

Historia de la Rabia

La rabia es una enfermedad muy vieja, tal vez tan vieja como la propia humanidad. Tres mil años antes de Jesucristo se encuentra ya el origen de la palabra "rabia" en la lengua sánscrita, donde "*Rabhas*" significa "agredir". La palabra griega "*lyssa*" viene de la raíz "*lud*": "violento". La primera descripción de la enfermedad se remonta al siglo XXIII antes de Jesucristo, en el Código Eshuma en Babilonia. Desde la antigüedad ya se había establecido la relación entre la rabia humana y la rabia debida a mordeduras de los animales (especialmente perros).

En las civilizaciones como la egipcia, que se desarrollaron en las márgenes del Río Nilo, la rabia, "castigo de los dioses", ocasionó innumerables muertes. También en Asia Oriental y en las poblaciones que se asentaron en las orillas del Río Indo; en Italia la rabia se presentó frecuentemente, lo que aterrizzaba a la población de muchas aldeas.

Demócrito, filósofo griego, describió a la rabia como una enfermedad terrible que se presentaba en perros y otros animales domésticos. Hacia el año 550 A.C., Aristóteles, en sus escritos, habla acerca de la rabia y la forma de como se transmite, por la mordedura de animales rabiosos.

Pero la lucha contra la rabia tenía muchos siglos de antigüedad, a lo largo de los cuales fueron numerosos los métodos empleados para combatirla. Frente a la impotencia de médicos, cirujanos y boticarios, representantes oficiales de la medicina tradicional, así encontramos en la historia a los saludadores o dadores de salud, modelo de curandero-hechicero español que no se ha encontrado en otros países europeos, y cuya actividad principal era la curación de la rabia. Las primeras noticias sobre saludadores aparecen en los tratados anti-supersticiosos del franciscano Fray Martín de Castañega (Tratado de supersticiones y hechicerías, 1529) y del catedrático de filosofía Pedro Ciruelo (Reprobación de supersticiones y hechicerías, 1556).

De extracción humilde, en la mayoría de los casos, un saludador recibía sus poderes sobrenaturales desde el mismo momento de su concepción. Para nacer con la gracia de poder curar la rabia, un individuo debía ser el séptimo hijo de una familia compuesta exclusivamente por varones, nacer en la noche de Navidad o de Viernes Santo y poseer una cruz en la bóveda palatina, lo que confería a su saliva poder terapéutico.

Estos atribuían sus poderes curativos a Santa Quiteria, virgen y mártir gallega del siglo I. Hija de un gobernador romano y fruto más joven de un solo parto de nueve niñas, huyó de su casa para evitar ser desposada, pues quería mantener intacta su virginidad. El padre la hizo perseguir por el hombre que había sido destinado como su esposo quién, una vez que la alcanzó, mandó decapitarla en la toledana localidad de Marjaliza, pero aún decapitada, con su cabeza bajo el brazo, la santa caminó hasta el lugar que ella misma había elegido para su tumba.

Desde el siglo II fue venerada como protectora de la rabia, pues se decía que infundía serenidad y dulzura a los atacados por esta enfermedad y en muchas regiones se tomó como costumbre lanzar a los perros rabiosos pan empapado en el aceite de una lámpara que ardiese ante su imagen.

La Iglesia, consideraba estas prácticas como herejías y tenían su propio ritual para curar la rabia; misma que consistía en llevar a la persona rabiosa ante el sacerdote, el cual, vestido con sobrepelliz, estola y pertrechado con una cruz y agua bendita, la conjuraba con gran devoción, tras lo cual cogía un poco de aceite de una lámpara que ardiese ante el Santísimo Sacramento y hacía una cruz en la mordedura. Seguidamente recitaba otro conjuro y tomaba un poco de pan y sal; conjuraba de nuevo, seguido de tres cruces sobre el pan y la sal hechas con un cuchillo y tres cruces sobre el pan con el aceite. Finalmente recitaba un último conjuro y rociaba al enfermo con agua bendita.

Pese a los procesos inquisitoriales contra los saludadores, hay constancia de su existencia hasta principios del siglo XX. Lo cierto es que la última víctima de la enfermedad en España fue un médico mordido por su propio perro en 1975. Gracias a la vacuna, desde entonces no se ha reportado más muertes humanas en este país. La rabia endémica desapareció de España en los años sesenta a raíz del comienzo del control y vacunación obligatoria para todos los perros, pero no sólo estos son un factor de riesgo.

En el continente americano, el problema comenzó cuando los conquistadores españoles e ingleses pisaron las costas del nuevo mundo, pues ellos trajeron animales infectados, particularmente perros.

Sin embargo, datos históricos señalan que la rabia en América ya existía y que los vampiros, cuya presencia se detectó en zonas del nuevo continente, eran la causa de transmisión del mal a animales y humanos, según relatos de las crónicas de los conquistadores, en 1514 y 1527, principalmente en tierras mexicanas.

Progresivamente la rabia se fue propagando a todo el continente y para fines de 1719, ya había cobrado las primeras víctimas humanas en Las Antillas, así como en la Isla de Barbados en 1741. También en islas de Las Antillas Menores colonizadas en ese año por los ingleses. En Perú, en 1803, se desató una violenta epidemia de rabia que causó la muerte a 42 personas en la ciudad de Ica, localizada al oeste de ese país.

En Europa, padecieron epizootias de rabia ocasionada por zorros en 1803 y hasta finales de 1830, siendo éstos, los últimos difusores del virus en el sur de Alemania y Suiza. El aumento de la población de perros, como consecuencia del crecimiento de las ciudades originó la propagación de la enfermedad en los siglos XVII y XVIII. El miedo a la rabia, debido a su modo de transmisión y a la ausencia de un tratamiento eficaz, se había vuelto irracional. Las personas mordidas por un perro sospechoso de rabia se suicidaban o en ocasiones eran sacrificadas.

La naturaleza infecciosa de la rabia se fue estudiando y en 1804 el investigador alemán G. Zinke, en sus extensas investigaciones con el virus de la rabia, demostró que ésta se podía transmitir a perros sanos por inoculación de saliva de animales rabiosos.

Como ya se mencionó, el ser mordido por un perro rabioso, significaba morir por una de las enfermedades más temidas por la humanidad desde tiempos remotos. Es muy conocido que el 7 de julio de 1885, llegaba a las puertas del laboratorio de Luis Pasteur el pequeño de nueve años Joseph Meister, que un día anterior había sido mordido en manos, piernas y muslos por un perro rabioso. Desde 1880 era público y notorio que Pasteur estaba buscando una vacuna antirrábica, pero hasta entonces todos los experimentos se habían realizado en animales. La naturaleza de las heridas y la absoluta convicción de que el pequeño Meister acabaría contrayendo la rabia precipitaron la experimentación de la vacuna en humanos. Durante nueve días se inocularon cantidades crecientes de virus. Pasteur se enfrentó a diferentes problemas. En 1896 fue acusado de ocasionar la muerte a un niño de 10 años, quien recibió una vacuna antirrábica. Fue absuelto de toda culpa. Si hubiera sido condenado, la ciencia hubiera tenido un gran retroceso.

En las investigaciones realizadas por Pasteur con el virus de la rabia, mediante pases seriados de éste a cerebros de animales, se conoció el período de incubación del mismo, perdiendo la capacidad de fijación al aplicarle subcutáneamente dicho virus vacunal, lo que en la actualidad ha seguido siendo la cepa madre de todas las vacunas antirrábicas.

En 1903, Negri describió cuerpos de inclusión con caracteres tintoriales específicos en el citoplasma de las neuronas de perros, gatos y conejos experimentalmente infectados con el virus de la rabia. Los hallazgos de Negri fueron el diagnóstico en encefalitis aguda y cuerpos de Negri e identificación inmunológica del contenido de las inclusiones como ribonucleoproteínas del virus de la rabia.

Países como la India, Filipinas, Tailandia, Pakistán, Indonesia, y Vietnam, presentaron hacia fines del siglo XIX fuertes brotes de rabia en perros que la transmitían a la población.

En 1905 se descubrió en Perú que el coyote es otro animal que puede transmitir la rabia. Se informa que en 1910, en México, por primera vez se presentaron casos de rabia en bovinos transmitida por murciélagos y otros animales silvestres.

De 1911 a 1918, se registraron fuertes epizootias de rabia transmitida por la mordedura de murciélagos en el Brasil; de igual manera Paraguay, Argentina, Honduras, Isla Trinidad, Guatemala, Bolivia, Colombia, Panamá y México se presentaron numerosos casos de rabia, como consecuencia de las mordeduras de murciélagos a mediados de los años veinte.

Actualmente y debido a que la rabia se ha extendido hacia zonas donde las poblaciones ganaderas no tan sólo se conforman del ganado bovino, sino también de otras especies ganaderas en riesgo, como son las correspondientes al ganado porcino, ovino, caprino y equino, mismas que son susceptibles de contraer el virus rábico, fue necesario el establecer una serie de medidas zoonosanitarias y de seguridad obligatorias, orientadas al diagnóstico, prevención y control de la rabia transmitida por vampiros del género *Desmodus rotundus*, a fin de contrarrestar la incidencia de esta enfermedad y evitar los riesgos zoonosanitarios a los que están expuestas dichas especies ganaderas.

En el caso de las especies ganaderas, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), identifica que la rabia transmitida por murciélago hematófago (vampiro), se encuentra circunscrita a 24 estados de la República Mexicana, mismos que van desde el Sur de Sonora por toda la Costa del Pacífico hasta Chiapas, y por el lado del Golfo de México desde sur de Tamaulipas hasta la Península de Yucatán, estados donde las condiciones ecológicas favorecen la presencia de vampiros del género *Desmodus rotundus*; principal reservorio de la rabia.

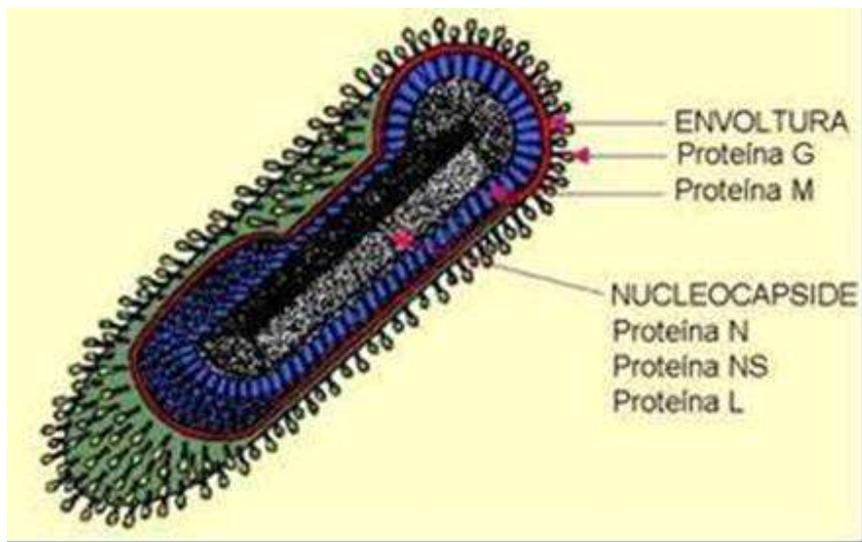
Estados con reporte de rabia transmitida por vampiros

1. Campeche	13. Oaxaca
2. Chiapas	14. Puebla
3. Chihuahua	15. Querétaro
4. Colima	16. Quintana Roo
5. Durango	17. San Luis Potosí
6. Guerrero	18. Sinaloa
7. Hidalgo	19. Sonora
8. Jalisco	20. Tabasco
9. México	21. Tamaulipas
10. Michoacán	22. Veracruz
11. Morelos	23. Yucatán
12. Nayarit	24. Zacatecas

La Rabia

Etiología

El virus de la rabia, es de genoma ARN y pertenece al género *Lyssavirus*, familia *Rhabdoviridae* (forma de bala). Tiene dos antígenos principales: uno interno de naturaleza nucleoproteínica que es grupo específico y el otro de superficie que es de composición glucoproteínica y responsable de los anticuerpos neutralizantes. El virus de la rabia "clásica" y los virus con morfología similar a los rábicos aislados últimamente en África tienen en común el antígeno grupo específico, es decir, el antígeno interno nucleoproteínico. Sobre la base de este hecho se ha propuesto formar el género *Lyssavirus* dentro de los *rhabdovirus*. Los virus relacionados con el rábico se diferencian por sus antígenos superficiales o glucoproteínicos mediante las pruebas de neutralización y de protección cruzada; también se emplean anticuerpos monoclonales dirigidos contra la nucleocápside.



Esquema de la estructura del virus de la rabia
Imagen tomada de la página electrónica del CDC de Atlanta, USA

Dentro de los virus rábicos "clásicos" debe señalarse la distinción entre el "virus calle" y el "virus fijo". La denominación de "virus calle" se refiere al de reciente aislamiento de animales y que no ha sufrido modificaciones en el laboratorio. Las cepas de este virus se caracterizan por un período muy variable de incubación, que a veces es muy prolongado, y por su capacidad de invadir las glándulas salivales. En cambio, la denominación de "virus fijo" se refiere a cepas adaptadas a animales de laboratorio por pases intracerebrales en serie, que tiene un período de incubación corto, de solo 4 a 6 días, y no invaden las glándulas salivales.

El Comité de Expertos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en Rabia han señalado que, en ciertas condiciones, el virus fijo puede ser patógeno para el hombre y los animales. Se conocen casos de rabia en personas que recibieron vacuna antirrábica mal inactivada y un caso por inhalación de virus al preparar una vacuna concentrada.

Desde hace tiempo se sospecha que los virus rábicos pueden diferir en su composición antigénica y se han obtenido evidencias al respecto mediante ensayos de protección cruzada, prueba de neutralización, estudios de cinética de neutralización y contra inmuno electroforesis. Con la llegada de los anticuerpos monoclonales se pudo comprobar la existencia de una gran variación antigénica entre los virus rábicos. En el análisis de varios virus fijos y virus calle se reveló una gran diversidad en la reactividad, con un panel de anticuerpos monoclonales dirigidos contra los antígenos glucoproteínicos.

Estos nuevos conocimientos y técnicas permitieron la reciente confirmación del origen vaccinal de la rabia, debida a vacunas de virus vivo modificado, en perros, gatos y un zorro. En el análisis con un panel de ocho anticuerpos monoclonales de virus aislados de 14 animales vacunados con virus modificado y virus muertos de rabia se comprobó la existencia de un patrón reactivo idéntico a los virus de la vacuna administrada. En varios países se realiza una intensa labor de investigación para correlacionar las diferencias antigénicas de los virus de vacunas con el virus presente en la población

animal. Se trata de poder explicar las fallas de protección que ocurren a veces en personas vacunadas a tiempo y que han recibido todo el curso indicado para la profilaxis post-exposición.

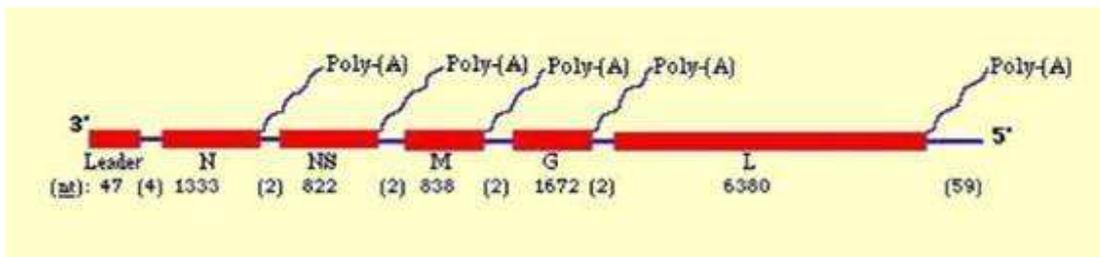
En uno de los últimos estudios realizados con un panel de 20 anticuerpos monoclonales dirigidos contra la nucleocápside, de 204 cepas de virus rábico de calle de Europa, Asia y África, se ha encontrado que las procedentes de Madagascar, Tailandia e Irán presentaban diferencias marcadas con las otras.

El genoma rábico codifica para 5 proteínas:

- La nucleoproteína N (450 aminoácidos), estrechamente asociada al ARN viral.
- La fosfoproteína NS de 297 aminoácidos.
- La proteína L (2142 aminoácidos): Responsable de la transcripción y de la replicación del ARN viral.

(Estas tres proteínas (N, NS, L), asociadas al ARN viral, constituyen la "nucleocápside".)

- La proteína M (202 aminoácidos), se localiza sobre la cara interna de la envoltura lipídica.
- La glicoproteína G está inserta en la membrana lipídica del virus; ella es responsable de la inducción de los anticuerpos neutralizantes y de la estimulación de los linfocitos T.



Esquema ejemplificando la codificación de las proteínas del virus de la rabia

Virus relacionados con la rabia

Familia de *Rhabdoviridae*

El virus de la rabia pertenece a la Orden de Mononegavirales de los cuales el genoma es un ARN de una sola cadena de polaridad negativa. Este orden comprende tres familias:

- Familia de *Paramyxoviridae*
- Familia de *Filoviridae*
- Familia de *Rhabdoviridae*

La familia de *Rhabdoviridae* que comprende el virus rábico, comprende una centena de virus de mamíferos, peces, crustáceos, reptiles y plantas. Entre los rhabdovirus, aquellos que infectan los mamíferos pertenecen a tres géneros:

- Vesiculovirus (Virus de la Estomatitis Vesicular, VSV)
- **Lyssavirus (Virus de la rabia)**
- Ephemerovirus (Virus de la Fiebre Efímera Bovina)

Género *Lyssavirus*

En el género *Lyssavirus*, diferentes serotipos habían sido caracterizados gracias al empleo de una bacteria de anticuerpos monoclonales. Así han sido identificados 5 principales serotipos.

Entre otros, el análisis de las secuencias del genoma viral ha permitido definir 7 genotipos dentro del género *Lyssavirus*.

El serotipo 1 comprende todas las cepas de virus rábico (rabia salvaje, rabia de las calles, las cepas de rabia fijas y las cepas vacunales).

Los otros serotipos son considerados como virus emparentados con la rabia son:

- Serotipo 1 - genotipo 1 **RABIA**
 - En el mundo entero, excepto: Australia, Reino Unido, Irlanda, Nueva Zelanda, Japón, Hawai, Antártida, Escandinavia.
 - Hombres, carnívoros domésticos y salvajes, herbívoros, murciélagos.
- Serotipo 2 - genotipo 2 **LAGOS BAT**
 - Nigeria, República Centroafricana, África del sur, Zimbabwe, Guinea, Senegal, Etiopía.
 - Murciélagos frugívoros, gatos, perros
- Serotipo 3 - genotipo 3 **MOKOLA**
 - Nigeria, República Centroafricana, Zimbabwe, Camerún, Etiopía.
 - Hombres, musarañas, gatos, perros, roedores.
- Serotipo 4 - genotipo 4 **DUVENHAGE**
 - África del sur, Zimbabwe.
 - Hombres, murciélagos insectívoros.
- Serotipo 5 - genotipo 5 **EBL1**
 - Europa.
 - Hombres, murciélagos insectívoros (géneros *Epseticus* y *Pipistrellus*)
- Serotipo 5 - genotipo 6 **EBL2**
 - Europa.
 - Hombres, murciélagos insectívoros (géneros *Myotis*).
- Serotipo 5 - genotipo 7 **ABL**
 - Australia.
 - Hombres, murciélagos frugívoros (géneros *Pteropus*, *Vespadelus*).

Por otra parte existen otros *Lyssavirus* pendientes aún de caracterizar como nuevos genotipos, por lo que nada más se hace referencia de su existencia:

- Aravan virus (ARAV)
- Khujand virus (KHUV)
- Irkut virus (IRKV)
- West Caucasian Bat Virus (WCBV)

Estos virus pueden presentar cierto grado de reacción cruzada con el virus rábico, en las pruebas de inmunofluorescencia y fijación del complemento; por tanto, es posible cierta confusión en el diagnóstico de rabia. La introducción de estos virus de África en otros países complicaría el diagnóstico de la enfermedad y obligaría a preparar reactivos específicos para estos agentes. Asimismo, debe tomarse en cuenta que la vacuna antirrábica no confiere protección contra los virus relacionados.

En los estudios comparativos de patogenia realizados en hámster con cepas de rabia clásica, Lagos y MOK se ha comprobado que los tres virus son similares en cuanto a su tropismo y al curso de la infección. En la experimentación también se ha demostrado que ratones, hámster, perros y monos son susceptibles a la inoculación intracerebral de los virus africanos (Lagos y MOK), y los agentes pueden volver a aislarse del cerebro y glándulas salivales; en cambio, la inoculación de esos serotipos por otras vías raramente resulta en la muerte de los animales. Las cepas aisladas de mosquitos (OBOD) son patógenas solo para ratones lactantes inoculados intracerebralmente. En el ganado bovino, ovino, equino, como también en roedores e insectívoros del norte de Nigeria se encuentran con frecuencia anticuerpos neutralizantes para el virus KOT, aislado de culicoides.

Distribución geográfica

La rabia se presenta en todos los continentes con excepción de la mayor parte de Oceanía. En la actualidad, varios países están libres de la infección, entre ellos Uruguay, Barbados, Jamaica y varias otras islas del Caribe en las Américas; Japón en Asia; varios países escandinavos, Irlanda, Gran Bretaña, Países Bajos, Bulgaria, España y Portugal en Europa (Organización Mundial de la Salud, 1982). La rabia no tiene una distribución uniforme en los países infectados, ya que en muchos de ellos existen áreas libres, de baja y de alta endemicidad, y otras con brotes epizootémicos.

La rabia como Zoonosis

La rabia continúa siendo una de las zoonosis más importantes en el mundo y representa un problema serio en muchos países. Se trata de una enfermedad infecciosa viral, aguda y de consecuencias fatales. Afecta principalmente el Sistema Nervioso Central (SNC) y al final produce la muerte en su víctima.

El virus de la rabia se encuentra difundido en todo el planeta y ataca a los mamíferos domésticos y salvajes, incluyendo al hombre. El microorganismo se encuentra en la saliva y en las secreciones de los animales infectados y se inocula al hombre cuando éstos lo atacan y provocan en él alguna lesión por mordedura; además, puede ser propagado cuando un individuo que tiene alguna cortada en la piel (vía de entrada del virus) tiene contacto con la saliva y órganos de un animal infectado.

La rabia ha recibido algunos otros nombres tales como hidrofobia, derriengue o rabia paralítica bovina, encefalitis bovina, lisa (locura). Los romanos usaron la palabra rabere (rabiarse), de donde se derivó el término actual.

Las especies carnívoras de muchos países son reservorios naturales de la rabia, especies donde se ha visto mayor incidencia y son los principales transmisores de la enfermedad hacia animales domésticos como perros, gatos, animales domésticos principalmente y animales silvestres como coyotes, lobos, zorros, se cuentan como los responsables de la difusión del virus en muchos lugares del mundo.

Los murciélagos hematófagos (vampiros del género *Desmodus rotundus*) constituyen en muchos países de América un serio peligro, debido a que muerden al ganado, transmitiéndoles el virus de la rabia, lo cual ocasiona la muerte y en consecuencia pérdidas a la ganadería.



Distribución geográfica de murciélagos hematófagos *Desmodus rotundus*
Tomada de la página electrónica del National Geographic

En países en vías de desarrollo, la alta incidencia de rabia ha ocasionado severos problemas a las autoridades de salud y a pesar del esfuerzo que se hace por controlarla o erradicarla de las ciudades, no se ha tenido un logro en interrumpir el ciclo de la enfermedad entre los animales y el hombre.

Sin embargo, a pesar de que la rabia urbana ha sido eliminada por completo en algunos países, la silvestre sigue siendo un problema serio, ya que el mayor número de muertes humanas registradas en el país, son ocasionadas por animales salvajes como zorrillos, coyotes, mapaches y murciélagos principalmente. Por esto los recursos económicos destinados al control de la rabia en este país sólo se enfocan en las especies silvestres.

Diagnóstico de la Rabia

Diagnóstico clínico

En muchas partes del mundo se sigue diagnosticando la rabia sobre la base de los signos y síntomas clínicos. Sin embargo, el diagnóstico clínico de la rabia en los animales es a veces difícil y pueden darse casos en que animales rabiosos son considerados no infectados, lo cual puede ser un peligro para el ser humano.

Diagnóstico de laboratorio

Diagnóstico de la rabia postmortem en animales

Detección de antígenos

La técnica de anticuerpos fluorescentes (FA) constituye un método rápido y sensible de diagnosticar la infección rábica en animales y en seres humanos. La prueba se basa en el examen microscópico, bajo luz ultravioleta, de impresiones, frotis o secciones congeladas de tejido luego del tratamiento con suero o globulina antirrábicos conjugados con isotiocianato de fluoresceína.

Para aumentar la sensibilidad de la prueba se recomienda emplear impresiones bilaterales (o frotis) de muestras de tejido del hipocampo (Astas de Ammón) y del tallo encefálico; algunos laboratorios también tiñen muestras de cerebelo.

Para el diagnóstico de la rabia se ha elaborado un ensayo de inmunosorción ligada a enzimas (ELISA) llamado Inmunodiagnóstico Enzimático Rápido de la Rabia (RREID), basado en la detección del antígeno de la nucleocápside del virus rábico en el tejido encefálico. Debido a que el antígeno puede detectarse a simple vista, la prueba puede efectuarse en el terreno (con la ayuda de un estuche especial).

EL RREID es una técnica rápida que puede ser muy útil en las encuestas epidemiológicas. La prueba puede emplearse para examinar muestras de tejidos parcialmente descompuestos con el fin de determinar si existe infección rábica, pero no puede usarse con muestras que han sido fijadas en formol. Además, se debe hacer notar que la prueba FA puede dar resultados positivos cuando la de RREID resultó negativa.

Aislamiento del virus *in Vitro*

El aislamiento del virus puede ser necesario para confirmar los resultados de las pruebas de detección de antígenos y para caracterizar mejor el virus aislado.

Las células de neuroblastoma murino (NA C1300) son más susceptibles a la infección del virus de campo que cualquiera otras líneas celulares ensayadas. El aislamiento del virus en cultivos celulares (con células de neuroblastoma) es tan eficaz como la inoculación del ratón para demostrar la existencia de pequeñas cantidades de virus rábico.

Además, reduce el tiempo necesario para el diagnóstico de 10 a 15 días a 2 días y elimina la necesidad de contar con animales experimentales y es menos costoso. No obstante, esta técnica no puede efectuarse en cualquier laboratorio y la inoculación intracefálica del ratón sigue siendo una prueba útil en el diagnóstico laboratorial de la rabia. El período de observación puede acortarse mediante el examen por FA del cerebro de ratones inoculados que fueron sacrificados 3 a 4 días (o más) después de la inoculación.

Identificación del virus empleando anticuerpos monoclonales

Hasta la fecha, varios cientos de Lyssavirus aislados de seres humanos, de animales domésticos y de animales salvajes del África, de las Américas, del Asia y de Europa Occidental, estos han sido comparados empleando anticuerpos monoclonales. Estos estudios demuestran que el virus de la rabia puede distinguirse de otros Lyssavirus y que los virus rábicos aislados de cierta zona geográfica o especie tienen patrones singulares de reactividad, tanto en los componentes de nucleocápside como de glucoproteína del virión. En ecosistemas relativamente sencillos, algunos huéspedes carnívoros importantes (cánidos salvajes, por ejemplo) hacen de reservorios primarios de la rabia. En Canadá y los Estados Unidos, los virus rábicos del terreno se mantienen en "compartimientos" en regiones geográficas específicas en especies como el zorro, el mapache y el murciélago; la transferencia de la enfermedad a otras especies es relativamente poco importante para el mantenimiento de la infección. Son notables las diferencias existentes entre los virus aislados de murciélagos de los aislados de carnívoros terrestres, lo cual confirma los hallazgos epidemiológicos anteriores.

Detección mediante técnicas moleculares

En la actualidad el empleo de ensayos moleculares y de la reacción de polimerasa en cadena PCR, se realiza en el diagnóstico habitual de la rabia, en los casos donde no se conoce la especie agresora.

Titulación de anticuerpos

Los anticuerpos neutralizantes en el suero o en el líquido cefalorraquídeo de pacientes no vacunados pueden medirse por la prueba de neutralización en suero de ratón (Mouse Serum Neutralization Test MNT) o por la prueba rápida de inhibición focal de la fluorescencia (Rapid Fluorescent Focus Inhibition Test RFFIT). El Comité recomendó que, de ser posible, la prueba MNT fuese reemplazada por la de RFFIT, debido a que esta última es más rápida y tan sensible como la primera.

Un ensayo de inmunoabsorción ligada a enzimático (ELISA) empleando glucoproteína antirrábica purificada ha sido utilizado para determinar los niveles de anticuerpos neutralizantes de virus en el suero de varias especies, incluyendo el ser humano. El ensayo puede efectuarse en el terreno (con la ayuda de un estuche especial) y proporciona resultados en unas pocas horas. Además, parece ser bastante reproducible, aunque es limitada su sensibilidad. La medición puede abarcar diversos anticuerpos, aparte de los anticuerpos neutralizantes de virus.

Vacunas antirrábicas

Consideraciones generales

Se ha logrado un progreso considerable en la producción y empleo de las vacunas antirrábicas en el último decenio. Sin embargo, la disponibilidad de vacunas antirrábicas de un nivel elevado de inmunogenicidad e inocuidad sigue siendo un objetivo no alcanzado aún en muchas regiones del mundo. Las vacunas preparadas en cultivos celulares deben reemplazar a las derivadas de tejido cerebral lo antes posible.

Es necesario que se imponga un estricto control de la calidad de las vacunas ("control durante el proceso"), y las autoridades nacionales de los respectivos países deben efectuar pruebas rigurosas de la inocuidad y actividad de los productos acabados. Cuando sea apropiado, se deben llevar a cabo pruebas serológicas en una muestra representativa de animales y de personas vacunadas, a fin de evaluar la inmunogenicidad de la vacuna en el terreno. Todos los casos de rabia que ocurran en sujetos vacunados deben ser sometidos a una investigación exhaustiva: además de la ineficacia de la vacuna por no poseer la actividad requerida, deben ser consideradas como posibles causas de muerte las variantes de los virus rábicos y los virus relacionados con la rabia.

Existe una necesidad urgente de reducir el costo de las vacunas derivadas de cultivo celular, tanto para uso veterinario como para uso médico. En los países en que la producción de vacunas mediante cultivo celular está en sus inicios, puede lograrse un ahorro considerable si se producen conjuntamente vacunas para uso veterinario y para uso médico. Con respecto a las vacunas para uso en animales, se necesitan vacunas para inmunizar a diversas especies de animales silvestres y perros.

Es necesario que las cepas víricas empleadas en la producción de vacunas antirrábicas sean cuidadosamente seleccionadas, y se deben efectuar controles periódicos para verificar la identidad antigénica de dichas cepas, como también la identidad y pureza de las líneas celulares utilizadas. Debe haberse comprobado que las cepas empleadas en la producción de las vacunas ofrecen protección contra la infecciones por los virus locales del terreno. Es importante que los Centros Colaboradores de la OMS sirvan como fuentes de provisión de vacunas de siembra, como laboratorios de referencia y para el examen de las cepas, y como medios de adiestramiento de personal en las técnicas de lucha antirrábica.

En la producción de vacunas antirrábicas inactivadas se emplean diversas cepas rábicas fijas, a saber:

- **Cepa Pasteur de París** de virus rábico fijo de conejo; adaptada también a las células Vero.
- **Cepa Pasteur PV-12** de virus rábico fijo de conejo; también adaptada a las células BHK-21.
- **Cepa Pitman-Moore (PM) (ATCC VR-320)** de virus rábico fijo, adaptada a células humanas diploides, primarias de riñón de perro, Vero, y Nil-2.
- **Cepa de encéfalo de ratón CVS-27 (Challenge Virus Standard) (ATCC VR-321)** de virus rábico fijo; también adaptada a células BHK-21.
- **Cepa Kissling CVS-11 (ATCC VR-959)**, adaptada a las células BHK-21.
- **Virus rábico adaptado al embrión de pollo LEP (40-50 pases) (ATCC VR-138) Flury**; adaptado también a células primarias de embrión de pollo y BHK-21
- **Virus rábico adaptado al embrión de pollo HEP (227-230 pases) (ATCC VR-139) Flury**; adaptado también a células primarias de embrión de pollo.
- Virus rábico adaptado al embrión de pollo (100 pases) Kelev.
- **Cepa ERA (Evelyn Rokitniki Abelseth) (ATCC VR-332)** de virus SAD, adaptada a células de riñón de cerdo; adaptadas también a células BHK-21.
- **Virus SAD** (Street-Alabama-Duffering),
- **Cepa Vnukovo-32 de virus SAD**, adaptada a células primarias de riñón de hámster.
- **Cepa Beijing de virus fijo de la rabia**, adaptada a células primarias de riñón de hámster.
- **Cepa Acatlán de virus de vampiro**, adaptado a células BHK-21.

Vacunas para seres humanos

Novedades en la producción de vacunas de tejido cerebral

La técnica Fuenzalida-Palacios para la preparación de vacuna de encéfalo de ratón lactante ha sido modificada con la intención de reducir aún más el nivel de sustancias encefalitogénicas en el producto acabado. Hoy en día se preparan vacunas empleando ratones de no más de un día de vida en el momento de la inoculación. Aún se sigue recomendando la centrifugación de la suspensión de encéfalo a 17 000 g durante 10 minutos.

Vacuna purificada de embrión de pato

El virus fijo se cultiva en huevos de pato que están embrionando y se inactiva con β -propiolactona. La vacuna purificada ofrece la misma inmunogenicidad e inocuidad que las vacunas modernas preparadas en cultivos celulares.

Vacunas de cultivo celular

En la actualidad existe una amplia disponibilidad de vacunas preparadas en cultivos celulares, en las cuales se combinan la inocuidad y un alto grado de inmunogenicidad. Se emplean diversos tipos de cultivos celulares en la producción de vacunas antirrábicas de uso médico:

- Células Primarias (riñón de hámster, riñón de perro o fibroblastos de embrión de pollo).
- Líneas Celulares Diploides (humanas o de mono Rhesus).
- Líneas Celulares Continuas (Células Vero).

Los adelantos en la biotecnología, tales como el cultivo de líneas celulares continuas sobre micro transportadores en fermentadores, han hecho posible la producción de vacunas antirrábicas en escala industrial y a costos reducidos.

En la actualidad para la producción de vacunas antirrábicas para uso en animales se emplean líneas celulares continuas (tal como las células de riñón de hámster lactante línea 21). Debido a que la producción de virus de la rabia es de alto rendimiento, no es necesaria la concentración del virus. Estas líneas celulares podrían ser aceptables en el futuro para la producción de vacunas antirrábicas de uso médico, siempre que cumplan con las normas publicadas por la OMS con respecto a las vacunas de uso médico preparadas en líneas celulares continuas.

Requisitos de potencia

El Comité destacó la importancia de verificar la actividad de cada lote de vacuna antes de autorizarse su empleo. Las modernas vacunas antirrábicas de uso médico, sumamente purificadas, deben tener una actividad mínima, media por la prueba NIH (National Institut of Health), de 2,5 U.I. por dosis. La actividad mínima de la vacuna de encéfalo de ratón lactante para uso humano debe ser de 1,3 U.I. por dosis, sea cual fuere el número de dosis requeridas para el tratamiento postexposición.

El Comité recomendó asimismo, que el Comité de Expertos de la OMS en Patrones Biológicos considere modificar las normas relacionadas con la vacuna antirrábica para la inoculación humana; en el sentido de que las autoridades nacionales de control puedan autorizar el empleo de vacunas cuya actividad sea inferior al mínimo recomendado, siempre que se haya comprobado que dichas vacunas provoquen en las personas un nivel apropiado de anticuerpos neutralizantes de virus.

Vacunas para animales

Vacunas de tejido nervioso

Las vacunas de tejido nervioso inactivadas pueden producirse a partir de encéfalos de ovejas o ratones recién nacidos. Se ha demostrado que estas vacunas son eficaces en los programas de inmunización en masa de perros en África del Norte (las de encéfalo de oveja), y en América Latina y el Caribe (las de encéfalo de ratón lactante).

Vacunas de cultivo celular

Vacunas para uso parenteral

Selección del tipo de vacuna. Las vacunas de virus vivo modificado (MLV) y las vacunas inactivadas pueden producirse en cultivos celulares, empleando células primarias o líneas celulares continuas. Los sistemas de células/virus de siembra varían considerablemente de un fabricante a otro. Es de esperar que aumente el uso de vacunas inactivadas para la inmunización de los animales, como resultado de los recientes adelantos logrados en las técnicas de producción de vacunas.

La duración de la inmunidad y de la inocuidad es especialmente importante cuando se selecciona la vacuna para su empleo en una campaña de vacunación en masa. Se recomienda el uso de vacunas que provean una inmunidad estable y duradera, ya que es el método más eficaz de lucha contra la rabia y su eliminación en los animales. Sea cual fuere la vacuna utilizada, debe administrarse adecuadamente para proveer la protección deseada.

Vacunas combinadas. No cabe duda que el uso de vacunas combinadas ha de dar como resultado una gama más amplia de estrategias inmunoproliféricas contra diversos patógenos microbianos, y ya ha logrado simplificar el calendario de vacunación. No se han recibido notificaciones que indiquen la existencia de una inhibición competitiva de la respuesta inmune para las vacunas combinadas, pero cada producto nuevo debe investigarse en lo que respecta a su actividad inmunogénica en general. Debe prestarse atención a todos los componentes de la vacuna, incluso al antígeno de la rabia.

Las vacunas combinadas ya se están empleando en la actualidad para la inmunización de perros y gatos. Varios antígenos diferentes se incorporan a la vacuna antirrábica canina, tales como el del Moquillo canino, la Hepatitis canina, la Leptospirosis, y el Parvovirus canino. Las vacunas combinadas para gatos pueden incluir otros antígenos, tales como el del virus de la Panleukopenia felina, el calicivirus felino, y los Parvovirus felinos. Se dispone asimismo de una vacuna combinada Antirrábica y Antiaftosa para su empleo en bovinos, ovejas y cabras.

Vacunas para administración oral

Vacunas de virus vivo modificadas. En los últimos 20 años se han propuesto varios tipos de vacunas de virus vivo modificadas para la inmunización oral de animales; sin embargo, se ha comprobado que sólo cinco son las adecuadas para ser utilizadas en el terreno para la vacunación de zorros (en el Canadá y en Europa) y caninos (en Finlandia). Todas estas vacunas son derivas del virus SAD original.

A continuación se indica el origen de estos virus.

Vacunas recombinantes. Se ha elaborado un virus de Vaccinia Recombinante que expresa el gen glucoproteínico del virus rábico (VRG) mediante la inserción del CADN de la glucoproteína de la cepa ERA en el gen de kinasa de timidina del virus de vaccinia (cepa Copenhague).

Cuando se la administra por vía oral (por instilación directa en la boca o en el cebo) a zorros o mapaches jóvenes y adultos, una dosis de 10⁸ TCID₅₀ (Dosis Infecciosa Media de cultivo tisular) de VRG provoca títulos elevados de anticuerpos neutralizantes de virus y confiere protección contra una prueba de desafío.

Requisitos de potencia

El Comité recomendó que no se autorice el uso de vacunas inactivadas de uso veterinario con una potencia de menos de 1,0 U.I. por dosis, medida por la prueba NIH, a menos que se haya demostrado, mediante un experimento adecuado, que la inmunidad que confieren esas vacunas dura un año, como mínimo, en las especies a las cuales se ha de emplear la vacuna.

La actividad de las vacunas vivas y de las inactivadas debe ser verificada periódicamente después de su distribución. La vacuna inactivada, aun en su forma líquida, y la vacuna de virus vivo modificada y liofilizada son relativamente estables si las condiciones de almacenamiento son apropiadas. Se recomienda que para verificar esto último, las muestras provenientes del terreno cuya fecha de vencimiento esté próxima sean sometidas a prueba, empleando métodos aplicados a los productos recién fabricados.

Si bien en general no se han establecido las normas mínimas de actividad para las vacunas orales para la inmunización de animales salvajes, se conocen las dosis medias eficaces (ED₅₀) de diversas vacunas de virus vivo modificadas y de vacunas recombinantes.

Para comprobar la eficacia de las vacunas propuestas para la inmunización por vía oral, debe mantenerse en cautiverio un número suficiente de animales de la especie destinataria, para vacunarlos y luego someterlos a prueba con el virus. La actividad de las vacunas debe ser normalizada a niveles cuantificables (unidades formadoras de placas/ml, TCID50/ml, por ejemplo). Una vez demostrada la eficacia de la vacuna en la especie destinataria bajo condiciones de laboratorio, entonces la vacuna debe administrarse en un cebo idéntico al que se ha de emplear en los ensayos en el terreno. Las diluciones seriales de la vacuna de prueba determinarán el ED50. Seguidamente, los animales deben mantenerse en expectativa por un mínimo de 6-12 meses antes de ser sometidos a prueba con una cepa del terreno administrada por vía intramuscular; el intervalo entre la administración de la vacuna y la prueba depende de la rapidez de renovación de la especie destinataria. La evaluación de la actividad no debe basarse exclusivamente en la capacidad de la vacuna de inducir anticuerpos neutralizantes de virus en la especie destinataria; es necesario también efectuar pruebas de estabilidad para demostrar que la actividad de la vacuna permanente estable en las condiciones reinantes en el terreno.

Inocuidad

Vacuna para uso parenteral

Las normas de actividad cuentan con la aprobación del Comité de Expertos en Patrones Biológicos. Las autoridades nacionales de reglamentación han establecido varios tipos de pruebas de inocuidad para las vacunas antirrábicas inactivadas. Estas pruebas están descritas en La rabia.

En vista del peligro de que se produzcan reacciones encefalitogénicas, debe pensarse en suprimir las vacunas de tejido nervioso.

En el ser humano no debe emplearse nunca una vacuna que contenga virus vivo; la ausencia de virus vivos debe confirmarse mediante las pruebas más sensibles existentes.

La vacuna acabada no debe contener niveles detectables de B-propionolactona ni de ningún otro agente inactivante, excepto en el caso de la vacuna Semple, en la cual puede permitirse que el producto acabado contenga fenol. A las vacunas antirrábicas de uso médico no se les debe agregar ningún antibiótico.

El Comité recomendó que la prueba de inocuidad abarque no sólo el material de virus de siembra, sino también los cultivos celulares y otros ingredientes biológicos empleados en la producción de la vacuna. El Comité recomendó que las nuevas vacunas antirrábicas para animales sean puestas a prueba en la especie para la cual se han de utilizar. El número de animales disponibles para este tipo de prueba por lo general es insuficiente para demostrar las reacciones inusuales entre virus y huésped, y cualquier problema relacionado con la vacuna durante su empleo en el terreno debe ser notificado a las autoridades nacionales e internacionales correspondientes, y debe investigarse rigurosamente.

Vacunas para inmunización oral de animales salvajes y domésticos

Vacunas de virus vivo modificadas

Estudios laboratoriales. Cuatro vacunas relacionadas con SAD (ERA, SAD-BERN, SAD-B-19 y Vnukovo-32) son patogénicas para los ratones adultos (por las vías intracerebral, intramuscular y oral), y para muchas otras especies de roedores. No parecen ser patogénicas para los carnívoros de Norteamérica y Europa y para otros grandes mamíferos cuando son administradas por vía oral, excepto en el caso de la mofeta.

La vacuna SAG es un mutante de supresión de la SAD elaborada empleando anticuerpos monoclonales seleccionados. La vacuna SAG no es patogénica para los ratones adultos ni para ningún otro roedor silvestre, sometidos a prueba por las vías oral, intramuscular o intracerebral; sin embargo, es patogénica para ratones lactantes cuando se la administra por las vías intracerebral y oral.

Estudios sobre el terreno. La vacuna SAD-Bern ha sido empleada en cápsulas plásticas engrapadas a cebos de cabezas de pollo. Entre octubre de 1978 y octubre de 1990 se distribuyeron 1'300,000 cebos de ese tipo de Suiza. A través de una vigilancia continua se logró detectar tres casos de rabia inducida por la vacuna. No se registraron otras muertes relacionadas con la vacuna en más de 900 animales examinados.

La vacuna SAD-B19 se ha usado ampliamente en el terreno. En efecto, entre 1983 y 1990 se distribuyeron más de 20 millones de cebos que contenían este virus en Europa (incluyendo Alemania, Bélgica, Francia, Italia, y Luxemburgo) sin que se hayan notificado muertes entre las especies no destinatarias.

Entre 1989 y 1990 se emplearon 250,000 dosis de virus SAG-1 en cebos distribuidos en Francia y Suiza. No se registró ningún caso de rabia inducida por la vacuna en esos países.

Entre 1990 y 1991 fueron distribuidos en el Canadá unos 800,000 cebos que contenían vacuna para la inmunización oral de zorros.

Además, se están efectuando ensayos sobre el terreno en la ex Unión Soviética, donde se han distribuido decenas de miles de cebos que contienen la cepa Vnokovo-32.

Evaluación de la inocuidad en especies destinatarias y no destinatarias. La cepa de vacuna propuesta debe ser caracterizada de conformidad con procedimientos recomendados para las vacunas antirrábicas para uso veterinario.

La vacuna escogida no debe producir enfermedad alguna en 10 animales jóvenes (de 3-6 meses de edad) pertenecientes a la especie destinataria cuando es administrada oralmente en una dosis 10 veces mayor que la recomendada para uso en el terreno.

Debe considerarse también la posibilidad de que haya excreción de virus vacunal en la saliva de los animales descritos anteriormente. Después de la inmunización, deben tomarse muestras con escobilla diariamente. Después de 3-4 días ya no debe estar presente ningún virus. Cualquier virus que se recolecte debe ser caracterizado empleando anticuerpos monoclonales.

Además, siempre que sea posible, a un mínimo de 10 y si es posible a 50 de las especies de roedores más comunes en la localidad se les debe administrar la dosis de vacuna empleada en el terreno (es decir, la dosis contenida en el cebo), por vía oral o intramuscular, para lo cual podría ser necesario utilizar diferentes concentraciones y volúmenes de virus, dependiendo del peso y tamaño. No más del 10% de los animales así vacunados deben mostrar signos de rabia ni fallecer a causa de la enfermedad.

A todas las especies de animales silvestres o domésticos de la localidad que puedan recibir los cebos también se les debe administrar por vía oral la dosis de vacuna empleada en el terreno en un volumen ajustado al peso corporal.

Todo virus rábico aislado de animales de las zonas de vacunación debe ser examinado empleando anticuerpos monoclonales, a fin de verificar si existen casos de rabia inducidos por la vacuna.

Vacunas orales recombinantes

El desarrollo de la técnica de ADN recombinante ha dado inicio a una nueva era en la lucha contra la rabia. Las vacunas recombinantes no pueden poseer patogenicidad residual alguna por el hecho de que contienen solamente productos de un solo gen no virulento.

La mayoría de las normas de inocuidad que rigen las vacunas de virus vivos son también aplicables a las vacunas recombinantes.

El virus recombinante que expresa el gen glucoproteínico del virus de la rabia (VRG) comparte numerosas propiedades básicas con el virus de vaccinia parenteral, pero difiere en otras características que hacen que el virus vector sea más inocuo. La supresión del gen de kinasa de timidina disminuye en gran medida la patogenicidad de la vacuna para ratones cuando se la administra por las vías intracerebral o peritoneal. Además, no se ha observado ninguna propagación vírica a partir de los sitios conocidos de duplicación de virus y la vacunación por vía oral de docenas de especies animales, incluyendo a los animales silvestres, no ha revelado ninguna patogenicidad residual.

Mediante estudios efectuados en los últimos ocho años se ha podido comprobar que la vacuna VRG no es patogénica en más de 10 especies aviares y en más de 35 especies mamíferas, incluyendo la mayoría de los huéspedes reservorios de la rabia. Sea cual fuere la dosis vacunal o la vía de administración, los animales vacunados han permanecido clínicamente normales, sin que presenten lesiones muy evidentes ni histopatológicas. Luego de su administración oral, la vacuna VRG se elimina con relativa rapidez (dentro de las 48 horas, por ejemplo). No se han notado efectos secundarios abortivos, teratogénicos u oncogénicos. Se han llevado a cabo ensayos de gran envergadura con la vacuna VRG en el terreno en Bélgica y Francia con zorros, y con mapaches en los EUA, y hasta la fecha no se han recibido notificaciones de efectos adversos. Entre 1988 y 1990, más de un millón de dosis de vacuna VRG contenidas en cebos fueron distribuidas en Bélgica y Francia para la vacunación de zorros. Otras vacunas recombinantes propuestas (que emplean como vector el poxvirus de mapache o el adenovirus humano o animal) deben someterse a pruebas completas de inocuidad antes de iniciar ensayos en el terreno.

En todos los casos, es preciso que las vacunas antirrábicas genéticamente manipuladas cumplan con todas las recomendaciones nacionales e internacionales relativas a la bioseguridad.

La enfermedad en los animales

Perros: El período de incubación dura de 10 días a 2 meses o más. En la fase prodrómica, los perros manifiestan un cambio de conducta, se esconden en rincones oscuros o muestran una agitación inusitada y dan vueltas intranquilos. La excitabilidad refleja en la exaltada, y el animal se sobresalta al menor estímulo. Se nota anorexia, irritación en la región de la mordedura, estimulación de las vías genitourinarias y un ligero aumento de la temperatura corporal. Después de 1 a 3 días, se acentúan en forma notoria los síntomas de excitación y agitación.. El perro se vuelve peligrosamente agresivo, con tendencia a morder objetos, animales y al hombre, incluso a su propio dueño; muchas veces se muerde a sí mismo infligiéndose graves heridas. La salivación es abundante, ya que el animal no deglute la saliva debido a la parálisis de los músculos de deglución, y hay una alteración del ladrido por la parálisis parcial de las cuerdas vocales, con un aullido ronco y prolongado. Los perros rabiosos tienen propensión a abandonar sus casas y recorrer grandes distancias, a la vez que atacan con furia a sus congéneres u otros animales. En la fase terminal de la enfermedad, con frecuencia se puede observar convulsiones generalizadas; luego, incoordinación muscular y parálisis de los músculos del tronco y de las extremidades.

La forma muda se caracteriza por el predominio de síntomas paralíticos, en tanto que la fase de excitación es muy corta o a veces está ausente. La parálisis comienza por los músculos de la cabeza y cuello; el animal tiene dificultades en la deglución y, a menudo por sospecha de que el perro se haya atragantado con un hueso, el dueño trata de socorrerlo, exponiéndose de esa manera a la infección. Luego sobreviene parálisis de las extremidades, parálisis general y muerte. El curso de la enfermedad dura de 1 a 11 días

En África occidental ocurre una forma particular de rabia en perros, denominada "oulou fato", que se caracteriza por la modalidad muda de la enfermedad, con corpúsculos de inclusión diferentes a los de Negri, período de incubación corto, diarrea y parálisis progresiva, sin fase furiosa. Se considera que el "oulou fato" es un virus rábico atenuado (Beran, 1981).

Gatos: La mayor parte de las veces la enfermedad es del tipo furioso, con sintomatología similar a la de los perros. En 2 a 4 días de haberse presentado los síntomas de excitación, sobreviene la parálisis del tercio posterior.

Bovinos: En la rabia transmitida por vampiros, el período de incubación es largo, con fluctuaciones entre 25 días y más de 150. Los síntomas predominantes son del tipo paralítico; por ello, se denomina a la enfermedad como rabia bovina paresiente o paralítica. Los animales afectados se alejan del grupo; algunos presentan las pupilas dilatadas y el pelo erizado, otros somnolencia y depresión. Se pueden observar movimientos anormales de las extremidades posteriores, lagrimeo y catarro nasal. Los accesos de furia son raros, pero se pueden notar temblores musculares, inquietud, priapismo e hipersensibilidad en el lugar de la mordedura del vampiro, de modo que los animales se rascan hasta provocarse ulceraciones. Al avanzar la enfermedad, se observan incoordinación muscular y contracciones tonicoclónicas de grupos musculares del cuello, tronco y extremidades.

Los animales tienen dificultad en la deglución y dejan de rumiar. Por último, caen y no se levantan más hasta la muerte. La emaciación es notable, el morro se cubre de una baba amarillenta y espumosa, y el estreñimiento es pronunciado. Los signos paralíticos suelen presentarse entre el segundo y tercer días después de iniciados los síntomas. La duración de la enfermedad abarca de 2 a 5 días, pero en ocasiones se extiende a 8 - 10 días. Sobre la base de la sintomatología no se puede diferenciar la rabia bovina originada por mordedura de vampiros de la causada por perros, en especial si la ocurrencia es esporádica. Los datos epizootiológicos, tales como la presencia de murciélagos hematófagos, el hallazgo de mordeduras que ocasionan estos quirópteros, la ocurrencia de múltiples casos, la preponderancia de manifestaciones paralíticas y sobre todo la ausencia de rabia canina en la región, inducen a la sospecha de rabia transmitida por vampiros. Es de esperar que mediante la técnica de anticuerpos monoclonales se puedan hallar diferencias antigénicas, que permitan distinguir los virus transmitidos por los vampiros de los de los perros.

Otros Animales Domésticos: La sintomatología de la rabia es equinos, ovinos y caprinos no es muy diferente de la de los bovinos. Después de un período de excitación con duración e intensidad variables, se presentan fenómenos paralíticos que dificultan la deglución y luego provocan incoordinación de las extremidades. Se produce una alteración del gusto y muchos animales ingieren objetos indigeribles. En todos los casos hay una alteración de la conducta. En porcinos la enfermedad se inicia con fenómenos de excitación muy violenta y la sintomatología es, en general, similar a la de los perros. La rabia en ovinos, caprinos y porcinos no es frecuente.

Aves: La rabia adquirida naturalmente es excepcional en esta especie.

Animales Silvestres: La rabia ocurre naturalmente en muchas especies de cánidos y de otros mamíferos. Sobre la base de datos experimentales y algunos epidemiológicos, se considera a zorros, coyotes, chacales y lobos como los más susceptibles. Las mofetas, mapaches, murciélagos y mangostas presentan un grado menor de susceptibilidad. Las zarigüeyas son poco susceptibles. En ensayos experimentales se ha demostrado que para infectar mofetas se necesita una dosis por lo menos 100 veces mayor de virus que para los zorros. El período de incubación es variable y raramente menor de 10 días o mayor de seis meses. La sintomatología clínica en zorros, mofetas y mapaches infectados de modo experimental es similar a la de los perros; la mayoría de los animales manifiesta rabia del tipo furioso; algunos, sin embargo presentan rabia muda. La duración de la enfermedad es de 2 a 4 días en zorros y de 4 a 9 días en mofetas. En los murciélagos, tanto hematófagos como no hematófagos, se observa rabia furiosa y a veces muda.

Patogenia

El virus rábico, al ser inoculado por vías subcutánea o intramuscular, como sucede naturalmente por una mordedura, se propaga del lugar de inoculación al sistema nervioso central por el axoplasma de los nervios periféricos. La neurectomía de los nervios regionales, con anterioridad a la inoculación con un virus fijo, previene el desarrollo de la enfermedad en un animal de laboratorio. Tiene gran importancia la comprobación experimental de que el virus permanece un tiempo mas o menos largo sin propagarse en el lugar de la inoculación. En la mayoría de ratones inoculados en la almohadilla plantar con virus calle, se pudo prevenir la rabia mediante la amputación de la pata inoculada hasta 18 días después de la exposición experimental. Se comprobó que en el período anterior a la invasión neural el virus se multiplicaba en los miocitos del lugar de la inoculación. El lapso de tiempo que media entre la inoculación del virus y la invasión neural es quizás el único período en el que el "tratamiento vacunal profilático posterior a la exposición puede dar resultados satisfactorios.

Una vez que se produce la infección del sistema nervioso central, el virus se difunde en forma centrífuga a las glándulas salivales y otros órganos y tejidos por medio de los nervios periféricos, de la misma manera en que se produce la progresión centripeta.

En las glándulas salivales se han comprobado títulos víricos más altos que en el cerebro y también se han hallado títulos altos en los pulmones; esto indicaría que el agente puede multiplicarse fuera del sistema nervioso central. Se ha aislado o detectado virus en diferentes órganos y tejidos, tales como las glándulas suprarrenales, grasa parda (glándula interescapular) de los murciélagos, riñones, vejiga ovarios, testículos, glándulas sebáceas, células germinativas de los bulbos pilosos, córnea, papilas de la lengua, pared intestinal y otros. Sin embargo, conviene tener en cuenta que la distribución del virus no es uniforme y la frecuencia de la infección de diferentes órganos es variable. Es importante señalar que siempre que se aísla el virus de las glándulas salivales, se le encontrará asimismo en el sistema nervioso central.

La aparición del virus rábico en la saliva resulta de especial interés en la epidemiología, ya que la mordedura es el principal modo de transmitir la infección. En la mayoría de los casos, la eliminación por la saliva se inicia con el comienzo de la enfermedad, pero en animales de muchas especies se ha comprobado la aparición del agente antes de que se manifestaran síntomas clínicos. En perros se pudo detectar el virus de 1 a 3 días antes de manifestarse la enfermedad y en algunos casos, con 14 días de anterioridad. En un reciente estudio con perros experimentalmente expuestos a virus calle, 4 de 9 perros que contrajeron rabia con el virus de origen etíope lo excretaron hasta 13 días antes de manifestaciones clínicas y 8 de 16 perros rabiosos inoculados con un virus de origen mexicano, hasta siete días antes. Se concluyó que el tiempo de aparición del virus en la saliva depende no solo de la dosis, sino de la cepa del virus. Dado que el virus puede excretarse por más de 10 días y este es el lapso recomendado para la observación de perros mordedores, sería conveniente extender dicho período. En los gatos se pudo comprobar la eliminación del virus por la saliva de 1 a 3 días antes de las manifestaciones clínicamente sano por un período

indeterminado, lo mismo que en murciélagos vampiros y en murciélagos no hematófagos.

En varias ocasiones se pudo comprobar una viremia temprana, fugaz, y de bajo título, pero no se ha podido demostrar de modo fehaciente que haya una diseminación hematógica del virus y que la misma desempeñe alguna función en la patogenia de la rabia.

Fuente de infección y modo de transmisión

Los huéspedes animales que mantienen el virus rábico en la naturaleza son los carnívoros y los quirópteros. Los herbívoros y otros animales no mordedores, los roedores y los lagomorfos no desempeñan ningún papel en la epidemiología.

Rabia urbana

El perro es el principal vector de la rabia urbana. La infección se transmite de un perro a otro y del perro al hombre y a animales domésticos, por mordeduras. A pesar del desenlace mortal de la enfermedad, la rabia en las ciudades y poblados se mantiene por una importante proporción de perros susceptibles. La gran densidad de perros y su alta tasa de reproducción anual son factores importantes en las epizootias de rabia canina en América Latina y en diversas regiones. Otro factor importante en el mantenimiento del virus es el largo período de incubación de la enfermedad en algunos perros. En varias ocasiones se ha demostrado que el virus aparece en la saliva algunos días (2 ó 3 y a veces 13 días) antes del comienzo de la enfermedad y la eliminación del agente por esta vía puede continuar hasta la muerte del animal. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que no todos los perros rabiosos eliminan el virus por la saliva y, en consecuencia, algunas mordeduras no son infectantes. Se estima que cerca de un 60 a 75% de los perros rabiosos eliminan virus por la saliva y su cantidad varía desde apenas vestigios hasta títulos muy altos. Como es obvio, el riesgo de la transmisión del virus al hombre por mordedura o abrasión es mayor cuando la dosis es más alta. Asimismo, el riesgo de contraer la infección aumenta cuando la mordedura se produce en la cara, cuello o manos y disminuye

cuando es en el tronco o extremidades inferiores. Muchas heridas menores, por mordedura o rasguño, no contienen suficiente cantidad de virus como para provocar la enfermedad, sobre todo si se ha inferido la lesión a través de la ropa. Antes del establecimiento de los esquemas de profilaxis posexposición, se estimaba que solo se enfermaba un 20% de las personas mordidas por perros rabiosos.

En la actualidad se estima que en América Latina y el Caribe más de 370.000 personas son mordidas cada año y 260.000 se someten a tratamiento. En un estudio en un suburbio industrializado de Buenos Aires, Argentina, se encontró que 3.925 personas (854 por 100.000 habitantes) habían concurrido al centro antirrábico para su tratamiento por mordedura de perros.

El grupo más expuesto al riesgo fue el de menores de 15 años de edad, en su mayoría varones. A causa de su menor estatura, una cuarta parte de ellos había recibido mordeduras en cara y cuello. Un 43,8% del total de los mordidos había sido atacado por perros sueltos en las inmediaciones de las viviendas de sus dueños. El 47,9% de las heridas fueron punzantes - puntiformes, y un apreciable número de personas tuvo que someterse a tratamiento médico y/o quirúrgico. La mayor parte de las mordeduras ocurren en los meses de calor.

En las zonas urbanas, los gatos siguen a los perros en el número de casos comprobados de rabia. Se considera que los gatos son huéspedes accidentales del virus y quizás no desempeñen un papel importante en el ciclo natural de la enfermedad, pero pueden servir como considerable fuente de infección humana y, por tanto, se justificaría la necesidad de aumentar su vacunación. Los gatos pueden adquirir la rabia de perros infectados o de animales silvestres con los cuales entran en contacto.

Cabe aquí formular un comentario sobre la rabia "abortiva" en perros y el estado de portadores. En trabajos de laboratorio no es raro encontrar que algunos ratones inoculados con virus rábico se enferman y luego se recuperan. Numerosos hechos parecen sugerir que la rabia no es siempre mortal. Casos de rabia abortiva, si bien pocos, se han descrito en varias especies animales, incluso en el hombre. En un área enzoótica de Buenos Aires, Argentina, se examinaron mediante la prueba de cerebro-neutralización 1,015 perros y 114 gatos que habían dado resultados negativos a las pruebas de aislamiento y de inmunofluorescencia para el diagnóstico de la rabia.

En los especímenes de cerebro de dos perros y de un gato del total de los examinados se encontraron títulos significativos a la prueba de cerebro-neutralización (en ausencia del virus), lo que se acepta como demostración de que los animales se habían recuperado de la enfermedad, ya que en perros vacunados o muertos por rabia esta prueba es negativa. A juzgar por este estudio, la incidencia de la rabia "abortiva" es muy baja

Un aspecto que ha suscitado controversia desde hace tiempo es la posible existencia de portadores, es decir de animales clínicamente normales que eliminan virus por la saliva. Hasta época reciente, no había una prueba fehaciente de que existiera tal estado de portador de virus rábico. Sin embargo, en Etiopía y en la India, se ha podido aislar el virus de la saliva de varios perros asintomáticos y durante períodos muy prolongados. De 1.083 perros en apariencia sanos examinados en Etiopía, 5 fueron excretores intermitentes del virus en la saliva. En fecha más cercana, se pudo comprobar el estado de portadores en una perra experimentalmente infectada, que se enfermó de rabia y luego se recuperó. Esta perra fue inoculada por vía intramuscular (con un virus aislado de la saliva de un perro en apariencia sano de Etiopía) y a los 42, 169 y 305 días después de que se recuperó de la enfermedad, se aisló el virus de su saliva. A los 16 meses, después de su recuperación, esta perra murió al parir dos cachorros que nacieron muertos, y pudo comprobarse la presencia de virus rábico viable en las tonsilas, pero no en el cerebro u otros órganos.

La transmisión interhumana de rabia es excepcional. En esta categoría se pueden incluir los dos casos conocidos de rabia por trasplante de córnea, uno de los cuales ocurrió en los Estados Unidos y otro en Francia. Los dos casos se produjeron por no haberse sospechado rabia en los donantes. La presencia del virus rábico se ha comprobado en la córnea de animales y del hombre por la técnica de impresión e inmunofluorescencia directa.

Rabia silvestre

La rabia silvestre se mantiene en la naturaleza en forma similar a la urbana. Dentro de un determinado ecosistema, una o dos especies de mamíferos, en especial carnívoros y quirópteros, se encargan de perpetuar la rabia. En diferentes partes del mundo varias especies silvestres mantienen el ciclo del virus rábico en sus diferentes ecosistemas.

En los Estados Unidos, diferentes especies animales mantienen epizootías más o menos independientes en varias áreas. En el este de dicho país, desde Nueva Inglaterra hasta los estados del Atlántico sur, los zorros (*Vulpes fulva* y *Urocyon cinereoargenteus*) son los principales huéspedes y vectores de la rabia, las mofetas (*Mephitis mephitis*) en los estados centro occidentales, y los mapaches (*Procyon lotor*) en Florida y Georgia. Ninguna de estas especies constituye un verdadero reservorio, ya que todos los animales de los que se aísla el virus de la saliva mueren a los pocos días de enfermarse. Tampoco se sabe que existan portadores sanos del virus entre otras especies de animales silvestres. Con cierta frecuencia se ha aislado virus rábico de zorros árticos (*Alopex lagopus*), en apariencia sanos. Sin embargo, no se sabe si parte de ellos o todos no estaban en períodos de incubación de la rabia. Las Epizootias y enzootias entre estos animales dependen sobre todo de la dinámica de la población, cuando la densidad de la población es alta, la rabia adquiere proporciones epizoóticas y muere un gran número de animales. Así, se estima que hasta un 60% de una población de zorros pueden morir durante una epizootia.

Cuando la densidad es baja, la rabia puede presentarse en forma enzoótica o, con el tiempo, desaparecer del todo. Cuando hay una nueva generación susceptible, ocurren nuevos brotes epizooticos. La tasa de renovación anual de las poblaciones de zorros es muy alta (hasta un 70% de la población total), y si no se controla su densidad, los brotes pueden repetirse. Sin embargo, se desconoce cuál es la densidad poblacional que debe alcanzar una especie animal para la creación de condiciones epizooticas. El período variable de incubación, que en algunos animales pueden ser muy largos, favorece el mantenimiento de la propagación continua del virus.

Se han encontrado anticuerpos contra el virus rábico en varias especies silvestres, tales como zorros, mapaches, mangostas y murciélagos insectívoros; este hecho indicaría que la infección rábica no siempre conduce a la enfermedad y muerte. En animales poco susceptibles, tales como mapaches, la tasa de reaccionantes puede ser alta en el período postepizootico. En las glándulas salivales de mangostas rabiosas se han encontrado títulos bajos de virus, y este hecho sugiere que dosis subletales del virus podrían ser transmitidas por mordedura. Incluso en especies altamente susceptibles, como los zorros, se encuentran algunos ejemplares con un título muy bajo de virus en las glándulas salivales. En un estudio de cuatro años de duración, realizado en Grenada, de 1.675 mangostas examinadas se hallaron 498 (30%) con anticuerpos neutralizantes para el virus rábico. Se cree que la condición inmune adquirida en forma natural de una población de animales silvestres es un factor importante para que un brote epizootico no ocurra en una especie y área determinadas. Es decir, que mientras haya una alta tasa de animales con anticuerpos puede haber transmisión esporádica del virus, pero resultaría difícil que alcance proporciones epizooticas.

La epizootiología de la rabia de los quirópteros sigue las mismas pautas que las de otros mamíferos. No se ha comprobado de modo fehaciente que haya portadores entre los murciélagos, como se había creído con anterioridad; los murciélagos mueren cuando se enferman de rabia y nunca se ha aislado virus de las glándulas salivales sin que también lo hubiera en el cerebro. Se ha comprobado que algunos murciélagos podrían eliminar el virus por la saliva durante 10 días o más antes de la muerte, pero tal fenómeno se ha observado en otras especies animales, y se ha aislado el agente de la saliva de mofetas por lo menos durante 18 días y en zorros durante 17. Asimismo, es de suponer que algunos murciélagos se recuperan de la enfermedad y, tal como sucede con otros mamíferos silvestres, se hallan anticuerpos neutralizantes en vampiros de áreas donde ocurren brotes de rabia bovina. En un área de tal característica de Argentina, se encontraron anticuerpos en el suero de 24 de 99 vampiros examinados, sin que se comprobara la presencia de virus en el cerebro y otros tejidos ni anticuerpos neutralizantes en el sistema nervioso central, lo que indicaría que los animales no se habían enfermado de rabia. Se ha sugerido que los anticuerpos séricos podrían deberse a repetidas infecciones subletales, pero faltan evidencias experimentales al respecto.

La rabia selvática es un peligro permanente para el hombre y los animales domésticos. Cuando los animales silvestres están rabiosos, se acercan a los pobladores y pueden agredir al hombre y a sus animales. Por otra parte, debe tenerse en cuenta que la proporción de carnívoros silvestres que eliminan el virus por la saliva es más alta que la de perros. Las principales víctimas suelen ser los bovinos, tanto en Europa como en Canadá y los Estados Unidos. En áreas donde se ha erradicado la rabia canina, esta puede ser reintroducida por los carnívoros silvestres si la población de perros no se inmuniza en forma adecuada.

La transmisión de la rabia, tanto silvestre como urbana, se produce sobre todo por mordedura de un animal eliminar del virus por la saliva a otro animal susceptible, incluido el hombre. En los últimos años se sabe de casos humanos de rabia adquirida por vía aerógena. En una cueva de Texas (Frío Cave), Estados Unidos, donde se refugian durante el verano millones de murciélagos de cola libre (*Tadarida brasiliensis*), ocurrieron dos casos en científicos que permanecieron en el lugar algunas horas y no recibieron mordedura alguna. En la misma cueva, también se comprobó la transmisión por vía aerógena en coyotes y zorros encerrados en jaulas a prueba de murciélagos o artrópodos. Es probable que los aerosoles se hubieran producido por la saliva (y orina) de los murciélagos insectívoros. Asimismo, el virus fue recogido del aire de la cueva por aparatos especiales e inoculado en zorros que se enfermaron y murieron de rabia. Otro caso ocurrió en el laboratorio; la víctima fue un microbiólogo que estaba preparando una vacuna concentrada.

En las Cruces, Nuevo México, Estados Unidos, se describió un brote epizootico en una estación experimental, donde se mantenían diferentes especies de animales silvestres (entre otros, zorros, coyotes y zarigüeyas) en jaulas individuales, sin posibilidad de contacto directo y transmisión por mordedura. La transmisión se atribuyó a la diseminación aérea de un virus cuyo probable origen sería el murciélago, y que estaría especialmente adaptado a la transmisión por aerosoles. De modo experimental se han podido infectar animales de laboratorio por vía digestiva y se ha comprobado la infección por canibalismo en madres de ratones lactantes inoculados con virus rábico. Se cree que este modo de transmisión puede desempeñar algún papel en la propagación de la rabia entre animales silvestres. No se conocen casos humanos de rabia adquirida por ingestión, aun cuando se ha detectado el virus en la leche de algunas vacas rabiosas.

Toma y envío de muestras al laboratorio

Esta consiste en la recolección de muestras de encéfalos de animales sospechosos de rabia, o de animales que muestren signos de enfermedad nerviosa. El manejo de muestras sospechosas de rabia, de los cuales se pretende hacer el diagnóstico por inmunofluorescencia o histopatología, requiere de un cuidado especial por la posibilidad de causar accidentalmente, infecciones a las personas que intervienen en el transporte de ese material, asimismo, se debe poner especial atención para que las muestras lleguen al laboratorio en condiciones adecuadas y así obtener los resultados con mayor exactitud.

Tratándose de muestras de tejido nervioso para el diagnóstico de rabia, las precauciones que deben tomarse son especialmente extremas, tanto para identificación del virus por inmunofluorescencia o por cuerpos de Negri, como para el aislamiento del virus, se deberá enviar el cerebro (o la cabeza completa) al laboratorio de diagnóstico más cercano, lo más pronto posible y en las mejores condiciones de preservación. Para enviar el cerebro, se emplea glicerol al 50% en solución salina neutra o en refrigeración. En el laboratorio de diagnóstico la necropsia deberá efectuarse en una habitación usada únicamente con este propósito.

Deberán tomarse todas las precauciones necesarias, como la vacunación del personal antes de la exposición, el uso obligatorio de lentes protectores para los ojos, bata, cubrebocas, guantes de hule grueso; esto con el fin de evitar la infección de las personas encargadas de abrir los frascos y aquellos que tienen experiencia en la extracción de los cerebros en los animales, se expongan al virus, además es indispensable proteger al operador cuando está extrayendo el cerebro en la necropsia.

El material necesario para la extracción del encéfalo son: Segueta o sierra de carnicero, un cuchillo, tijeras para cirugía y pinzas.

El procedimiento para la extracción del encéfalo consiste en utilizar un cuchillo para separar la cabeza del cuerpo del animal a nivel de la nuca.



1. Retirar la piel del cráneo y efectuar los siguientes cortes con segueta o sierra de carnicero para el corte de los huesos.

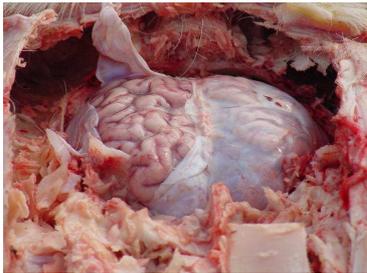
2. El primer corte de hueso es transversal y posterior a las cuencas oculares, las cuales sirven para sujetar la cabeza y como puntos de referencia.



3. Hacer dos cortes, uno en cada hueso parietal, tomando como punto de referencia la comisura externa del ojo y la porción lateral del agujero magno exactamente encima de los cóndilos del occipital, procurando evitar cortar la masa encefálica.

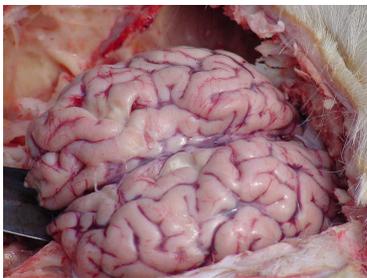
4. Al desprender la bóveda craneana queda al descubierto el encéfalo.





5. Cortar con las tijeras las meninges que cubren la superficie del cerebro y que se caracteriza por ser muy duras en los bovinos.

6. Extraer cuidadosamente el tejido nervioso.



7. Depositar la muestra en un frasco de boca ancha conteniendo glicerina fosfatada al 50%, o en su caso enviarla refrigerada al laboratorio de diagnóstico más cercano.

Para el envío de muestras para el diagnóstico de rabia se requiere de:

- 1 ó 2 frascos de boca ancha con cierre hermético de un volumen de 1 ½ litros.
- Glicerina fosfatada al 50%
- Hielera con refrigerante.

Se coloca en el frasco el encéfalo completo o medio encéfalo, si es que se enviará la otra parte a otro laboratorio para confirmar el diagnóstico (corte longitudinal). Colocar el frasco dentro de la hielera con suficiente refrigerante para su conservación. Las muestras deberán de ir acompañadas de una hoja con los datos completos de las mismas y del remitente (Figura 12).

Recomendaciones para la vacunación del ganado

Los programas de vacunación contra la rabia tienen el objetivo de brindar protección a los animales contra esta enfermedad. El tipo de vacuna a utilizar va a depender de la necesidad de la zona o región, para lo cual es necesario considerar los siguientes aspectos para tener éxito en la protección de los animales:

- Verificar la fecha de caducidad de la vacuna (no se deben aplicar vacunas caducas o vencidas).
- Deberán conservarse siempre en refrigeración (evitando su congelación) a una temperatura entre 2 y 4° C, desde el momento de su adquisición hasta la aplicación de la misma.
- Evitar exponer la vacuna a los rayos del sol.
- Utilizar una aguja estéril por cada uno de los animales a vacunar. Por ningún motivo se deberán utilizar en las agujas desinfectantes como alcohol, yodo, benzal, ya que dañan a la vacuna.
- Aplicar la dosis que el laboratorio recomienda.
- Asegurarse de vacunar a la totalidad de los animales en el hato.

Hay que tomar en cuenta que el periodo de protección efectivo de una vacunación, se inicia 15 días después de su aplicación en el caso de vacunas de virus activo modificado y después de tres semanas en las vacunas inactivadas; la protección persiste por un año, por lo que el ganado que está en áreas enzoóticas de rabia, se tendrá que revacunar cada año y durante toda la vida del animal.

Aspectos generales de los murciélagos

Antes de entrar en los detalles puramente sobre vampiros, es conveniente exponer algunos aspectos sobre los murciélagos en general que son de mucha importancia en la comprensión de este documento.

Los murciélagos son animales de hábitos nocturnos crepusculares que viven en colonias y representan a un grupo muy antiguo y especializado de los mamíferos, el llamado orden *Chiroptera*. Existen en todo el mundo, exceptuando las regiones polares y se destacan de los demás mamíferos por ser los únicos que tienen el dominio del vuelo.

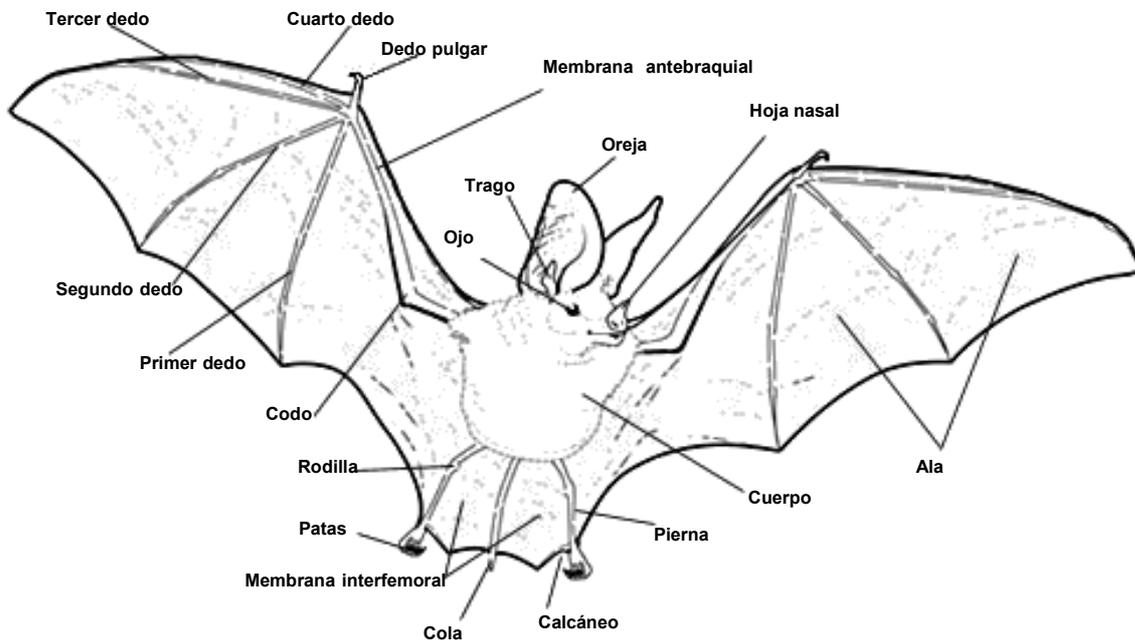
La característica más sobresaliente en estos animales, es la presencia de membranas o alas, que les permite ser los únicos mamíferos verdaderamente voladores. La zona que se encuentra entre el brazo y antebrazo se denomina propatagio o membrana antebraquial. Sus alas (llamadas patagio) se han formado por la extensión de los huesos de los dedos y por la presencia de una membrana interdigital, que se prolonga a los lados del cuerpo y comunica el antebrazo con la pierna, están formadas por piel y tejido conjuntivo, además de músculos.

Las alas de los murciélagos tienen mucha circulación sanguínea, para poder llevar todos los nutrientes necesarios para efectuar el vuelo, ya que requieren de mucha energía. Tienen tres funciones básicas: servir para el vuelo, son termorreguladores (mantienen constante la temperatura del cuerpo) y para capturar insectos en algunas ocasiones.

Otra estructura importante, es la presencia de una membrana interfemoral entre las patas (llamada uropatagio), que incluye también la cola y que su forma varía según la especie; en algunos esta membrana es muy desarrollada y además tienen a la altura del talón unas estructuras cartilagineas que salen del tobillo (llamadas calcáreo), que ayudan al sostén y forman una bolsa, la cual usan para capturar insectos en pleno vuelo.

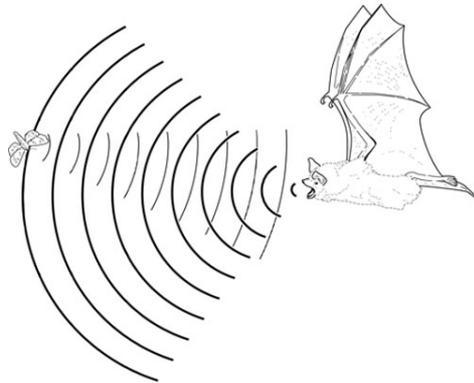
En los pies, poseen 5 dedos alargados provistos de garras curvas y agudas que los ayudan a sostenerse firmemente colgados con la cabeza hacia abajo; en las manos, los dedos (con excepción del pulgar que es libre), se han transformado notablemente en elementos delgados y alargados sostenedores de ala. Como ya se mencionó, el ala está dividida en varias zonas o regiones claramente separadas.

Partes anatómicas de los murciélagos



(murciélago no hematófago)

En un gran número de quirópteros, en el oído existe una estructura membranosa y muy sensible llamada trago; se trata de una lámina diferente en forma y tamaño en las distintas especies y que tienen que ver con la obtención y regulación de ondas sonoras de alta frecuencia, generalmente imperceptibles para el oído humano, que ellos mismos emiten para guiarse y evitar obstáculos (ecolocación). Este sistema, conocido como sonar, es algo parecido al radar y constituye el principal medio de orientación de la mayoría de los murciélagos, los cuales viven generalmente en estado gregario, formando colonias de pocos o muchos individuos, en cuevas, huecos de árboles y otros refugios húmedos y oscuros ya sea de origen naturales o proporcionados por el hombre.



Esquema sobre la ecolocación de un murciélago insectívoro

La cabeza de los murciélagos tiene una forma determinada según sus hábitos alimentarios, es decir, está adaptada de acuerdo a lo que come cada especie. Algunos tienen una membrana en la zona de la nariz llamada hoja nasal, que ayuda en la emisión de los sonidos, para hacerlos mas dirigidos.

Importancia ecológica de los murciélagos

Los murciélagos son tema de muchas leyendas y mitos acerca de ellos, por lo cual son temidos y amenazados por el hombre, debido al desconocimiento sobre ellos, la pérdida de su hábitat ya que se quedan sin refugios, la contaminación, con pesticidas e insecticidas, los cuales se acumulan en ellos, reduciendo su éxito reproductivo disminuyendo así sus poblaciones.

Pero la realidad es muy distinta. Los murciélagos no son desagradables o peligrosos, sino todo lo contrario son animales agradables y que desempeñan un importante papel ecológico que es vital para la persistencia de los diversos ecosistemas en el mundo.

Los hábitos alimenticios de los murciélagos es variada y hay los que comen insectos (insectívoros o entomófagos), carne (carnívoros), peces (piscívoros o ictiófagos), frutas (frugívoros), néctar y polen (nectarívoros y polinívoros) y entre muchas otras especies más; además los que se alimentan de sangre (hematófagos).

En primer lugar, tenemos que los murciélagos insectívoros juegan un papel importante en el control de plagas de insectos y son beneficiosos para la agricultura, pues una colonia puede consumir millones de insectos en una noche; disminuyendo la necesidad de usar insecticidas y plaguicidas que son nocivos para la salud humana y el medio ambiente.

Los murciélagos frugívoros, al alimentarse de diversos frutos, facilitan la subsistencia de especies de plantas, ya que las semillas de estas pasan por el tubo digestivo de los murciélagos (esto aumenta la capacidad de germinación, pues atacan algunas capas del tegumento de las semillas) y son defecadas en áreas distintas y distantes de donde originalmente las consumieron, con lo cual participan en la dispersión de esas semillas. También suelen consumir plantas pioneras del bosque, es decir, aquellas que crecen en los potreros en los primeros estadios de sucesión, y que dan sombra y cobijo para que otras semillas de árboles del bosque maduro crezcan a su sombra, al mismo tiempo que reforestan grandes regiones de los bosques, trópicos que han sufrido la tala inmoderada por parte del hombre.



La destrucción del hábitat por parte del hombre, disminuye las poblaciones de murciélagos benéficos
Foto: J. Alejandro Jiménez Ramírez



La tala inmoderada de los bosques y el efecto de reforestación originada por murciélagos
Fotos: J. Alejandro Jiménez Ramírez

Murciélagos insectívoros

Este grupo de murciélagos envían ondas de alta frecuencia que se dispersan en el medio, chocan contra objetos o contra sus presas y vuelven a recibirlas en sus orejas, pudiendo calcular así la distancia a la que se encuentra y no chocar; o pueden saber la distancia a la que se encuentra su presa y capturarla. Son en general de pequeño tamaño, capturan y alimentan de insectos (cada murciélago puede llegar a consumir hasta 600 mosquitos en una hora), utilizando para ello un sistema de radar llamado ecolocación. Por ello tienen muy desarrolladas las orejas y otras membranas adicionales para la recepción de estas ondas, llamadas trago.

Los ojos casi no los utilizan y por eso son pequeños, pero cabe mencionar que ningún murciélago es ciego. Sus bocas son grandes y poseen una dentadura completa con dientes muy afilados para poder triturar los insectos. El uropatagio es grande y con forma de bolsa, en la que capturan insectos. Vuelan a bastante altura y sobre las copas de los árboles y tienen alas largas y estrechas, para tener un vuelo muy rápido y potente.



Ilustración ejemplificando la bolsa formada por la membrana interfemoral

Murciélagos frugívoros

Se alimentan de frutas que encuentran en el ecosistema utilizando una mezcla de sentidos: Con el olfato detectan la presencia de árboles con frutos maduros y vuelan hacia esas zonas; cuando se encuentran cerca, el sentido de la vista y la ecolocación les ayuda a encontrar los frutos ideales.

El hocico de los frugívoros es corto, poseen una dentadura completa, mandíbulas grandes y dientes muy fuertes. Los ojos son grandes y las orejas de tamaño medio. Arrancan las frutas del árbol y vuelan hasta alguna rama cercana donde se postran y consumen los frutos, escupiendo las cáscaras, las semillas o la pulpa y dejando rastros fácilmente reconocibles. Las alas son cortas y anchas, esto las hace muy maniobrables para poder volar entre la vegetación del bosque.



Uroderma bilobatum

Fotos: Bat Conservation International

Murciélagos polinizadores y nectarívoros

Vuelan buscando las flores de especies vegetales que tienen su florescencia durante la noche y son atraídos por los exquisitos olores que estas emanan; como ejemplo tenemos el maguey, el agave y algunas especies de árboles madereros. Comen el néctar de las flores con la ayuda de su larga lengua, la cual está llena de pelitos que les permiten recolectar su alimento. Tienen un hocico largo con forma de cono, permitiéndoles introducirlo en la corola de las flores y obtener su alimento. En general son de tamaño relativamente pequeño, con ojos y orejas de tamaño medio. Tienen la facultad de volar sostenidamente frente de las flores que visitan (muy similar al vuelo de los colibríes). El polen de estas flores queda impregnando en su pelaje y posteriormente lo retiran con ayuda de las uñas y la lengua para comerlo. Parece que pueden digerir estos granos de polen en el estómago y aprovechar de esta manera su alto contenido en proteínas.



Hylonycteris underwoodi

Fotos: Bat conservation International

Murciélagos carnívoros

La alimentación de estos murciélagos es muy especial y variada ya que consumen otros vertebrados como peces, ranas, aves, roedores, pequeñas lagartijas y otros murciélagos. Son de tamaño grande y muy fuertes, con dientes enormes entre los que matan a sus presas. Capturan a las aves que están descansando entre las ramas o a murciélagos colgados de los árboles.



Chrotopterus auritus



Trachops cirrhosus

Fotos: Bat conservation International

Murciélagos piscívoros

Estos murciélagos vuelan sobre la superficie de lagos, ríos, quebradas o los esteros y cuando detectan alguna perturbación en la superficie del agua, utilizan sus largos pies que acaban en unas poderosas garras para atrapar los peces. Son grandes y de alas fuertes



Noctilio leporinus



Myotis vivesi

Fotos: Bat conservation International

El tener conciencia y recordar que todas las especies de murciélagos (a excepción de los hematófagos), tienen y cumplen con un papel importante en la naturaleza; por los aspectos que ya se mencionaron, nos permitirá disfrutar de un medio ambiente variado y sano. Cabe señalar que a la fecha los murciélagos vampiros no tienen ninguna función importante en la naturaleza, y solamente son portadores y transmisores del virus de la rabia al ganado y el hombre lo que justifica el control de sus poblaciones.

¡Recuerda proteger a los murciélagos benéficos, son de vital importancia en la conservación del medio ambiente!

Los vampiros o murciélagos hematófagos

La familia *Desmodontidae* distingue al grupo de los verdaderos vampiros, esta familia ha recibido mucha atención por parte de los investigadores desde varios enfoques, pero el principal es como transmisores de organismos patógenos como la rabia al hombre y a los animales domésticos. A continuación se describen las características fenotípicas de los tres géneros de vampiros:

Desmodus rotundus o vampiro común



Orden	<i>Chiroptera</i>
Suborden	<i>Microchiroptera</i>
Superfamilia	<i>Phyllostomidae</i>
Familia	<i>Desmodontidae</i>
Género	<i>Desmodus</i>
especie	<i>rotundus</i>
subespecie	<i>rotundus</i> o <i>murinus</i>

Foto: J. Alejandro Jiménez Ramírez

El vampiro *Desmodus rotundus*, no existe en Estados Unidos, Canadá, Europa, Asia o África solamente en México, Centro y Sudamérica; su distribución en México se encuentra localizada en 23 estados de la República Mexicana que van desde el Sur de Sonora por toda la Costa del Pacífico hasta Chiapas, y por el lado del Golfo de México desde sur de Tamaulipas hasta la Península de Yucatán.



Mapa de la zona endémica de murciélago hematófago *Desmodus rotundus* y Rabia Paralítica Bovina en México

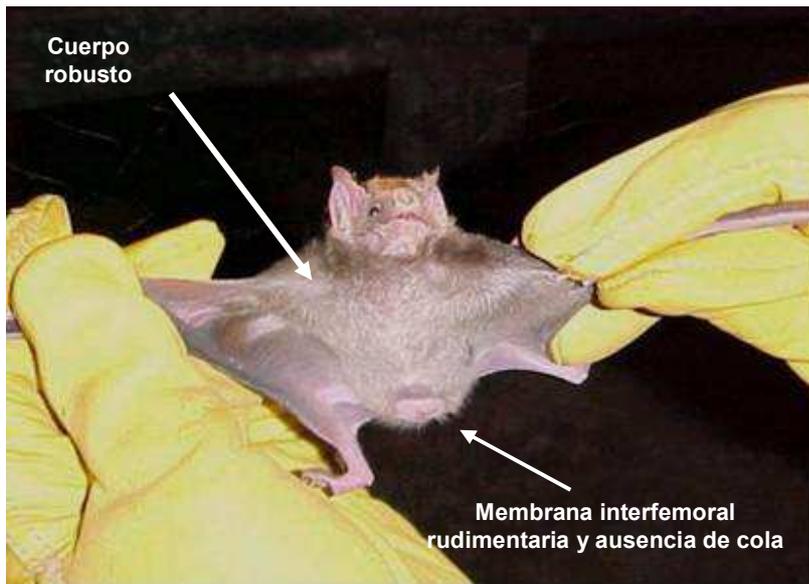
Este murciélago posee un cuerpo robusto, el hocico es corto y contiene una estructura carnosa en forma de herradura invertida, en donde se encuentran los orificios nasales. En la parte media del labio inferior tiene una hendidura en forma triangular, marginada de pequeñas papilas, que se extienden hasta la barbilla; las orejas son más bien pequeñas, con un ápice medio agudo, redondeado y un trago sencillo, pequeño y agudo.



Características anatómicas del murciélago hematófago *Desmodus rotundus*
Foto: J. Alejandro Jiménez Ramírez

El pelaje es algo rígido, corto y abundante. Los pelos de la región dorsal son bicolores con la base clara y al ápice oscuro; en este murciélago existen dos fases de color muchos de ellos tienen la coloración general chocolate rojizo con tonalidades amarillentas en las partes dorsales, cambiando a un chocolate amarillento pálido en las partes ventrales. Es muy común encontrarlos parasitados por moscas como la *Strebba wiedemanni* y *Trichobius parasiticus*.

El dedo pulgar está muy desarrollado y presenta en su superficie de apoyo dos callosidades bien destacadas; la membrana interfemoral se extiende entre las piernas como una membrana angosta, que cuenta con una mayor anchura hacia la unión tibio-femoral, esta estructura está revestida de un escaso pelaje, poco perceptible y no se encuentra unida al calcáneo, que aparece como una simple protuberancia.



Características anatómicas del murciélago hematófago *Desmodus rotundus*
Foto: J. Alejandro Jiménez Ramírez

Este vampiro es muy notable el desarrollo de los dientes caninos e incisivos superiores, en cambio los incisivos inferiores son pequeños y tienen una escotadura en medio.

El largo total de este murciélago es entre 7.5 cm. a 9.0 cm, el *Desmodus rotundus* habita en lugares silvestres de regiones cálidas y semicálidas, se le encuentra en una diversidad de refugios, tales como huecos de árboles, grutas, túneles, minas, casas abandonadas, etc. pero tienen preferencia por las cavernas húmedas especialmente aquellas que contienen una fuente de agua; en estos recintos se mantienen colgados perpendicularmente en las partes elevadas de las paredes profundas, separados en grupos y esta siempre saturado de un fuerte olor amoniacal despedido por sus heces sanguinolentas acumuladas en el piso, casi siempre tienden a inquietarse al notar intrusos en sus moradas, ocultándose entre las grietas o emprendiendo el vuelo.



Colonia de murciélagos hematófagos
Foto: J. Alejandro Jiménez Ramírez, Abel Arguello García

Los vampiros son animales gregarios, donde sus poblaciones pueden variar de 10 a 400 individuos, dependiendo de la abundancia de alimento, el espacio y condición del refugio (en el municipios de Alamos, estado de Sonora (1998) se ubicó un refugio con una población superior a los 4,500 vampiros). El vuelo de estos animales es rasante, aproximadamente de 50 a 60 centímetros sobre el suelo; no son una especie migratoria, pero en cuanto oscurece este murciélago sale de su refugio recorriendo distancias en un radio de entre 14 y 20 kilómetros en busca de alimento, donde además mantienen un intercambio de individuos entre los refugios de su área de acción; en ocasiones cuando algún miembro de la colonia no sale del refugio, por circunstancias de enfermedad, lesiones o vejez, los demás integrantes de la colonia que tienen la oportunidad de alimentarse, por medio de regurgitación de sangre alimentan a los que no pueden; la locomoción del murciélago hematófago es cuadrúpeda, lo que les da la capacidad de caminar y saltar en varias direcciones; son animales en que su reproducción no tiene un periodo fijo y el periodo de gestación es de 5 meses teniendo una sola cría al año y prolongándose los cuidados maternos aproximadamente un año, tiempo en el cual enseñan a las crías a alimentarse por sí mismas; se tiene documentado que un murciélago vampiro adulto ingiere diariamente la cantidad de 15 a 20 mililitros de sangre. El vampiro tiene preferencia por la sangre de animales domésticos como de animales silvestres; no son capaces de vivir mucho tiempo sin alimentarse y puede morir después de 48 horas de haber sido capturado.

Una vez localizada su víctima, vuela suavemente y se posa sobre su presa o aterriza muy cerca de ella; subiendo al sitio escogido, efectúa la mordedura en lugares ricos en vasos sanguíneos; con sus afilados incisivos hace un pequeño y fino corte circular (forma de media luna) de 3 a 4 mm. y la víctima al encontrarse por lo general en reposo no llega a percibir la leve mordedura; de la herida fluye abundante sangre, de manera que el animal puede lamer con facilidad una buena cantidad de sangre en vez de chuparla como erróneamente creen muchas personas.

La herida producida por los vampiros puede ser de serias consecuencias, en el caso de que varios de esos quirópteros se concentren en un mismo animal, especialmente; por la costumbre que tienen de visitar nuevamente a su víctima y reabrir la herida hecha con anterioridad que además de producirse una fuerte hemorragia con la resultante debilidad derivada de una aguda anemia; las heridas quedan vulnerables a la infección bacteriana y a la acción de moscas productoras de miasis (gusaneras), esto puede ocurrir en los casos benignos, ya que también pueden transmitir enfermedades peligrosas y mortales como la rabia.



Herida hecha por la mordedura de vampiro
Foto: Abel Arguello García

***Diphylla ecaudata* (vampiro de patas peludas)**



Orden	Chiroptera
Suborden	Microchiroptera
Superfamilia	Phyllostomidae
Familia	Desmodontinae
Género	Diphylla
especie	ecaudata
subespecie	ecaudata o centralis

Foto: Bat Conservation International

Tiene el segundo lugar en cuanto al número de sus poblaciones y a su distribución geográfica, es más frecuente su hallazgo en la región amazónica, pero se extiende también a las regiones cálidas y húmedas de México, se le encuentra en las vertientes y planicies costeras del Atlántico, desde la parte central de Tamaulipas hasta Yucatán y Quintana Roo.

Es la especie menor del grupo de los vampiros, algunos de los detalles que los separan inmediatamente de sus parientes se mencionan a continuación: Las orejas son ligeramente más pequeñas y redondas, los ojos considerablemente más grandes, su hoja nasal está pobremente desarrollada, percibiéndose apenas como una banda muy angosta y pilosa, el pulgar es corto y grueso en su comienzo, prácticamente sin callosidades, sus miembros posteriores son más cortos que en los otros vampiros, pero las garras de los pies están apreciablemente más desarrolladas.

El vampiro de patas peludas tiene el rostro bastante corto y la oreja presenta un trago pequeño, grueso en la base y ligeramente agudo en la punta, un detalle muy interesante es que (en vida) sus ojos se muestran muy grandes y saltones que en las otras especies.

Este murciélago, tiene un pelaje denso que cubre casi todo el animal incluyendo el antebrazo y los miembros traseros, destacándose especialmente en la membrana interfemoral; en la cara, los pelos son más escasos y están más limitados a los espacios entre las orejas y los ojos. Su color puede ser del chocolate oscuro al chocolate rojizo en las partes dorsales, cambiando a un gris o un blanco amarillento en las partes ventrales. La membrana del ala es de color chocolate oscuro con la orilla externa pálida sin manchas blancas.

Medidas principales: La longitud conjunta de la cabeza y el cuerpo de este vampiro es de 84 mm, la pierna mide 14 mm, la oreja 15 mm y el antebrazo alrededor de 53 mm.

Posee una dentadura muy complicada, así como un calcáneo destacado y otros detalles que nos indican que el murciélago *Diphylla ecaudata* es el menos especializado de los vampiros; muy poco se sabe de sus hábitos, pero se ha notado que su dispersión es más reducida que la del vampiro común y sus colonias son bastante pequeñas; en sus refugios su presencia no está indicada por la acumulación de sangre digerida en el piso, no es una especie tan gregaria como la del *Desmodus rotundus*, junto al cual ha sido encontrado en repetidas ocasiones. No tiende a alarmarse ante la presencia de intrusos y prefiere alimentarse solamente de la sangre de aves; puede reproducirse en cualquier temporada del año aunque es posible que en las áreas más norteñas de su dispersión geográfica, tenga una determinada época de reproducción, normalmente produce una cría anual y en ocasiones pueden llegar a tener hasta dos en el año.

***Diaemus yongui* (vampiro de alas blancas)**



Orden	Chiroptera
Suborden	Microchiroptera
Superfamilia	Phyllostomidae
Familia	Desmodontinae
Género	Diaemus
especie	yongui
subespecie	no tiene

Foto: The Johns Hopkins University Press

Es una especie muy rara, sólo unos cuantos ejemplares se han colectado en México; en Suramérica existen registros de algunas localidades; sin embargo, es posible encontrarlos sin mucha dificultad en Brasil. Es la especie más escasa de las tres existentes, su distribución geográfica se extiende al Sur de Tamaulipas hasta el norte de Perú, Venezuela, Panamá, Trinidad y Honduras.

El aspecto general y proporciones de este vampiro son bastante semejantes al *Desmodus rotundus*, pero puede diferenciarse fácilmente de éste último, atendiendo las siguientes propiedades: posee un pulgar más corto y sin callosidades, una mancha blanca en la punta de cada ala y los incisivos inferiores más internos tienen la orilla entera sin escotadura.

En el vampiro de alas blancas existe hoja nasal muy pequeña, provista de una amplia hendidura central en su borde superior; los ojos son de tamaño moderado y no tan prominentes como el *Diphylla ecaudata*; las orejas son cortas y anchas, con ápice redondeado y un trago corto y ancho; el pulgar es corto y grueso en su base, carecen de callosidades en su superficie de apoyo y representa cerca de un octavo de largo del tercer dedo; los miembros posteriores están notablemente más abreviados que en los otros vampiros y cubiertos de pelos cortos, la membrana interfemoral es angosta pero apreciable, su margen empieza un poco antes del talón y tiene una pilosidad moderada, el calcáneo está prácticamente ausente, el pelaje es suave y no muy tupido, su coloración es de un tono canela fuerte, más oscuro en las partes

dorsales y pálido en las ventrales, en las alas existe una mancha blanca en el margen de la membrana a nivel de los dedos segundos y tercero muy expandida en el ápice y además una mancha amplia del mismo color entre el cuarto y quinto dedo, la dentadura es muy similar a la del *Desmodus rotundus* y entre los detalles propios más significativos muestra un par más de molares superiores reducidos que a veces no aparecen, los incisivos inferiores más externos son bilobulados mientras que los internos son enteros, en cambio, en el vampiro común todos los incisivos son bilobulados.

La longitud de este vampiro varía de 85 a 90 mm; el pie mide de 19 a 20 mm, la oreja 19 mm, y el antebrazo de 53 a 55 mm, este murciélago se encuentra preferentemente en árboles, aunque poco se sabe de sus hábitos, se ha observado que tiene predilección por la sangre de aves, no existe información alguna sobre su reproducción y es posible que los detalles sobre este aspecto sean parecidos al de los otros vampiros.

Este murciélago está dotado de una glándula grande especial colocada en cada carrillo y capaz de emitir un líquido ofensivo y nauseabundo, esta propiedad que parece ser indudablemente un carácter defensivo, no existen en las otras especies de vampiros.

Descripción de las técnicas para el control de vampiros *Desmodus rotundus*

Para emprender acciones de control de vampiros, primeramente es indispensable conocer la etología de los vampiros, para de esta manera comprender la epizootiología de la rabia en estos quirópteros, así como la técnica correcta para su control.

Los métodos como dinamitar los refugios y el uso de fuego y humo en los mismos, utilizados en el pasado (y aún en el presente) para el control del vampiro y que en la actualidad no están permitidos, no controlan el problema de rabia ni de vampiros, pero si afectan las colonias de murciélagos insectívoros, frugívoros y nectarívoros.

Los programas de control actuales, han demostrado ser los más efectivos ya que se basan en la vacunación del ganado bovino, en la captura de vampiros y la aplicación tópica de sustancias anticoagulantes (vampiricida) a los mismos; recientemente la utilización de un vampiricida sistémico utilizados en los animales domésticos más agredidos, asegurando con ésta técnica que todos los vampiros que se alimenten de los animales tratados durante los 7 días posteriores al tratamiento morirán. Estos métodos modernos se apoyan en el conocimiento de la epizootiología de la enfermedad en los vampiros y el comportamiento de los mismos y tiene la ventaja que no lesiona otro tipo de murciélagos ni a depredadores de los vampiros.

Se debe realizar un programa estratégico de control que incluya la zona donde existe el problema y áreas de riesgo; esto no garantiza que la enfermedad no se desplace hacia otras partes, por lo que hay que anticipar su progreso, controlar el transmisor y prevenir al ganado contra la rabia mediante la inmunización.

Por el hábito nocturno que tienen los vampiros y el tiempo que se ausentan de sus refugios en busca de alimento¹; lo cual puede suscitarse en las primeras horas de la noche o en las horas finales a ella y siendo el momento más adecuado, para la colocación de las redes alrededor de los corrales para la captura de vampiros en las horas de los días seleccionados.

Se recomienda hacer una evaluación sobre la incidencia en las mordeduras en el ganado, realizándola preferentemente durante las primeras horas de la mañana, ya que sólo así, se pueden diferenciar las mordeduras recientes (aún sangrantes) de las mordeduras hechas con anterioridad.



Evaluación de mordeduras por vampiro y su valoración para efectuar el tratamiento respectivo

Fotos: J. Alejandro Jiménez Ramírez

Ya hecha la evaluación y dependiendo de la cantidad de mordeduras, se seleccionará la técnica más conveniente en el control de vampiros. En el caso de encontrar varias mordeduras en los animales, lo mejor es realizar una o varias capturas en corral; si la incidencia de mordedura es poca, lo mejor será la aplicación de pomada vampiricida en las heridas o en su caso el uso de un vampiricida sistémico.

¹ Básicamente son las horas en las que no se encuentra presente la luna en el firmamento (es necesario consultar el calendario lunar para programar la captura),



Vampiricida tópico y vampiricida sistémico utilizados en México
Fotos: J. Alejandro Jiménez Ramírez

Captura de vampiros en corral y colocación de las redes²

Antes de iniciar la colocación de las redes para la captura de vampiros, es importante señalar que el ganado que presente mordeduras deberá encerrarse en el corral, durante tres noches anteriores de programada la captura. De esta manera cuando el vampiro busque a su presa, se familiarice a ir al corral para encontrarlo y alimentarse. Es muy importante una buena orientación de las redes, para ello se debe analizar y predecir la posible vía de entrada de los vampiros tales como son brechas, laderas, arroyos, caminos, cañadas, así como la probable ubicación de los refugios (cuevas, alcantarillas, troncos huecos, entre otros).

El tipo de red que se utiliza para la captura de vampiros, es manufacturada en una fina malla de nylon color negro, la cual tiene una altura aproximada de 2 metros de altura y de una longitud que varía de 6 a 12 metros según las necesidades en el corral.



Red utilizada para la captura de vampiros en corral
Foto: J. Alejandro Jiménez Ramírez

² El tiempo para la colocación de las redes deberá de hacerse de 1 a 2 horas antes de que termine la luz de día, esto facilitará su manejo y ubicación en el corral.

Esta red está conformada de 4 a 5 tensores longitudinales, que sirven de refuerzo y le dan rigidez, formando una bolsa en donde quedará atrapado el vampiro. Los extremos de cada uno de los tensores terminan con un amarre de cinta, la cual sirve de sostén en los tubos o varas que se utilizan para su colocación.



Forma de dejar los tensores de la red en las varas o postes,
antes de iniciar la captura de vampiros

Foto: J. Alejandro Jiménez Ramírez

Por lo delicado del material con que están elaboradas las redes y con la finalidad de conservarlas en buenas condiciones, es necesario e indispensable contar con un machete para limpiar el terreno (chaponear) en todo lo largo del corral y a una distancia de 1.5 a 2 metros del corral; limpiando así de toda hierba, pastizal, ramas y objetos que pudiese obstaculizar su colocación; ya realizado esto, las redes se colocarán por fuera del corral a la distancia mencionada y estarán sostenidas por tubos o varas de 2 metros de alto.

Para la instalación de las redes en el corral, es necesario que la realicen por lo menos de 3 personas; este procedimiento se inicia tomando las cintas y extendiendo la red a lo largo del corral donde se tiene pensado colocarlas; se verifica que cada cinta corresponda a su tensor, es decir, que no queden cruzados y se procede a sujetarlos en él o los tubos cada una de las cintas, incrustando los tubos o varas al piso mediante el uso de un cordel.

Ya iniciada la noche, se extenderán las redes en forma vertical a lo largo del tubo, quedando el cordel superior a una altura aproximada de 2 metros y el cordel inferior a una distancia de 10 centímetros del piso.

El personal debe colocarse a una distancia considerable y al lado contrario donde fueron colocadas las redes, esto con el propósito de que si los vampiros entraran por la parte descubierta, puedan ser acarreados hacia ellas en el momento de revisarlas. Para esta actividad, hay que mantener silencio y las luces apagadas en los lapsos de espera; las supervisiones a las redes se harán en periodos de 15-30 minutos, dependiendo de la cantidad de vampiros y la frecuencia con que vayan quedando atrapado³.

Para capturar vampiros en los refugios, se puede realizar durante el día y con la ayuda de redes un poco más gruesas, no teniendo la necesidad de consultar el calendario lunar, pero se debe tener en cuenta los peligros que existe el trabajar en estos lugares.

Liberación de los vampiros y otros murciélagos de la red

Debido a que la manipulación de vampiros y otros murciélagos representa un alto riesgo, los integrantes de cada brigada deberán estar previamente inmunizados contra la rabia y contar con el equipo mínimo necesario. Hay que tener mucho cuidado al retirar los murciélagos de la red. Esta actividad se realiza mediante el uso obligatorio de guantes de piel gruesa y flexible, para evitar el riesgo de ser infectados con el virus de la rabia.

³ Si un murciélago permanece por mucho tiempo en la red, este se enredará debido al esfuerzo que hace por escapar, complicando de esta manera el procedimiento para poder liberarlo.

Para liberar a los vampiros y otros murciélagos de la red, se debe observar en primer lugar la dirección en que cayó el vampiro o murciélago (de entrada o salida del corral); una vez que se ha verificado el lado donde quedó atrapado, se sujeta con firmeza (con la precaución de no lastimarlo), para después localizar las patas y liberarlas de la red; posteriormente se desenreda con mucho cuidado el cuerpo y las alas hasta quedar totalmente liberado; a los murciélagos se les clasificará conforme sus características anatómicas y se depositará en una jaula a los vampiros y se dejará en libertad a las especies de murciélagos benéficos.



Manera de sujetar y liberar a un murciélago hematófago
Foto: Abel Arguello García

Debido a que el vuelo del vampiro es rasante (aproximadamente 50-60 cm de altura sobre el piso) y que aprovecha las brechas, caminos, arroyos, ríos, cañadas, entre otros; encontraremos que la mayoría de ellos quedan atrapados muy cerca del suelo y rara vez caen en la parte superior de la red. Es importante mencionar que el vampiro emplea para su orientación en el vuelo y la búsqueda de sus presas, el sentido de la vista (que está bien desarrollada y es funcional) así como el sentido del olfato.



Altura de vuelo del vampiro *Desmodus rotundus*
Fotos: J. Alejandro Jiménez Ramírez

Una vez terminada la captura en el corral, es necesario limpiar de toda la basura que haya caído en la red como ramas, zacate, hojas secas, insectos, entre otros, para evitar que se enrede, hecho esto, se juntarán las cintas de los tensores en la parte media del tubo o vara, donde se sujetarán y amarrarán en cada extremo de la red y guardarla para utilizarlas posteriormente en otra ocasión.⁴

Tratamiento tópico de vampiros con ungüento vampiricida

Esta técnica se basa en la etología (comportamiento) de los vampiros, que capturados en refugios y/o corrales, a los cuales se les aplica una sustancia tóxica de lenta acción (vampiricida), para que al regresar a sus refugios contaminen a los de su especie mediante hábitos de limpieza corporal que realizan entre ellos, así de esta manera ingieren el vampiricida que días más tarde les causará la muerte.

⁴ Hay que tener cuidado de marcar el primer cordón (cordón blanco en algunas ocasiones) para indicar la posición de la red en la próxima captura.



Vampiro tratado con ungüento vampiricida

Fotos: J. Alejandro Jiménez Ramírez; Abel Arguello García



Grupo de vampiros a eliminar

La forma más práctica de aplicar vampiricida a los vampiros es la siguiente: una persona con guantes en ambas manos, sacará a un vampiro de la jaula y lo sostendrá con firmeza por los huesos del antebrazo, con la cara del vampiro dirigida hacia él (esto para evitar que muerda a la persona que aplica el vampiricida), mientras tanto otra persona con guantes sostendrá las patas de vampiro con una mano y con la otra le aplicará el vampiricida a contrapelo en el dorso y vientre (teniendo cuidado de no untarlo en las alas ya que esto podría impedir que llegue a su refugio), para después de realizado el tratamiento liberarlo, con el cuidado de no ocasionarle un daño físico⁵.



Forma de sujetar al vampiro y aplicación de vampiricida

Foto: Abel Arguello García



Vampiro tratado con ungüento vampiricida

Fotos: J. Alejandro Jiménez Ramírez

⁵ En estudios realizados en México, se estimó que por cada vampiro tratado con vampiricida y liberado, ocasionará la muerte de 20 a 30 vampiros más; aunque esto puede variar dependiendo la cantidad de vampiros que se encuentren en el refugio.

La cantidad de vampiros a tratar por cada captura, variará de acuerdo a los animales capturados y a la problemática presente en la zona, está puede calcularse de acuerdo con la incidencia de mordeduras en el ganado, pero en una buena captura es recomendable enviar al laboratorio al 10% de los ejemplares capturados para diagnóstico de rabia.

Esta técnica de control sólo puede ponerla en práctica personas que reciban la capacitación y entrenamiento adecuado y que, además, tengan muy en claro las diferencias anatómicas de los vampiros con otro tipo de murciélagos.



Capacitación de personal para el control de vampiros
Foto: J. Alejandro Jiménez Ramírez

NOTA: No se debe permitir que personas sin entrenamiento realicen esta actividad, debido al alto riesgo que tienen de contraer la rabia y al grave daño ecológico que pueden ocasionar al atentar contra especies de murciélagos benéficos.

Precauciones que debe tener en consideración el personal

Para las técnicas de tratamiento tópico de vampiros, es importante que el personal de brigada este vacunado contra la rabia y se constate el nivel de anticuerpos, esto con la finalidad de saber la respuesta inmunológica de la persona contra esta enfermedad, además de estar cuidadosamente capacitado y adiestrado en las técnicas de control, manejo e identificación de murciélagos y vampiros.

La vacunación pre-exposición del personal, es con fines preventivos y se realiza mediante la aplicación de 3 inyecciones con intervalos de 0, 7 y 21 ó 28 días; después del mes de ser vacunado, se verificará la respuesta inmunológica mediante un diagnóstico serológico en un laboratorio autorizado⁶. En los casos en que la persona tenga niveles de anticuerpos bajos o nulos, el individuo no podrá trabajar en esta actividad debido al alto riesgo que tendría de enfermar de rabia.

Como ya se mencionó anteriormente, el trabajar en refugios, implica un inmenso riesgo, además de la posibilidad de exponerse al contagio de un hongo (*Histoplasma capsulatum*) que se encuentra en el excremento de los murciélagos en estos lugares, causante de la enfermedad denominada Histoplasmosis, por lo que se hace obligatorio el uso de mascarillas o cubrebocas en estos sitios. Otro punto a considerar, es que existen cuevas o minas que se pueden derrumbar en cualquier momento, además puede haber la presencia de gas natural dentro de las mismas o que sea la guarida de algún animal altamente peligroso.

⁶ El nivel de anticuerpos mínimo recomendado por la OMS es de 0.5 U.I. para contrarrestar el contagio del virus de la rabia.

Siempre es necesario llevar un botiquín de primeros auxilios, para estar en condiciones de responder ante un posible accidente, además de contar con suero antialacrán y antiofídico. Se recomienda que durante esta actividad se cuente con la presencia de un guía local para la ubicación de los refugios, el cuál permanecerá fuera, para dar aviso inmediato de algún incidente que pudiera suscitarse. Si no fuera posible el apoyo de un guía local, alguno de los integrantes del grupo tendrá esta función.

Tratamiento tópico de las mordeduras con vampiricida

Esta técnica se sustenta en el hecho de que los vampiros siempre regresan a reabrir las heridas hechas la noche anterior en el ganado. Es utilizada cuando el número de mordeduras en el ganado son pocas y se realiza mediante la aplicación tópica de pomada vampiricida con una paletilla en las heridas, teniendo el cuidado de cubrir la herida con una capa fina de pomada; si la capa de pomada aplicada es gruesa, el vampiro preferirá hacer una nueva herida en otra parte del cuerpo.



Manera de realizar el tratamiento tópico de las heridas hechas por murciélago hematófago
Foto: José Luis Hernández Guzmán

Este tratamiento puede realizarse cualquier día del año, pero es más provechoso cuando los vampiros salen a alimentarse, para esto deberá apoyarse en el calendario lunar. Esta actividad debe hacerse exclusivamente por las tardes y por tres días consecutivos; con esto se evitará que el efecto de los rayos solares derrita y escurra la pomada aplicada en las heridas. Este procedimiento puede repetirse cuantas veces sea necesario y la ventaja que posee, es que la puede realizar cualquier persona del rancho sin la necesidad de recibir capacitación alguna y/o entrenamiento específico para ello.

Tratamiento con un vampiricida sistémico

En sus inicios, este método consistía en inyectar al ganado bovino vía intrarruminal, con un anticoagulante (Difenadiona suspendida en carbapol); posteriormente, el Biól. Raúl Flores Crespo y colaboradores perfeccionaron esta técnica de una manera más práctica; la cual radica en la aplicación de un anticoagulante vía intramuscular en la región del anca del ganado bovino, con el objetivo de que éste circule en la sangre y todo vampiro que se alimente del animal tratado desde el día de la aplicación y hasta 7 días posteriores, reciba junto con la sangre la cantidad suficiente de anticoagulante que le ocasionará la muerte.



Aplicación del vampiricida sistémico
Foto: Raúl Flores Crespo



Vampiro alimentándose de un animal tratado
con vampiricida sistémico
Foto: Elisa Aurora Argueta Cuellar

Estudios hechos sobre la farmacocinética del producto, indican que el anticoagulante se elimina principalmente por orina y secundariamente en las heces, además, señalan que no ocasiona problemas en la salud del animal, ni de salud pública al consumir la carne o leche de estos animales.

Por otra parte se experimento en varios ranchos en México y países del Centro y Sudamérica, comprobando la eficacia que tiene y reduciendo las agresiones de manera considerable. Dentro de las recomendaciones que se tienen sobre este producto, es la de no aplicarse en animales menores a 3 meses de edad, ni en hembras en el último tercio de gestación (preñez); para repetir el tratamiento se deben dejar pasar 90 días desde la aplicación inicial.

Esta técnica la puede realizar el personal que labora en los ranchos y no se necesita capacitación y/o entrenamiento alguno, solamente se requiere de jeringas, agujas y el vampiricida inyectable, además, se tiene la plena seguridad de que se está controlando exclusivamente vampiros y no se ven afectadas las especies de murciélagos benéficos.

Valoración de los tratamientos

Un adecuado seguimiento al programa de control de las poblaciones de vampiros, sea este local, regional o estatal, es de vital importancia, ya que proporciona información y datos precisos de los operativos realizados, pudiendo analizar y evaluar las actividades y así brindar una solución más eficiente a los problemas ocasionados por vampiros.

Se debe considerar en todo trabajo de campo lo siguiente: Personas que realizaron el operativo, el horario y fecha del mismo, el número de bovinos en el rancho, la incidencia de mordeduras antes y después de cada operativo o tratamiento, el tipo y número de dosis de vacuna aplicadas, el número de vampiros capturados, tratados y enviados al laboratorio para diagnóstico de rabia. Para cada operativo que se realice se deberá anotar todos los datos en un formato ya elaborado.

Vigilancia epizootiológica

Antes de entrar en materia es necesario tener en claro el concepto de Vigilancia epizootiológica; el cual se puede resumir como el conjunto de actividades que permite reunir la información indispensable, tanto para identificar y evaluar la conducta de las enfermedades, así como para detectar y prever cualquier cambio que pueda ocurrir en su presentación, por alteraciones en los factores condicionantes o determinantes, con el fin de recomendar oportunamente, las medidas para su prevención, control o erradicación.

En México el tamaño de los brotes de rabia varía entre 2 a 10 kilómetros aproximadamente (de acuerdo al registro de focos notificados a la campaña por el Sistema Nacional de Vigilancia Epizootiológica, SIVE), para ello, es necesario conocer la ubicación de los ranchos afectados donde se tienen los problemas de rabia, requiriendo que en cada uno de los focos notificados vaya acompañado con la información detallada en los formatos SIVE; con la finalidad de contar con información más detallada del caso. Otro punto de interés será el conocer hacia donde se dirige la enfermedad, esto se dará conociendo los focos de los años anteriores para saber de donde vino y hacia donde se dirige, además de proporcionarnos una idea sobre la velocidad anual del brote. El reporte tendrá origen en los predios donde se observen animales con señales de agresión por murciélagos hematófagos o con signos clínicos sugestivos de rabia. En todos los casos de sospecha, deberá procederse de la siguiente manera:

En el caso de rabia parálitica bovina, la vigilancia epizootiológica deberá basarse en una serie de acciones de tipo técnico encaminadas a una rápida localización y control de brote. Dentro de las actividades a realizar se cuenta con:

1. **Notificación de casos sospechosos.** El cual es considerado como el proceso más importante, una notificación oportuna ayudará en gran medida a que se resuelva rápida y favorablemente el problema de rabia en la zona.
2. **Toma y envío de muestras al laboratorio.-** Este se realizará de acuerdo al punto 7 de este manual.
3. **Diagnóstico de rabia.-** Este consiste en recibir las muestras para realizar los análisis y/o pruebas que sean necesarias para la confirmación de la enfermedad, notificando y enviando los resultados en forma inmediata a las instancias correspondientes y a la persona que envió la muestra.
4. **Realizar las actividades de prevención y control de la enfermedad.-** Esta se realizará de acuerdo a los puntos de 4, 5 y 6 de este manual.
5. **Cierre del caso.-** Corresponde al proceso final de cada evento y se deberá aplicar cuando se tiene la seguridad de que ya no existe riesgo de la enfermedad en la zona.

Glosario de términos

Aplicación tópica

Procedimiento utilizado para la aplicación de vampiricidas directamente sobre las heridas causadas por la mordedura del vampiro y/o en el dorso y vientre de los murciélagos hematófagos capturados.

Campaña

La Campaña Nacional contra la Rabia Paralítica Bovina.

Control

Conjunto de medidas zoonosanitarias, que tienen por objeto disminuir la incidencia de rabia y de las poblaciones del murciélago hematófago del género *Desmodus rotundus*, en la zona enzoótica.

Diagnóstico

Identificación de la rabia mediante los datos clínicos y las pruebas de laboratorio correspondientes.

Foco

Area geográfica donde se localizan los casos de rabia en humanos y animales, si es en área urbana considerar un radio de hasta 1 a 5 kilómetros y en rural de 2 a 15 kilómetros.

Infección

Situación que se presenta cuando el virus de la rabia ha penetrado al organismo de una persona o animal.

Murciélago hematófago

Quiróptero que se alimenta exclusivamente de sangre de animales domésticos y silvestres, inclusive del hombre.

Producto vampiricida

Cualquier producto químico elaborado con anticoagulantes para la eliminación del murciélago hematófago (vampiro).

Taxonomía

Clasificación sistemática de los murciélagos, basándose en las diferencias anatómicas que existen entre ellos.

Vigilancia epizootiológica

Estudio sistemático de cualquier aspecto relacionado con la manifestación y propagación de la rabia para su control eficaz.

Vacunación

Administración de antígenos rábicos a una persona o animal en la dosis adecuada con el propósito de inducir la producción de anticuerpos contra la rabia a niveles protectores.

Vampiro

Ver murciélago hematófago.

Zona enzoótica

Área geográfica determinada, en la que se operan medidas zoonosanitarias, tales como vacunación de la población bovina susceptible y control de las poblaciones de murciélago hematófago, así como de vigilancia epizootiológica, tendientes a disminuir el número de focos rábicos.

Zoonosis

Enfermedades que de una manera natural se transmiten entre los animales vertebrados y el hombre.

10. Bibliografía

1. Batalla, C.D., Prevención y control de la rabia en humanos y otras especies en Inmunología Veterinaria, Editado por A. Morilla, Editorial Diana, (1989). p.p. 397-428.
2. Batalla, C.D.; Noguez, C., Rabia. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. SARH. México, D.F. (1984)
3. Campaña Nacional contra la Rabia Paralítica Bovina, SAGARPA, México, D.F., 2002
4. De Jawetz, Melnick y Adelberg. Microbiología Médica. 14ª Edición. Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V.. México, D.F. (1992).
5. Flores, C. R. Prevención de la Rabia Paralítica Bovina y el control de los murciélagos vampiros. 1ª Edición Mayo 1996. Editado por INIFAP-SAGAR-PAIPEME. (1996).
6. Flores, C. R.; Labradero Iñigo Esteban. Características más Importantes para diferenciar a los murciélagos. Editado por INIFAP. Agosto 1996.
7. Flores, C. R. El mundo de los vampiros Crónica de una investigación. Editado por INIFAP SARH-PAIPEME (1992).
8. Flores, C. R. La rabia en las diferentes especies sus transmisores y su control. 1ra edición, Editado por INIFAP SARH (Agosto de 1998).
9. Manual Merck de Veterinaria. 3ª Edición. Ediciones Centrum Técnicas y Científicas, S.A. de C.V. Barcelona, España. (1988).
10. Memorias del 1er Simposium sobre Rabia Paralítica Bovina. 18-19 de Marzo de 1998 en Tezuitlán, Pue. Publicada por Fundación Produce Puebla, A.C. (1998).
11. Norma Oficial Mexicana. NOM011-SSA2-1993. Para la prevención y control de la rabia. Diario Oficial de la Federación; Tomo CDXCVI No. 18 enero 25 de 1995. México.
12. Rexford, D. L. Manual de campo para el control de murciélagos vampiros y la rabia. Bat Conservation International. Austin, Texas, July 31, 1998.
13. Sistema Nacional de Vigilancia Epizootiológica. Notificación y Seguimiento Manual de Procedimientos. Editada por Dirección General de Salud Animal - SAGAR. Julio 1995.