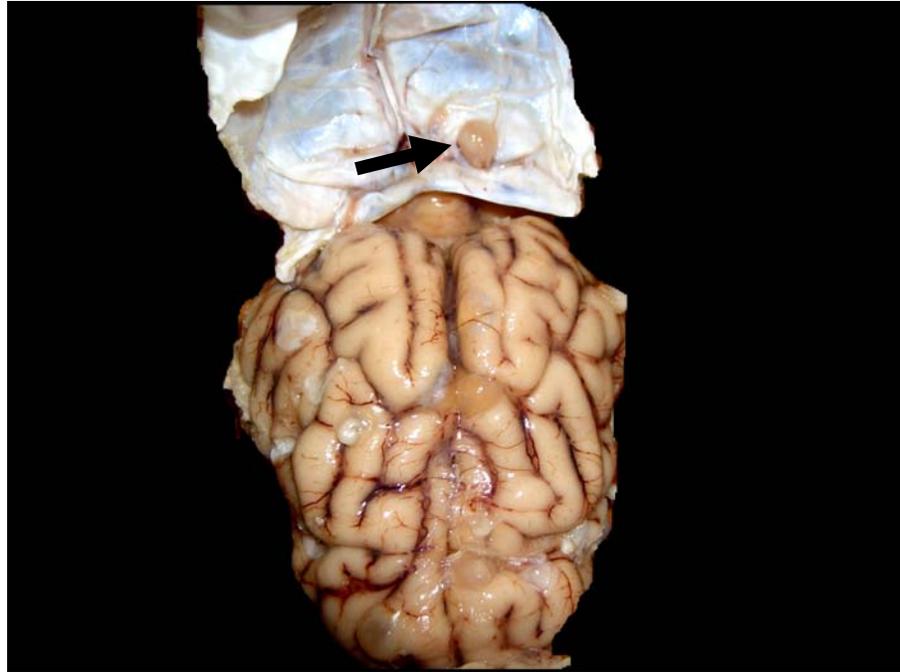


FIGURA 7.1. Encéfalo del cerdo número 7. La flecha muestra la localización subdural de un metacestodo en la hoz del cerebelo.

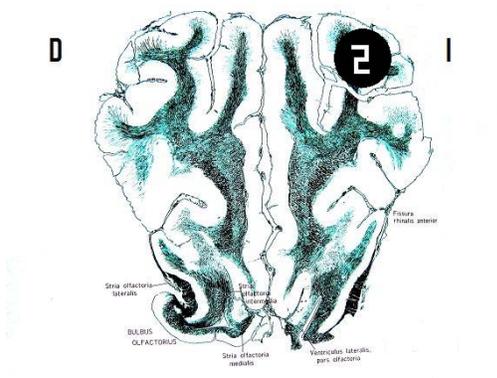


FIGURA 7.2. MC 2 Giro ectosilviano.

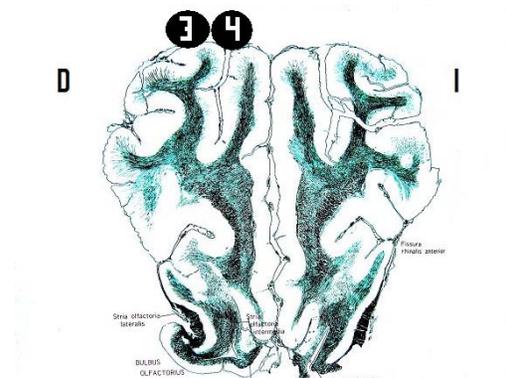


FIGURA 7.3. MC 3 submeningeo en el giro ectosilviano; MC 4 submeningeo en el giro precrucial.

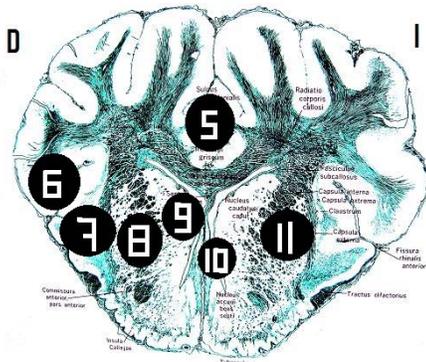


FIGURA 7.4. MC 5 Cíngulo y cisura longitudinal; MC 6, 7 Región insular; MC 8, 11 Cápsula externa y putamen; MC 9 Núcleo caudado; MC 10 área subcallosa y comisura anterior pars anterior.

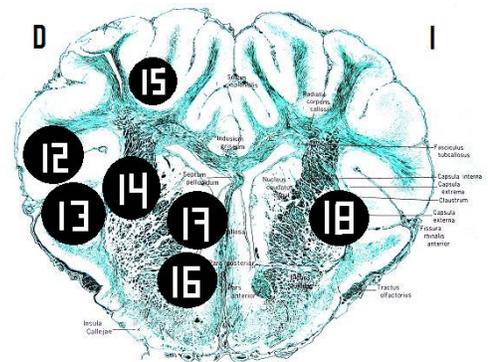


FIGURA 7.5. MC 12,13 Región insular; MC 14 Cápsula interna; MC 15 Giro marginal por arriba de la rodilla del cuerpo calloso; MC 16 Comisura anterior; MC 17 Núcleo caudado; MC 18 capsula externa, claustrum e ínsula.

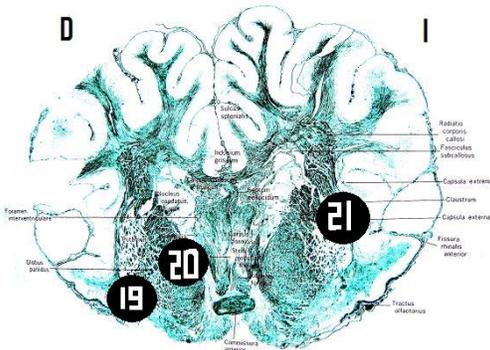


FIGURA 7.6. MC 19 Tracto olfatorio y lóbulo piriforme; MC 20 Tálamo; MC 21 Cápsula externa y claustrum.

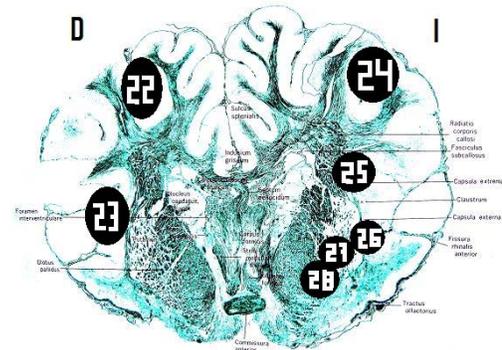


FIGURA 7.7. MC 22, 24 Giro suprasilviano; MC 23 Claustrum; MC 25 Cápsula extrema; MC 26 Ínsula; MC 27 Putamen; MC 28 Globo pálido.

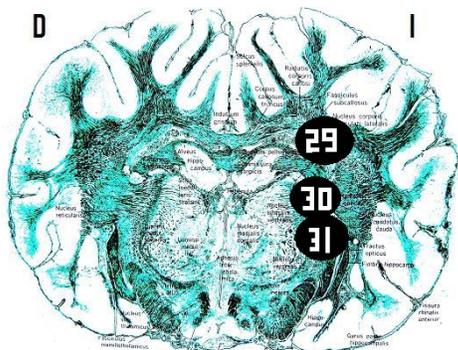


FIGURA 7.8. MC 29 fascículos subcallosos; MC 30, 31 Cola del núcleo caudado.

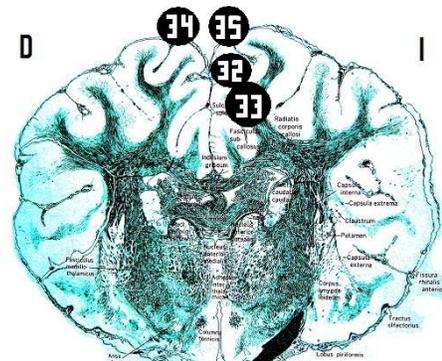


FIGURA 7.9. MC 32 Giro marginal; MC 33 Giro esplenial; MC 34, 35 leptomeninges del giro marginal.

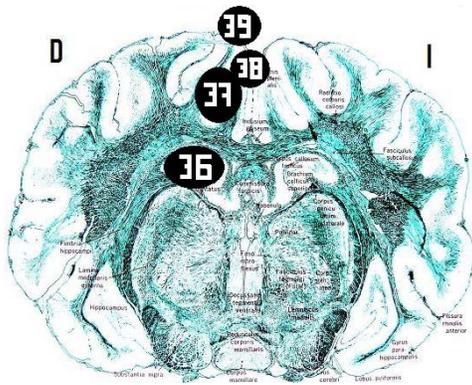


FIGURA 7.10. MC 36 Alvéolo hipocámpico; MC 37 Cíngulo; MC 38 leptomeninges y cisura longitudinal; MC 39 leptomeninges Del giro marginal.

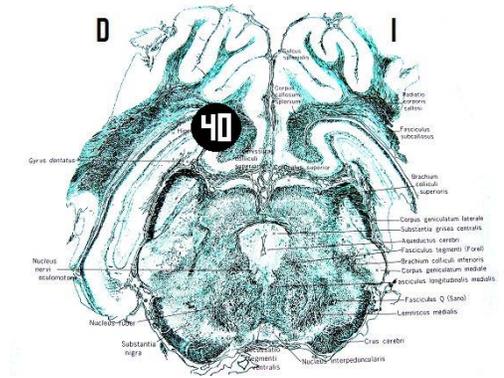


FIGURA 7.11. MC 40 hipocampo.

Cerdo número ocho.

La cerda presentó dos MC's; el primero se localizó a nivel del primer corte, en el brazo anterior del lóbulo frontal del hemisferio izquierdo (**Figura 8.1**); el segundo se encontró a nivel del sexto corte en la región insular posterior del hemisferio izquierdo (**Figura 8.2**).

El MC localizado en el brazo anterior (**Figura 8.3**) y el encontrado en la ínsula (**Figura 8.4**) están relacionados con los mioclonos que presentó la cerda, de acuerdo con las funciones que realizan de manera normal las áreas neuroanatómicas mencionadas.

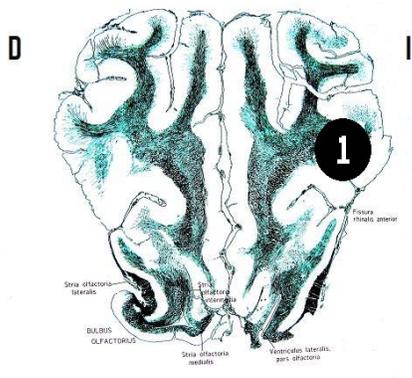


FIGURA 8.1. MC 1 brazo anterior en el lóbulo frontal.

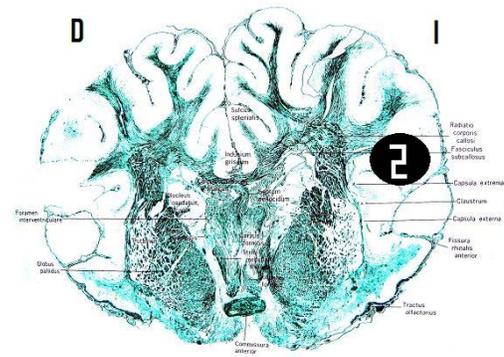


FIGURA 8.2. MC 2 Región insular.



FIGURA 8.3. Corte coronal del encéfalo del cerdo número 8. La flecha muestra la lesión ocasionada por la implantación del metacestodo en la región del brazo anterior, en el lóbulo frontal.

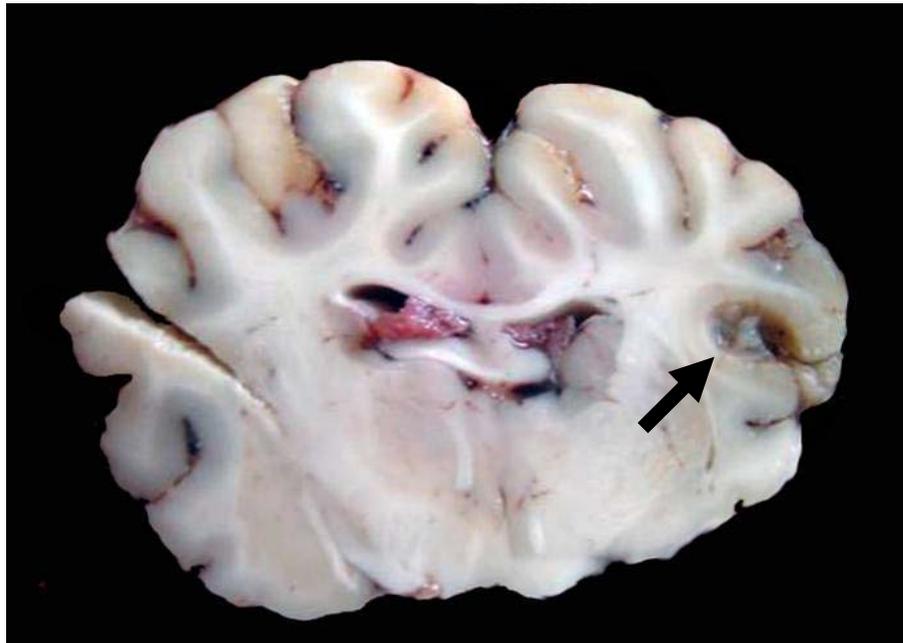


FIGURA 8.4. Corte coronal del encéfalo del cerdo 8. La flecha muestra la lesión ocasionada por el metacestodo en la región de la ínsula.

occipital (**Figura 10.8**); al realizar el noveno corte coronal, se localizaron dos MC's en el brazo anterior, en el lóbulo occipital del hemisferio izquierdo y uno en el giro occipital (**Figura 10.9**); en el décimo corte coronal se localizó un MC en el brazo anterior y el giro occipital (**Figura 10.10**); en el onceavo corte coronal se localizó un MC en el hipocampo y cuerpo calloso del hemisferio derecho (**Figura 10.11**); en el doceavo corte coronal se encontró un MC en el giro occipital (**Figura 10.12**).

Los MC's relacionados con la presentación de convulsiones son los que se localizaron a nivel del núcleo caudado y el tálamo posterior del hemisferio derecho (**Figuras 10.13 y 10.14**).



FIGURA 10.1. Encéfalo del cerdo número 10. La flecha muestra a un metacestodo en la hoz o tienda del cerebelo, localizado por debajo de las leptomeninges.

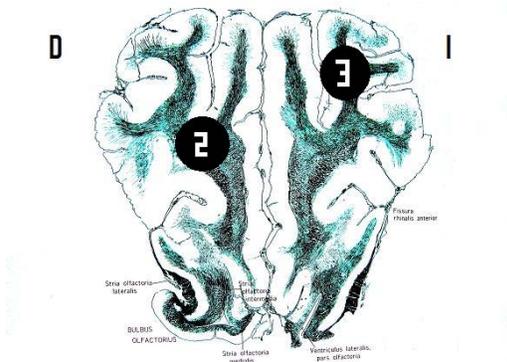


FIGURA 10.2. MC 2 Brazo anterior, lóbulo frontal; MC 3 Giro ectosilviano.

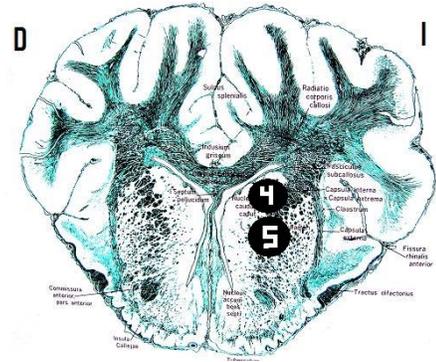


FIGURA 10.3. MC 4,5 Cabeza del Núcleo caudado.

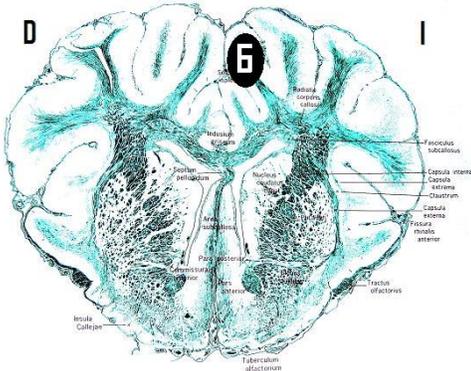


FIGURA 10.4. MC 6 giro precrucial.

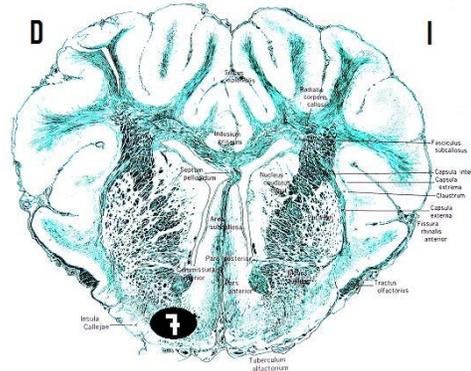


FIGURA 10.5. MC 6 Tubérculo olfatorio y región insular

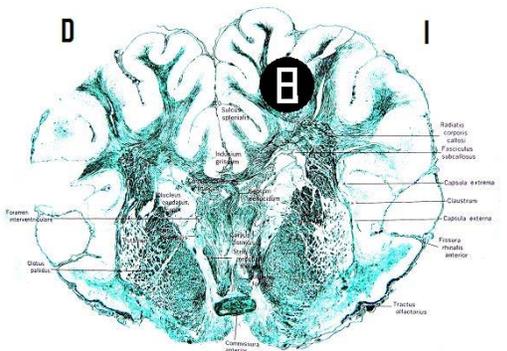


FIGURA 10.6. Brazo anterior del hemisferio derecho.

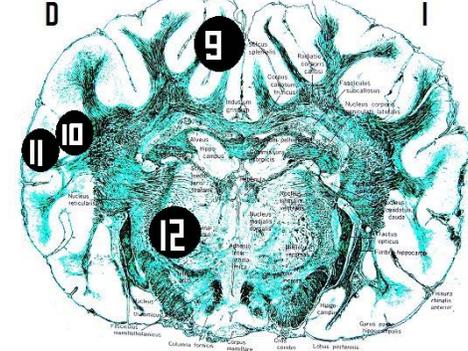


FIGURA 10.7. MC 9 Surco esplenial; MC 10,11 Giro suprasilviano; MC 12 Tálamo posterior.

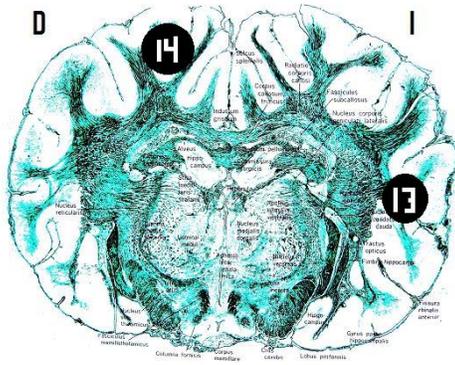


FIGURA 10.8. MC 13 Giro suprasilviano; MC 14 Giro occipital y giro marginal.

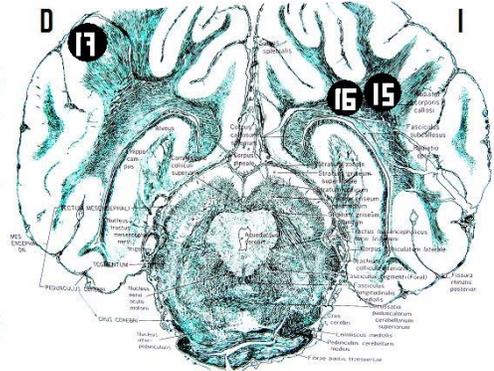


FIGURA 10.9. MC 15,16 Brazo anterior y giro occipital.

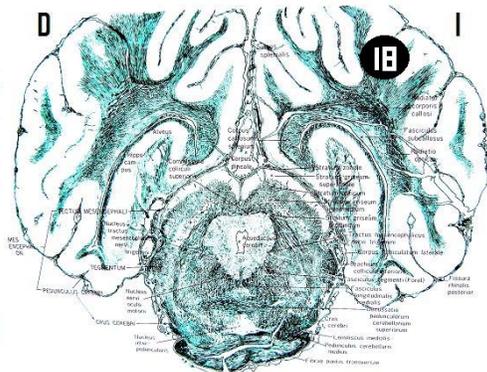


FIGURA 10.10. MC 18 Giro occipital.

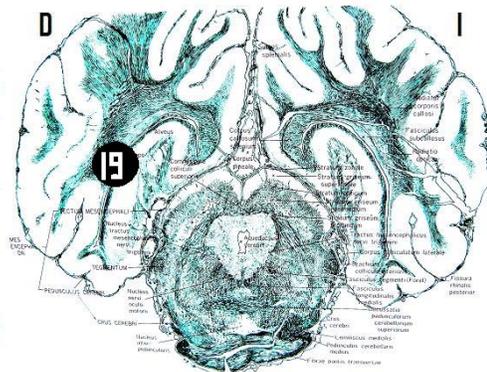


FIGURA 10.11. MC 19 hipocampo y cuerpo calloso.

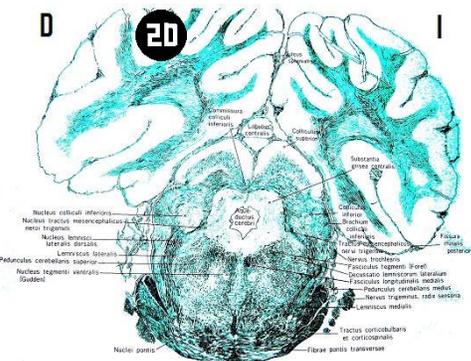


FIGURA 10.12. MC Giro occipital.

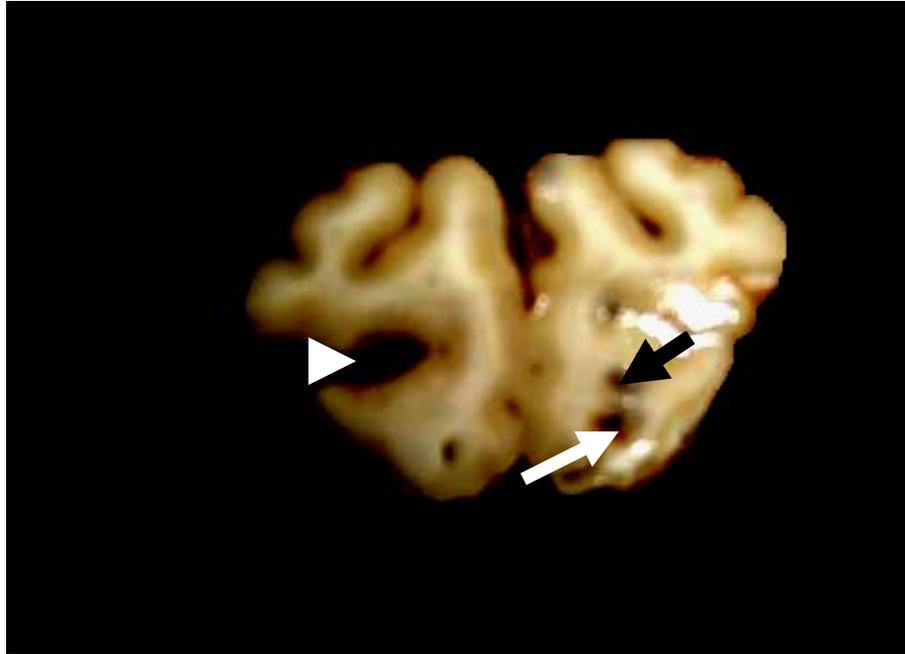


FIGURA 10.13. Corte coronal del encéfalo del cerdo número 10. Las flechas muestran las lesiones en la cabeza del núcleo caudado; la cabeza de flecha muestra un corte ocasionado al extraer el encéfalo.

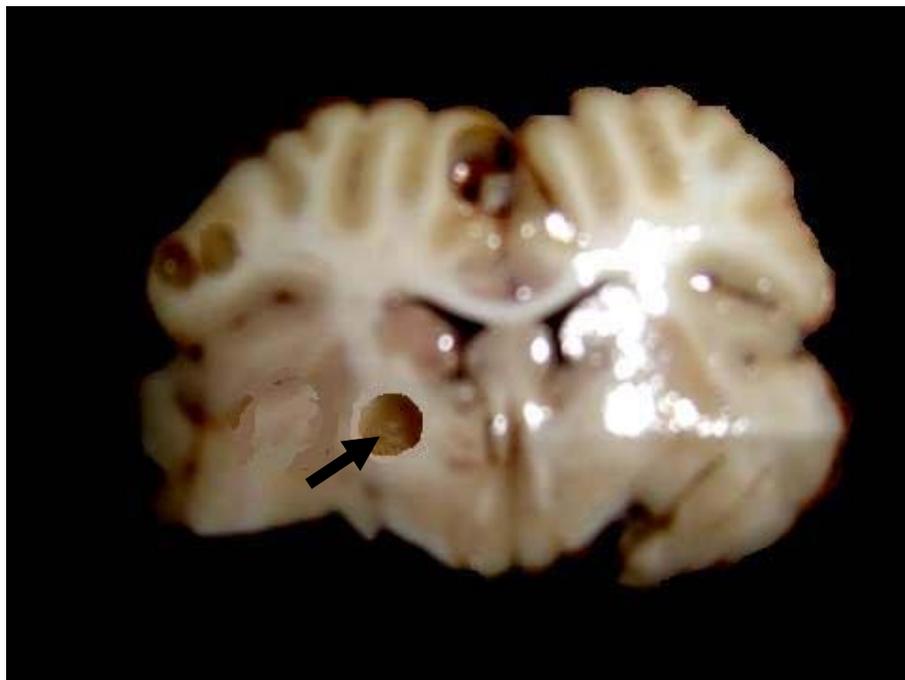


FIGURA 10.14. Corte coronal del encéfalo del cerdo número 10. La flecha muestra la lesión provocada por el metacestodo de *Taenia solium* en la región del tálamo posterior. Los puntos blancos que se observan corresponden a la luz proveniente del flash de la cámara fotográfica.

Cerdo número 11.

La cerda presentó ocho MC's; el primero se localizó a nivel del quinto corte en el núcleo caudado del hemisferio izquierdo (**Figura 11.1**); el segundo se encontró en el surco y giro silviano del hemisferio izquierdo a nivel del sexto corte coronal (**Figura 11.2**); al realizar el séptimo corte coronal se localizó un MC en la ínsula posterior del hemisferio izquierdo (**Figura 11.3**); en el octavo corte coronal se encontraron tres MC's, el primero en el hemisferio izquierdo en la ínsula posterior, en el hemisferio derecho se localizó el segundo en el splenium del cuerpo calloso y el alveolo del hipocampo y el tercero en el giro suprasilviano (**Figura 11.4**); en el treceavo corte coronal, se localizaron dos MC's, uno en el hipocampo posterior del hemisferio derecho y el segundo en el hipocampo posterior del hemisferio izquierdo, ambos en la región occipital del encéfalo (**Figura 11.5**).

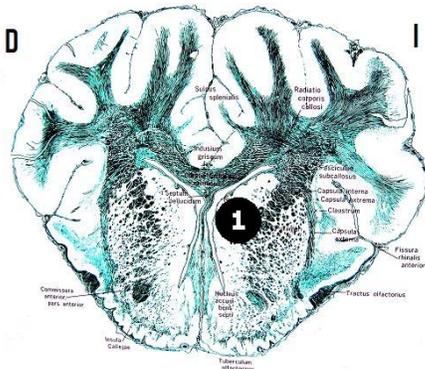


FIGURA 11.1. MC 1 Núcleo caudado

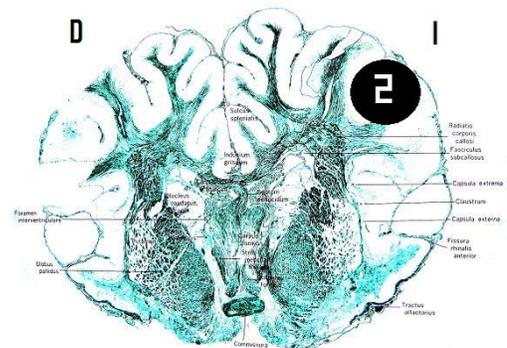


FIGURA 11.2. MC 2 Surco y giro silviano

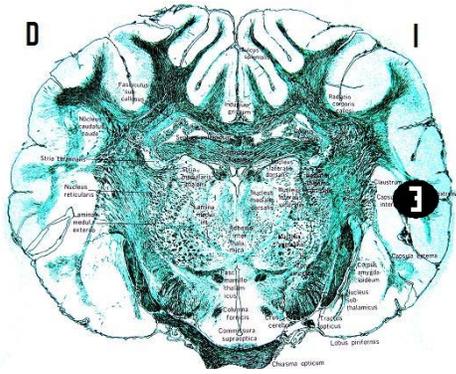


FIGURA 11.3. MC 3 Ínsula posterior

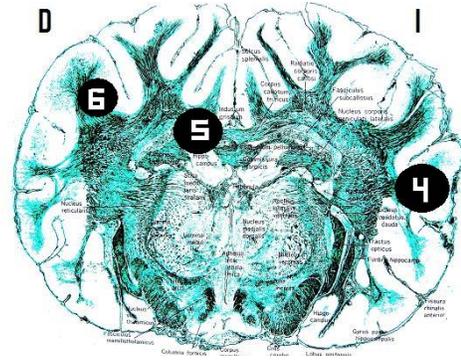


FIGURA 11.4 MC 4 ínsula posterior; MC 5 splenium del cuerpo calloso; MC 6 giro suprasilviano.

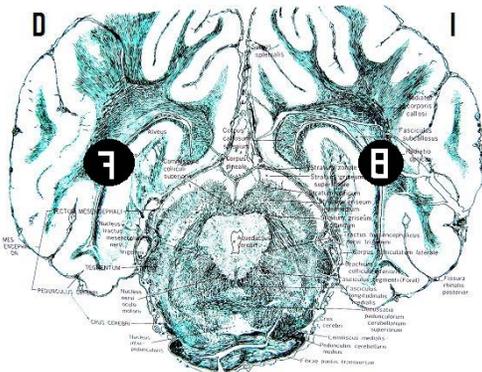


FIGURA 11.5. MC 7, 8 hipocampo posterior, hemisferio derecho e izquierdo respectivamente.

Cerdo número doce.

La cerda presentó 65 MC's; al realizar el primer corte coronal se encontraron dos cerca de la cisura longitudinal anterior, uno en el hemisferio derecho en la porción rinencefálica del brazo anterior y otro en el hemisferio izquierdo localizado en el brazo anterior, en el lóbulo frontal, por debajo del giro precrucial (**Figura 12.1**); en el segundo corte coronal se localizaron cinco MC's; uno en el brazo anterior por debajo del giro precrucial, cerca de la cisura longitudinal anterior, en el hemisferio derecho; uno en el brazo anterior al nivel del giro silviano, por arriba de la ínsula derecha; uno en el bulbo olfatorio derecho; en el hemisferio izquierdo se localizó

un MC en el brazo anterior en la porción rinencefálica y uno al nivel del giro silviano (**Figura 12.2**); al realizar el tercer corte coronal se encontraron en el hemisferio derecho tres MC's en el giro ectosilviano; uno en la ínsula cerca de la fisura rinal anterior; un MC en el brazo anterior del lóbulo frontal; uno en el bulbo olfatorio y otro en la cisura longitudinal en la porción rinencefálica; en el hemisferio izquierdo se localizó un MC en el brazo anterior del lóbulo frontal y uno en el giro silviano por arriba de la fisura rinal anterior (**Figura 12.3**); en el cuarto corte coronal se localizaron diez MC's; en el hemisferio derecho se localizó uno en la fisura rinal anterior e ínsula; dos en el brazo anterior del lóbulo frontal; uno en el giro ectosilviano; dos en el giro precrucial; uno en la cisura longitudinal, en el lóbulo frontal; en el hemisferio izquierdo se localizó un MC en el giro precrucial y dos en el giro ectosilviano (**Figura 12.4**); en el quinto corte coronal se encontró en el hemisferio derecho un MC en la ínsula; uno en el giro ectosilviano y uno en el giro poscrucial; en el hemisferio izquierdo se localizó un MC en el surco y giro silviano (**Figura 12.5**); en el sexto corte coronal se encontraron seis MC's; en el hemisferio derecho se encontró un MC en el surco silviano; dos en el brazo anterior y uno en el giro poscrucial por arriba del cuerpo calloso; en el hemisferio izquierdo se localizó uno en el giro poscrucial y uno en el giro suprasilviano (**Figura 12.6**); en el séptimo corte coronal se encontraron dos MC's; uno en el cíngulo por arriba del cuerpo calloso en el hemisferio derecho y uno en el giro silviano en el hemisferio izquierdo (**Figura 12.7**); en el octavo corte coronal se localizaron seis MC's; en el hemisferio derecho se encontró uno en la ínsula posterior y el claustrum; uno en el giro suprasilviano; uno en el surco suprasilviano por arriba del cuerpo calloso y otro en el giro esplenial; en el hemisferio izquierdo se localizó un MC en el giro suprasilviano y uno en el giro suprasilviano (**Figura 12.8**); en el noveno corte coronal se encontró en el hemisferio derecho un MC en la ínsula por arriba de la fisura rinal, uno en el brazo anterior a nivel del giro suprasilviano; uno en la

región insular por debajo de la fisura rinal; en el hemisferio izquierdo se localizó un MC en el tálamo (**Figura 12.9**) al realizar el décimo corte coronal se encontró en el hemisferio derecho un MC en el giro suprasilviano; uno en el giro occipital y otro en la cisura longitudinal (**Figura 12.10**); en el onceavo corte coronal se localizó en el hemisferio derecho un MC en el giro occipital; uno en el giro marginal; uno en el giro esplenial; uno en el hipocampo y *splenium* del cuerpo caloso; en el hemisferio izquierdo también se encontró un MC en el *splenium* del cuerpo caloso (**Figura 12.11**); en el doceavo corte se encontró en el hemisferio derecho un MC en el giro esplenial; en el hemisferio izquierdo se encontró un MC a nivel del cíngulo; uno en el giro esplenial y uno en el brazo posterior del lóbulo occipital (**Figura 12.12**); en el treceavo corte coronal se localizaron en el hemisferio derecho dos MC's en el brazo posterior del lóbulo occipital y en el hemisferio izquierdo se localizaron tres MC's en el giro occipital cerca de la fisura rinal posterior, (**Figura 12.13**).

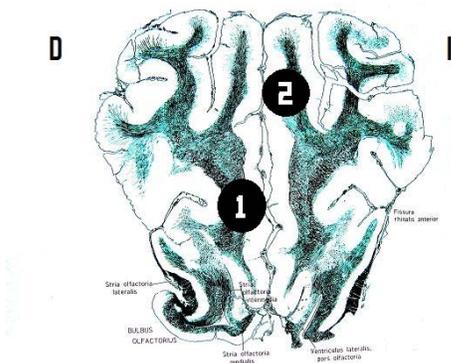


FIGURA 12.1. MC 1 Brazo anterior porción rinocefálica; MC 2 Brazo anterior del lóbulo frontal, por debajo del giro precrucial

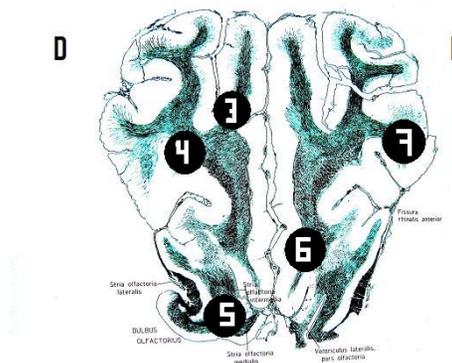


FIGURA 12.2. MC 3, 4 Brazo anterior; MC 5 bulbo olfatorio; MC 6 brazo anterior porción rinocefálica; MC 7 giro silviano.

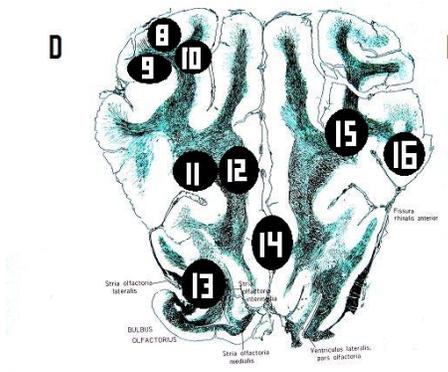


FIGURA 12.3. MC 8,9,10 Giro ectosilviano; MC 11 ínsula; MC 12,15 centro semioval; MC 13 bulbo olfatório; MC 14 cisura longitudinal porción rinencefalica; MC 16 giro silviano.

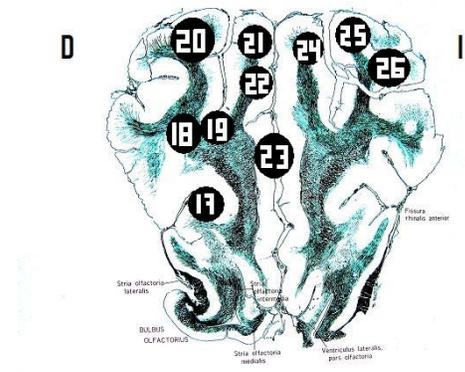


FIGURA 12.4. MC 17 Ínsula; MC 18,19 Brazo anterior; MC 20,25,26 Giro ectosilviano; MC 21,22,24 giro precrucial; MC 23 Cisura longitudinal;

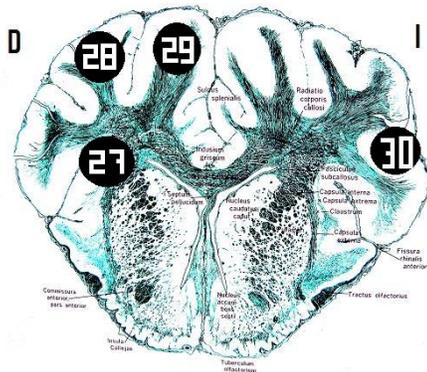


FIGURA 12.5. MC 27 Ínsula; MC 28 Giro ectosilviano; MC 29 Giro poscrucial; MC 30 Surco ectosilviano.

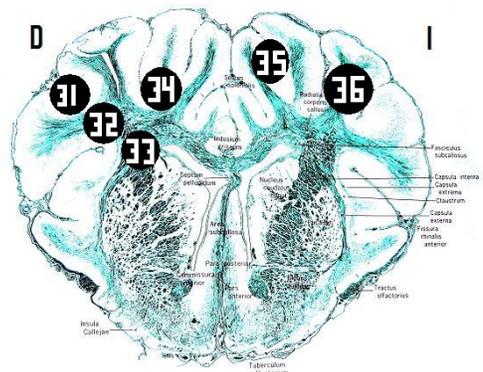


FIGURA 12.6. MC 31 Surco silviano; MC 32,33 Brazo anterior; MC34, 35 Surco poscrucial; MC 36 Giro suprasilviano.

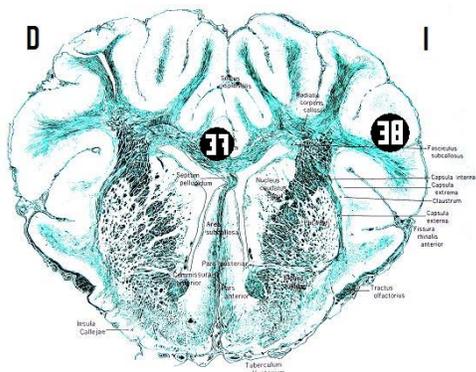


FIGURA 12.7. MC 37 Cíngulo por arriba del cuerpo calloso; MC 39 Giro silviano

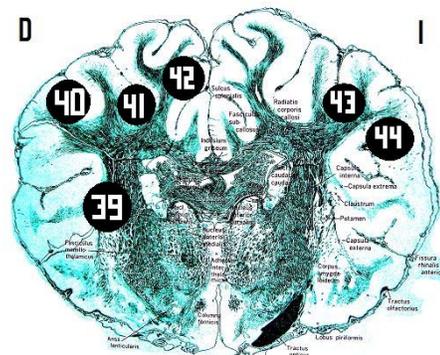


FIGURA 12.8. MC 39 Ínsula; MC 40 Giro suprasilviano; MC 41,43 Surco suprasilviano; MC 42 giro esplenial; MC 44 Giro silviano.

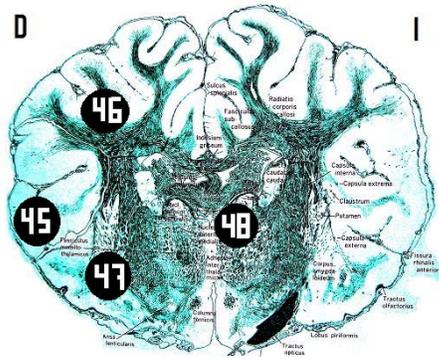


FIGURA 12.9. MC 45,47 Ínsula; MC 46 Brazo anterior; MC 48 Tálamo.

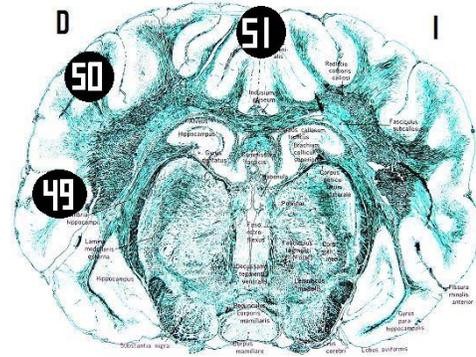


FIGURA 12.10. MC 49 giro suprasilviano; MC50 Giro occipital; MC 50 Cisura longitudinal.

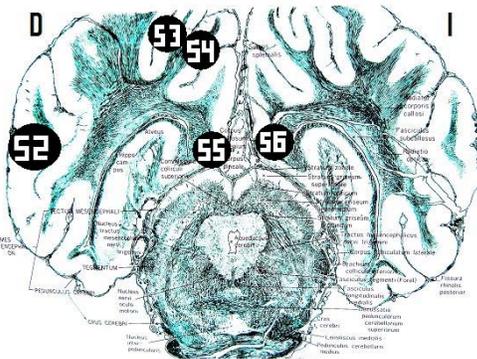


FIGURA 12.11. MC 52 Giro occipital; MC 53 Giro marginal; MC 54 Giro esplenial; MC 55,56 Hipocampo y splenium del cuerpo calloso.

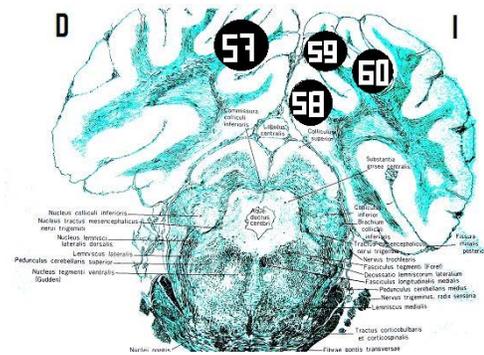


FIGURA 12.12. MC 57, 59 Giro esplenial; MC 58 Cíngulo; MC 60 Brazo posterior del lóbulo occipital

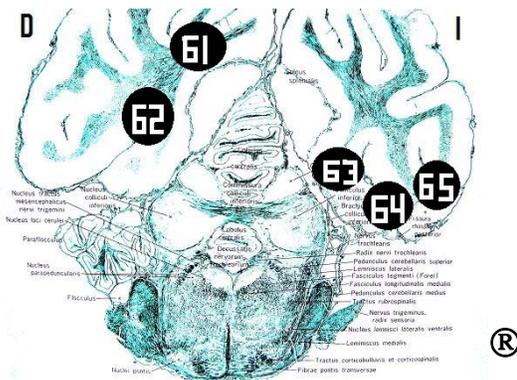


FIGURA 12.13. MC 61, 62 brazo posterior del lóbulo occipital MC 63,64,65 Giro occipital cerca de la fisura rinal posterior.

® Las imágenes utilizadas para ubicar la localización neuroanatómica de los metacestodos fueron tomadas del libro: Atlas of the Brains of domestical animals.²¹

Cerdo numero trece.

El encéfalo de esta cerda no pudo ser procesado de la misma forma que los de los otros cerdos, pues pertenecía a un trabajo de investigación diferente; sin embargo, se pudo constatar de manera visual el momento en que este animal convulsionó durante su estancia en las instalaciones. El tipo de convulsión que presentó fue tónica- clónica generalizada. Se pudo constatar que el número total de metacestodos encontrados en el encéfalo fue de 138, distribuidos en diferentes regiones, de las cuales destacan las encontradas a diferentes niveles del núcleo caudado y el tálamo, estas lesiones y probablemente el gran número de metacestodos encontrados, están relacionados con el cuadro neurológico que presentó este cerdo; como se mencionó, no se contó con fotografías o imágenes que establecieran la localización de los metacestodos; sin embargo se consideró de gran importancia reportar los signos neurológicos que se observaron, aunque no formara parte de los individuos de esta investigación.

4.0 ESTUDIO HISTOPATOLÓGICO.

Los metacestodos localizados en los encéfalos de los cerdos se encontraron en etapa vesicular (**Figura 13**); al revisar microscópicamente los cortes histopatológicos de las lesiones provocadas por los parásitos, se observó en ellos, una respuesta inflamatoria muy leve. La respuesta inflamatoria predominante fue de grado I y II, (**Figura 14**); en ningún encéfalo fue mayor de grado III; según la clasificación de Aluja y Vargas.²⁰

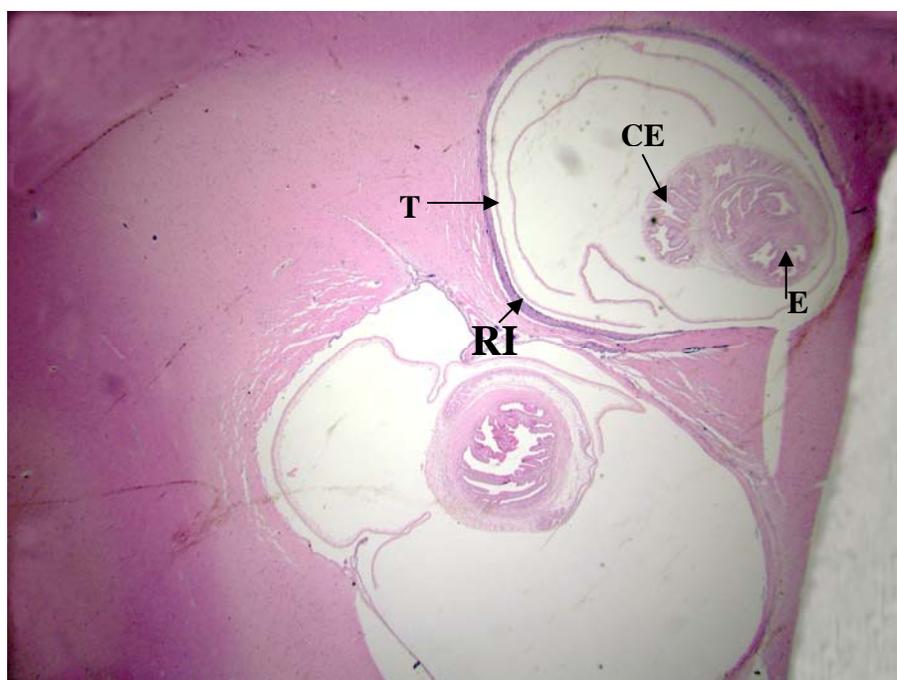


FIGURA 13 Se observan dos metacestodos parenquimatosos de *Taenia. solium* en etapa vesicular, **E**: escólex del parásito; **CE**: canal de entrada; **T**: tegumento; **RI** respuesta inflamatoria leve por parte del huésped,(grado II). Aumento de 1.25x, técnica H/E.

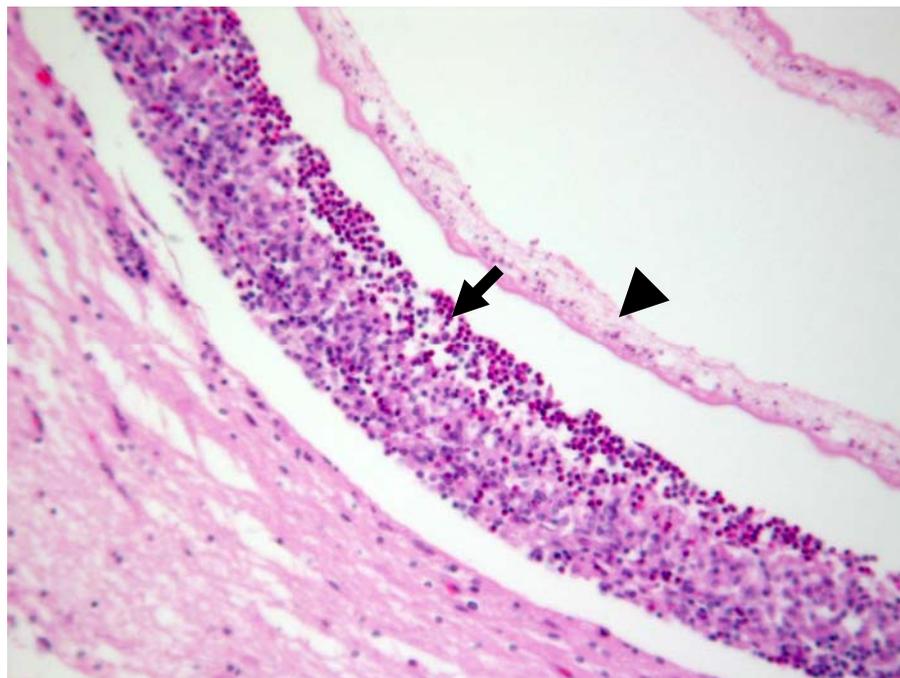


FIGURA 14. La respuesta inflamatoria grado II por parte del huésped, la cual se caracteriza por un gran número de eosinófilos, linfocitos y células plasmáticas. Los eosinófilos se disponen hacia el borde interior de la zona inflamatoria, formando la primera línea de defensa, (flecha); en esta imagen también se aprecia el tegumento de la vesícula del parásito, (cabeza de flecha). Aumento 20x, técnica H/E.

DISCUSIÓN

ESTUDIO DE COMPORTAMIENTO.

Los patrones de conducta evaluados en este trabajo (Comportamiento trófico, exploratorio, delimitación de áreas, sueño, descanso y establecimiento de jerarquías) se encontraron dentro de los parámetros referidos en cerdos sanos mantenidos en confinamiento; pues los intervalos de tiempo que los cerdos dedicaron a cada una de estas actividades presentaron similitud con los datos referidos por Galindo M F, Orihuela T A (2004)¹⁵ donde mencionan que los cerdos en confinamiento dedican en promedio 19 horas a dormir, 5 horas a descansar, de 1 a 3 horas a realizar actividades como caminar, jugar, pelear, etc. y refieren que el patrón de consumo es variable de acuerdo al tipo de alimento que se ofrezca (seco, húmedo o paletizado), a la temperatura ambiental, tipo de comedero, a la administración del alimento (*ad limitum* o restringida) y a los intervalos de tiempo entre cada comida.

ESTUDIO FISIOLÓGICO

1. Constantes fisiológicas.

Las constantes fisiológicas evaluadas se encontraron dentro de los parámetros referidos en cerdos sanos por García R O y Lobo M G.¹⁷

2. Análisis de los hemogramas.

2.1. Estimación por intervalo para los parámetros de los hemogramas.

Los promedios y los intervalos de confianza para las variables de los hemogramas se encontraron dentro de los parámetros de referencia establecidos por el laboratorio de Patología Clínica de la FMVZ, a excepción de las proteínas totales. La hiperproteïnemia observada en la estimación de los intervalos de confianza, no puede ser atribuida directamente a la neurocisticercosis, ya que durante los diferentes muestreos algunas de las muestras de sangre presentaron hemólisis de leve a moderada al momento de su procesamiento, lo cual actuó como factor dando una medición elevada falsa de las proteínas totales²², alterando el promedio general al presentarse valores extremos en la muestra.²³; así como también la presencia de factores inespecíficos que favorecieron el aumento de las proteínas totales, entre los cuales destacan las enfermedades que manifestaron los cerdos al inicio del estudio y las muestras que presentaron hemoconcentración por deshidratación; además, Nuñez O L y Bouda J²² establecen que los parámetros de referencia para las proteínas totales van de 60 a 90g/L, por lo que el valor promedio obtenido en este estudio se encuentra dentro del rango referido por estos autores para cerdos sanos.

2.2. Prueba de hipótesis para obtener la diferencia promedio entre el primer y el último hemograma.

Los cambios observados en las diferencias de los promedios del hematocrito, leucocitos, neutrófilos y linfocitos, a pesar de ser significativos, permanecieron dentro de los parámetros referidos para cerdos sanos por el laboratorio de Patología Clínica de la FMVZ.

La diferencia en el promedio de las proteínas totales, entre el primer y último hemograma presentó un aumento significativo ($P < 0.05$); estos cambios son atribuidos principalmente al mejoramiento en el aporte de proteínas en la dieta que dió como resultado una mejora en la condición corporal de los animales.

Los basófilos presentaron una disminución entre el primer y último muestro; sin embargo esta disminución no es significativa ($P > 0.05$); se observó una ligera basofilia en el promedio general del primer muestreo; mientras que en la última muestra, el promedio de los basófilos se encuentra en el límite superior; sin embargo, la basofilia no puede ser atribuida directamente a la neurocisticercosis, pues al inicio del estudio, durante los primeros meses, los cerdos presentaron ascáridos y piojos los que se eliminaron con ivermectina.

Los cambios observados en los hemogramas no pueden considerarse específicos para la neurocisticercosis, debido principalmente a la presencia de factores ambientales, de manejo en las muestras y a enfermedades conjuntas que los cerdos manifestaron al inicio del estudio.

Ochoa L N y Bouda J.²² mencionan que la función más importante de los basófilos es iniciar una reacción de hipersensibilidad inmediata. Las causas principales de un incremento de los valores absolutos de los basófilos, con relación a los valores de referencia de las diferentes especies son por hipersensibilidad de tipo I, dirofilariasis o mastocitemia.

Benjamin L M.²⁴ refiere que la presencia de parásitos en los tejidos del organismo vivo, produce eosinofilia y en menor proporción basofilia; sin embargo, en el presente estudio no se pudo comprobar.

Royo M R,²⁵ al estudiar hemogramas de cerdos inoculados con huevos de *Taenia solium* de manera experimental, menciona la aparición de cambios significativos en las variables de los hemogramas; sin embargo, estos valores permanecen dentro de los parámetros de referencia, y refiere que la fórmula leucocitaria y los valores de los glóbulos rojos cambian con la edad y

que los cambios mayores ocurren principalmente en los lechones entre 2 y 4 meses y concluye que los cambios hemáticos observados, no son de apoyo diagnóstico que sirvan para detectar a los animales que estén infectados con los metacestodos de la *T. solium*. Estas observaciones concuerdan con los datos obtenidos en el presente estudio donde las diferencias promedio de los leucocitos, linfocitos, neutrófilos, el hematocrito y las proteínas totales, presentaron cambios significativos entre el primer y el último hemograma; sin embargo, los valores se mantuvieron dentro de los parámetros de referencia, por lo que esta prueba de laboratorio no tienen valor diagnóstico para detectar a los cerdos con cisticercosis.

3. Análisis de las químicas sanguíneas.

La hipoglucemia ligera observada no tiene significancia clínica, ya que puede ser atribuida al consumo in vitro de glucosa, lo que actúa como un artefacto, cuando el suero y el plasma no son separados del coágulo o de los eritrocitos y leucocitos, dentro de los 30 minutos siguientes a la obtención de la muestra sanguínea. Las células consumen glucosa y su concentración baja entre 10 y 20% por hora, dependiendo de la temperatura ambiental o del laboratorio.²²

La hipobilirrubinemia detectada en 10 animales causo, que el valor promedio de la concentración de bilirrubina total en sangre se ubicará por debajo de los valores referidos en cerdos sanos; sin embargo este cambio no tiene significancia clínica, ya que solo se considera como factor patológico a la hiperbilirrubinemia.²²

La concentración observada de la enzima GGT se encuentra por arriba de los valores de referencia establecidos por el laboratorio de Patología Clínica de la FMVZ que son <13 U/L; sin embargo Kaneko J, Harvey W, Bruss M²⁶, mencionan que los valores en cerdos para la concentración de esta enzima en sangre, van de 10 a 60 U/L; por lo que los valores obtenidos

en este estudio están dentro de los valores de referencia, establecidos por estos autores; además, Nuñez O L, Bouda J.²² mencionan que el valor de esta enzima, para considerarse dentro de los valores de referencia debe ser menor a 45 U/L, por lo que la media obtenida de 33.83 U/L en este estudio se considera dentro de los valores de referencia; además, no se observó signología clínica relacionada con el aumento de la enzima GGT, caracterizada principalmente por ictericia, pues la enzima GGT es útil para la evaluación de las vías biliares para identificar colestasis.²²

La hiperalbuminemia suele ocurrir básicamente por hemoconcentración, por lo que no tiene relevancia clínica; además Nuñez O L, Bouda J.²² refieren que los valores promedio en cerdos sanos van de 36 a 45g/L, por lo que el valor obtenido en este estudio se encuentra dentro de los valores de referencia establecidos por estos autores.

La hipofosforemia ligera no tiene relevancia clínica, pues puede ser atribuida a un desbalance en el aporte de fósforo en la dieta.²²

La hipercloremia ligera no tiene relevancia clínica. Por mantener una relación adecuada con el sodio.²²

Las alteraciones encontradas en el análisis de los valores de las bioquímicas sanguíneas no pueden considerarse como específicas de la neurocisticercosis; por lo que estas pruebas no son de utilidad para el diagnóstico de la enfermedad, además, se descarta la posibilidad de que los signos neurológicos sean causados por factores, extracraneales secundarios a la presentación de alteraciones en las funciones hepática y renal.

4. ESTUDIO NEUROPATOLÓGICO.

Cerda número dos.

La cerda presentó como signos neurológicos la flacidez de la lengua, ataxia y espasticidad de los miembros pélvicos; las alteraciones están relacionadas con la afectación en las vías eferentes o motoras del sistema nervioso; esta afectación fue causada por los metacestodos localizados a diferentes niveles del núcleo caudado y el encontrado en la pirámide de la médula oblongada. El núcleo caudado forma parte de los núcleos basales, los cuales son formaciones bilaterales y subcorticales, presentes en todos los vertebrados y situados en estrecha relación con la corteza cerebral, los núcleos de ayuda cortical, el cerebelo, el tálamo y el tronco del encéfalo. Se sabe que las lesiones en la corteza motora provocan parálisis, pero las lesiones en los núcleos basales tienden a provocar anomalías del movimiento; además tienen un papel esencial en la iniciación y en el control de los movimientos lentos; pero si hubiera que asignarles una misión única sería la de la inhibición del tono motor.¹⁶ El núcleo caudado forma parte del *neostriatum* y ejerce acción de control inhibitoria sobre el *pallidum*, el cual gobierna los centros motores subyacentes, pudiendo considerarse como el origen principal de las vías extrapiramidales subcorticales, por lo que el núcleo caudado ejerce acción inhibitoria sobre el tono muscular y la coordinación de los movimientos automáticos elementales²⁷; por esta razón se le relaciona con la flacidez de la lengua al estar afectado el control del tono muscular de este órgano.

La habilidad de ponerse de pie y moverse requiere que las vías motoras y sensorias estén intactas para que se permita el desplazamiento. La marcha puede definirse como la consecución de eventos repetidos de tipo arco reflejo que alterna la acción de músculos extensores y flexores. El sistema nervioso controla a los músculos, huesos, articulaciones y

tejido conectivo asociado a este evento, por medio de receptores sensitivos al movimiento y a la extensión, que se encuentran en estas estructuras. Esta información llega a la médula espinal por medio de los nervios espinales, en donde se integran las respuestas reflejas. La información asciende por los tractos sensorios hasta el tallo cerebral, cerebelo y corteza motora. Después de la integración de la información y cuando se ha determinado una respuesta, el impulso desciende por los tractos eferentes vestibuloespinal y reticuloespinal (fascilitatorios) para los músculos extensores, necesarios para el mantenimiento del tono muscular antigraedad; los tractos corticoespinal y rubroespinal facilitan la función flexora, necesaria para lograr el impulso. En forma constante las neuronas motoras altas (NMA) modulan el accionar de las neuronas motoras bajas (NMB). De manera normal cada pata debe levantarse del piso de manera súbita, sin arrastrarse o presentar cambios de colocación; el regreso al contacto con el piso debe ser suave sin palmotearlo o golpearlo. Cada paso debe cubrir la misma distancia. Las anormalidades de la marcha que caracterizan una alteración del sistema nervioso son: la ataxia, la paresia, la dismetria y la espasticidad.²⁸

La ataxia es la falla en la coordinación muscular, lo que ocasiona irregularidad en el accionar de los músculos. Se puede caracterizar como una marcha bamboleante o como la incapacidad de lograr el desplazamiento a través de una línea recta. La presencia del paso de tijera (cruzamiento de extremidades), es característica de esta condición; puede presentarse en las torácicas o en las pélvicas, ocasionando interferencia durante la marcha. Las extremidades se observan en abducción extrema, sobre todo al girar e incluso los pasos se pueden calificar como hipermétricos. La ataxia se presenta a consecuencia de lesiones ubicadas en diferentes lugares del sistema nervioso central; el cerebelo o las vías cerebelosas pueden afectarse y presentar esta semiología; también puede ser secundaria a alteraciones en el sistema vestibular o por lo común, en las vías sensorias de la médula espinal. La espasticidad es el tono muscular

incrementado, esto se refleja en la apariencia de una marcha rígida, con poca capacidad de flexión o en la extensión permanente de las extremidades. La espasticidad es un hallazgo frecuente en la alteración de las NMA.²⁸

El metacestodo encontrado en la médula oblongada involucra al sistema piramidal, el cual, al ser lesionado provoca la semiología de neurona motora alta, lo que se relaciona con la espasticidad de los miembros pélvicos que presentó esta cerda; además de que este sistema está relacionado con la vía eferente del neocerebelo, el cual consta de varias neuronas. La primera va de la corteza cerebelosa al núcleo dentado. La segunda cruza al lado opuesto, y une el núcleo dentado con el tálamo. La tercera tiene dos posibilidades: o va a las áreas de donde salió la neurona corticopontina, o bien se dirige al área motora, de donde partirá la vía piramidal.²⁷ El sistema piramidal agrupa un conjunto de neuronas motoras superiores responsables de la activación de los músculos que inician movimientos finos, aprendidos, voluntarios y conscientes.¹⁶ Estos movimientos están mediados normalmente por músculos flexores. La responsabilidad de la iniciación del tono muscular postural extensor y de la generación de los movimientos automáticos, como la marcha o la natación, recae en los centros motores subcorticales que constituyen el sistema extrapiramidal.²⁹

Por estas razones, las lesiones ocasionadas por los metacestodos localizados a nivel del núcleo caudado, que forma parte del sistema extrapiramidal y la lesión provocada por el metacestodo localizado en la médula oblongada, a nivel del sistema piramidal están relacionadas con los trastornos en la marcha que presentó esta cerda.

Cerda número ocho.

La cerda presentó mioclonos en los músculos del cuello y el lomo que se relacionaron con los metacestodos localizados en el brazo anterior del lóbulo frontal y la ínsula.

Los mioclonos son el resultado de la contracción repetitiva en un patrón rítmico de la porción de un músculo, de un músculo individual o de un grupo de músculos y ocurre por lo menos 60 veces por minuto. A diferencia de los temblores, los mioclonos no desaparecen durante el sueño o la anestesia. Los músculos de las extremidades y los músculos de la cara se ven afectados con mayor frecuencia. Las posibles causas que determinan la presencia de mioclonos son la intoxicación por plomo u otras enfermedades inflamatorias del sistema nervioso central.²⁸

El brazo anterior esta formado por fibras nerviosas del neocéfaló, las cuales se encargan del control muscular a través de la vía piramidal. La ínsula con el claustrum forma parte de una porción de la corteza cerebral, localizada en el fondo de la Cisura Silviana, la cual es una estructura que solo existe como tal en los ungulados y primates. La ínsula y el claustrum son estructuras que se encargan de la contracción y relajación muscular, ya que algunas vías viajan directamente a la médula espinal.²⁷ por las funciones atribuidas a estas estructuras, las lesiones ocasionadas por los metacestodos observados en estas regiones se relacionaron con los signos neurológicos que presentó la cerda.

Cerdas números 10 y 13

Las cerdas presentaron varios metacestodos a diferentes niveles del núcleo caudado y el tálamo los cuales se relacionaron directamente con la presentación de convulsiones que manifestaron ambos animales.

El cerebelo, tálamo, núcleo caudado y posiblemente otras áreas subcorticales, están formadas por ciertos grupos de neuronas (centros inhibitorios) con circuitos de retroalimentación inhibitoria, las cuales evitan que se produzcan descargas repetidas. Una lesión en alguno de estos centros nerviosos, producirá una pérdida de la inhibición y la tendencia a la epilepsia en la zona del encéfalo normalmente regulada por dicho centro. Por definición, una convulsión es una contracción violenta involuntaria, de los músculos voluntarios, que determina movimientos irregulares localizados en uno o varios grupos musculares o generalizada a todo el cuerpo. La palabra epilepsia la utilizan para referirse a un paciente que padece convulsiones debidas a un trastorno como un tumor intracraneal, hidrocefalia y a la neurocisticercosis, entre otras afecciones.³⁰

Es importante recalcar que los signos clínicos que manifestaron 4 de los 13 animales, se relacionaron con la localización de los metacestodos y las lesiones que provocaron en el núcleo caudado, tálamo, brazo anterior e ínsula; sin embargo, había cerdos con un gran número de larvas, algunas localizadas en las regiones mencionadas, que no presentaron signos neurológicos; de esta manera, también se evidencia que un gran número de metacestodos no necesariamente causa signos neurológicos, como los casos de los cerdos identificados con los números 1, 7 y 12; que presentaron 33, 40 y 65 metacestodos respectivamente y que no mostraron ninguna manifestación clínica aparente, en comparación con el cerdo número 8 que solo presentó dos larvas, las cuales se relacionaron con el cuadro neurológico que manifestó.

Soulsby E J¹¹, menciona que los cerdos infectados con cisticercosis no muestran signos como regla; y describe que pueden presentar un incremento en la sensibilidad de la boca, parálisis de la lengua o convulsiones.

Kashi N P, Sanjeev C¹², et al, en su estudio realizado en cerdos con neurocisticercosis, infectados de forma natural, refiere que los cerdos presentaron parpadeo, salivación y lagrimeo excesivos.

Ninguno de los dos autores citados hace una correlación con la localización de los metacestodos de *T. solium* en el sistema nervioso central.

Diferentes autores explican la heterogeneidad inespecífica de la semiología clínica de la neurocisticercosis en seres humanos.

Fleury, escobar et al³¹, mencionan que la neurocisticercosis humana puede adoptar distintas formas según la localización, el número y el estado biológico del parásito, el grado y el tipo de inflamación del tejido del huésped y las estructuras neurales afectadas y que la sintomatología resultará de la combinación de estos diferentes parámetros. También describen la sintomatología que se presenta según la localización de los parásitos; mencionan que la localización parenquimatosa es la más benigna y de mejor pronóstico que las otras por la involución más rápida de los parásitos y por las características de la reacción inflamatoria que permanece localizada y se resuelve rápidamente en caso de quistes poco numerosos. La sintomatología más frecuente es la epilepsia de tipo parcial o tónico-clónica generalizada, cefaleas de tipo vascular, signos de irritación piramidal, movimientos involuntarios, alteraciones extrapiramidales y alteraciones siquiátricas. Cuando los parásitos se localizan en el espacio subaracnoideo a nivel de los surcos de la convexidad, el cuadro generado es similar al de la localización parenquimatosa. En cambio, cuando alcanzan las cisternas basales, el cuadro generalmente es severo, consistente en una hipertensión endocraneal asociada a hidrocefalia por bloqueo de la circulación del líquido cefalorraquídeo con cefalea, náusea, vómito y alteraciones de la conciencia. En esta localización los cisticercos son frecuentemente múltiples, grandes y se pueden asociar a una reacción inflamatoria severa generando una

aracnoiditis intensa que puede derivar en fibrosis. En estos casos, los nervios craneales pueden ser afectados traduciéndose en una disminución de la agudeza visual, diplopía, ptosis, neuralgia del trigémino, anomalías pupilares, etcétera. Se han descrito también cuadros vasculares, en particular infartos lagunares y eventos vasculares cerebrales extendidos en relación con la oclusión de arterias cerebrales de gran calibre.

La localización en el sistema ventricular se presenta con mayor frecuencia en el cuarto ventrículo. El parásito mismo y la reacción inflamatoria generada por su presencia (ependimitis granular) pueden ser la causa de un cuadro de hipertensión endocraneal progresiva por hidrocefalia. Y finalmente mencionan que la localización medular es poco frecuente y se traduce en signos de compresión medular con alteraciones motoras y sensitivas por debajo del sitio de la lesión. En este estudio se comprobó que la neurocisticercosis porcina también presenta una heterogeneidad que depende de la cantidad y estado biológico de los parásitos, así como de la respuesta interpuesta por el huésped y las estructuras neurales afectadas.

Fleury et al.³², refiere que en un gran número de casos en seres humanos, probablemente en más de la mitad de los sujetos infectados, la neurocisticercosis es asintomática. En los estudios realizados en zonas rurales de México, con tomografía computarizada mostraron que, en la gran mayoría de los casos, el parásito se calcifica sin producir síntoma alguno. De esta serie de 13 cerdos con neurocisticercosis, el 30.77% (4 cerdos) presentaron semiología clínica, y el 69.23% (9 cerdos) presentaron la enfermedad en forma subclínica, lo que es comparable con la neurocisticercosis en seres humanos donde más del 50% de los casos son asintomáticos.

Brutto et al.³³, Fleury et al.³⁴ y Rangel et al.³⁵ mencionan que el género y la edad influyen sobre la intensidad de la respuesta inflamatoria desarrollada a raíz de la presencia del parásito. Así, el cuadro de encefalitis se ve preferentemente en los niños y en las mujeres jóvenes,

mientras que las mujeres desarrollan una reacción inflamatoria más severa que los hombres. En este estudio no se hizo una relación de la semiología y el tipo de respuesta inflamatoria presentada por el huésped, con respecto a la edad o al sexo; sin embargo sería importante profundizar más en esta área para continuar en la búsqueda de semejanzas entre la neurocisticercosis humana y la porcina.

En este estudio se observó una enorme variación en cuanto al número de metacestodos encontrados en los encéfalos. BF Copado⁸ menciona que los cerdos rústicos en las comunidades rurales, viven en grupos con estructuras bien organizadas. Los grupos están formados entre nueve y 16 individuos, hembras y machos adultos, subadultos y lechones, el animal líder, en la mayoría de los casos, era una hembra, la que solía ser la más vieja del grupo. Al encontrar materia fecal, el animal líder es el que primero la ingiere, y para los demás miembros del grupo sólo quedarán huevos dispersos en la tierra, esta información explica la variación en el número de metacestodos encontrados en los diferentes animales, pues a mayor número de huevos ingeridos será mayor la cantidad de metacestodos encontrados en los tejidos del huésped.

Llama la atención que en esta serie de 13 animales no se encontraron metacestodos de *T. solium* en los cerebelos.

CONCLUSIONES.

Los cambios observados en la evaluación de los hemogramas y las químicas sanguíneas, no son de apoyo diagnóstico para detectar a los animales que estén infectados con los metacestodos de la *T. solium*.

Los signos neurológicos pueden ser atribuidos directamente a las lesiones ocasionadas por los metacestodos localizados en áreas específicas del sistema nervioso central y se descarta la posibilidad de que las alteraciones neurológicas sean de origen extracraneal, relacionadas a hepatopatías o nefropatías, ya que no se encontraron alteraciones en la química sanguínea relacionadas con estos órganos.

La semiología clínica que presentaron los cerdos en este estudio es comparable con los cuadros neurológicos en seres humanos con neurocisticercosis, tal y como los describen Fleury, Escobar et al.³¹

En este estudio no se pudo relacionar el número de metacestodos en el encéfalo con la presencia de signos neurológicos, por lo que se comprueba que un número elevado de larvas no necesariamente indica semiología neurológica en el cerdo.

REFERENCIAS

1. Sciutto E, Fragoso G, Fleury A, Lacleste J P, Sotelo J, Aluja A, *et al.* *Taenia solium* disease in humans and pigs: an ancient parasitosis disease rooted in developing countries and emerging as a major health problem of global dimensions. *Microbes and Infection*. 2000; 2: 1875-1890.
2. Sotelo J, Del Brutto O H. Brain Cysticercosis. *Archives of Medical Research*. 2000; 31: 3-14
3. Pawlowski Z, Allan J, Sartí E. Control of *Taenia solium* Teniasis/Cysticercosis from research towards implementation. *International Journal for Parasitology*, 2005;35:1221-1232.
4. Herrera G, Aluja A, Méndez A. El uso de la ultrasonografía para el diagnóstico de la cisticercosis porcina. *Vet. Méx.* 2007; 38 (1):125-133.
5. Larralde C, Aluja A. (compiladores). *Cisticercosis. Guía para los profesionales de la salud.* Fondo de Cultura Económica, México 2006.
6. Reyna RR, *Contribución al estudio de la cisticercosis porcina: (tesis de licenciatura)* México: universidad Nacional Autónoma de México, FMVZ, 1962.
7. Acha PN, Szyfres B. *Zoonosis y Enfermedades Transmisibles Comunes al Hombre y a los Animales.* 2a ed. Organización Panamericana de la Salud. Washington, 1986.
8. Copado B F, Aluja A, Mayagoitia L, Galindo F. The behaviour of free ranging pigs in the Mexican tropics and its relationships with human faeces consumption. *Applied Animal Behaviour Science*, 2004; 88:243-252.

9. Aluja A., Villalobos N. Cisticercosis por *Taenia solium* en cerdos en México. Vet. Méx. 2000; 31 (3): 239-244.
10. Sartí GE, Schantz PM, Lara AR, Gomez DH, Flisser A. *Taenia solium* taeniasis and cisticercosis in a Mexican village. Trop. Med. Parasit., 1988; 39: 194-198.
11. Soulsby E J. helminthes, arthropods and protozoa of domesticated animals. 6a ed. Bailliere, Tindall and Cassell. Londres, 1968.
12. Kashi N, Prasad, Chawla S, et al, Cinical signs for identification of neurocysticercosis in swine naturally infected with *Taenia solium*. Parasitology international, 2006; 55: 151-154.
13. Plumb, D C. Manual de Farmacología Veterinaria 5^a ed. Intermédica. Buenos Aires, 2006.
14. Sumano L H, Ocampo C L. Farmacologia Veterinaria 3^a ed. Mcgraw-Hill Interamericana. México, 2006.
15. Galindo M A, Orihuela T A (editores). Etología Aplicada. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria Y Zootecnia. México 2007.
16. Ruiz L S, Aguera C S. Neurofisiología de los animales domésticos. Folio editor. Córdoba, 1994.
17. García R O, Lobo M G. Enfermedades de los cerdos. Trillas. México, DF, 1989.
18. Norma Oficial Mexicana de Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. NOM-033-ZOO-1995.
19. Manual de especificaciones y uso del aparato para electroinsesibilización y sacrificio humanitario de animales, diseñado por Tecnología Humanitaria Mundial.

20. Aluja A, Vargas M G. The histopathology of porcine cysticercosis. *Veterinary Parasitology*, 1988; 24(4):297-299.
21. Yoshikawa T. Atlas of the brains of domestic animals. Pennsylvania State University Press. Pensilvania, 1968.
22. Ochoa L N, Bouda J. (editores). Patología clínica veterinaria. 1ª Ed. Universidad Nacional Autónoma de México, FMVZ, México, 2007.
23. Ducoing W A. Introducción a la estadística. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México, 2009.
24. Benjamin LM. Patología Clínica Veterinaria. Edt. Limusa, 1983.
25. Royo M R. Hemograma de cerdos inoculados experimentalmente con huevos de *Taenia solium*: (tesis de licenciatura) México: Universidad Nacional Autónoma de México, FMVZ, 1996.
26. Kaneko J W, Harvey M, Bruss L. Cínical biochemistry of domestic animals. 5a ed. Academic Press. San Diego, California, 1997.
27. Climent P S, Bascuas A J. Cuadernos de anatomía y embriología veterinaria, tomo 6, Sistema Nervioso Central. 2ª Ed. Marbán. España, 1989.
28. Santoscoy M C. Ortopedia, neurología y rehabilitación en pueñas especies, perros y gatos. Manual moderno. México, 2008.
29. Pellegrino F, suraniti A, Garibaldi L. Síndromes neurológicos en perros y gatos. Intermédica. Buenos Aires, Argentina, 2001.
30. Garcia S G, Raygoza H M, Lara D S, Santoscoy M C. Diplomado a distancia en Medicina, Cirugía y Zootecnia en Perros y Gatos, módulo 5, Oftalmología y Neurología. 5ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México, FMVZ, México 2002.

31. Fleury A, Escobar A, Chavarria A, Carrillo M y Sciutto E. Cisticercosis en el ser humano. En Cisticercosis, Guía para profesionales de la salud. Fondo de Cultura Económica, México, 2006.
32. Fleury A, Gómez T, Álvarez I, Meza D, Huerta m, Chavarria A, et al. High prevalence of calcified silent neurocisticercosis in a rural village of México. *Neuroepidemiology*, 2003; 22:139-145.
33. Brutto O H, García E, Talamas O, Sotelo J. Sex-related severity of inflammation in parenchymal brain cysticercosis . *Archives of Internal Medicine*, 1988;148 (3): 554-546.
34. Fleury A, Dessein A, Preux P M, Dumas M, Tapia G, Larralde C, et al. Symptomatic human neurocysticercosis: age, sex and exposure factors relating with disease heterogeneity. *Journal of Neurology*, 2004; 251:830-837.
35. Rangel R, Torres B, Brutto O H, Sotelo J. Cysticercotic encephalitis: a severe form in young females. *Amercan Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 1987;36(2):387-392.

APÉNDICE

Lista de cuadros

Página

1. Rotación de los tres grupos de cerdos para su observación a tiempos similares durante los 18 días de duración del estudio conductual.....	9
2. Ejemplo de la distribución de los diferentes tipos de muestreo durante un periodo de dos horas de observación de los cerdos infectados con neurocisticercosis.....	10
3. Matriz para el registro de los encuentros agonísticos entre los cerdos para el establecimiento de las jerarquías.....	15
4. Rangos de tiempo individuales, que los cerdos dedicaron a las actividades de dormir, descansar, comer y otras actividades (jugar, caminar en el corral, acicalarse, etc).....	21
5. Proporción de tiempo y cantidad de horas que dedicaron los cerdos a diferentes actividades durante las 24 horas.....	22
6. Valores promedio de las constantes fisiológicas de los cerdos con neurocisticercosis, comparados con los parámetros de referencia en cerdos sanos.....	25
7. Valores promedio e intervalos de confianza para los hemogramas, comparados con los parámetros de referencia establecidos para cerdos sanos.....	26
8. Intervalos de confianza para la diferencia promedio en dos poblaciones cuando se obtienen muestras relacionadas de ellas.....	27
9. Valores promedio e intervalos de confianza para los analitos de la química sanguínea, comparados con los parámetros de referencia para cerdos sanos.....	29

Lista de figuras	Página
1.1-1.12. Localización de los metacestodos en el SNC del cerdo 1.....	31-32
2.1-2.12. Localización de los metacestodos en el SNC del cerdo 2.....	34-37
3.1-3.3. Localización de los metacestodos en el SNC del cerdo 3.....	38
4.1-4.7. Localización de los metacestodos en el SNC del cerdo 4.....	39-40
5.1-5.4. Localización de los metacestodos en el SNC del cerdo 5.....	40-41
6.1-6.10. Localización de los metacestodos en el SNC del cerdo 6.....	42-44
7.1-7.11. Localización de los metacestodos en el SNC del cerdo 7.....	46-48
8.1-8.4. Localización de los metacestodos en el SNC del cerdo 8.....	48-49
9.1. Localización de los metacestodos en el SNC del cerdo 9.....	50
10.1-10.14. Localización de los metacestodos en el SNC del cerdo 10.....	51-54
11.1-11.5. Localización de los metacestodos en el SNC del cerdo 11.....	55-56
12.1-12.13. Localización de los metacestodos en el SNC del cerdo 12.....	58-60
13. Dos metacestodos parenquimatosos de <i>Taenia solium</i> en etapa vesicular.....	62
14. La respuesta inflamatoria grado II por parte del huésped.....	63