



**UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLÁS
DE HIDALGO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**

**ESTERILIZACIÓN QUÍMICA EN PERROS POR MEDIO DE GLUCONATO DE
ZINC (NEUTERSOL)**

**SERVICIO PROFESIONAL QUE PRESENTA
FRANCISCO CÉSAR MARTÍNEZ HERNÁNDEZ**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

ASESOR: M. V. Z. EZEQUIEL CHÁVEZ SÁNCHEZ

Morelia, Michoacán, febrero de 2006



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS
DE HIDALGO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**

**ESTERILIZACIÓN QUÍMICA EN PERROS POR MEDIO DE GLUCONATO DE
ZINC (NEUTERSOL)**

**SERVICIO PROFESIONAL QUE PRESENTA
FRANCISCO CÉSAR MARTÍNEZ HERNÁNDEZ**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Morelia, Michoacán, Febrero de 2006



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN

Documento No.1799/2005

Se dictamina APROBAR la impresión definitiva del documento

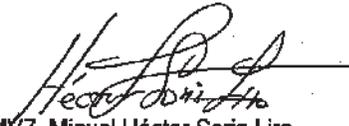
Morelia, Mich., a 14 de diciembre de 2005

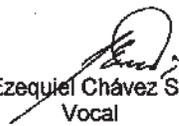
C. MVZ. Alberto Arres Rangel
Director de la FMVZ-UMSNH
Presente.

Por este conducto hacemos de su conocimiento que la tesina titulada **ESTERILIZACIÓN QUÍMICA EN PERROS POR MEDIO DE GLUCONATO DE ZINC (NEUTERSOL)**, del P.MVZ. *Francisco Cesar Martínez Hernández*, dirigida por el MVZ. Ezequiel Chávez Sánchez, fue **revisada y aprobada** por esta mesa sinodal, conforme a las normas de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

ATENTAMENTE

MC. Fernando Pintor Ramos
Presidente


MVZ. Miguel Héctor Soria Lira
Vocal


MVZ. Ezequiel Chávez Sánchez
Vocal

ÍNDICE

Introducción	1
Aparato reproductor del macho	4
Escroto	5
Testículos	6
Epidídimo	8
Conducto deferente	11
Cordón espermático	12
Próstata	13
Uretra	15
Pene	16
Prepucio	18
Endocrinología de la reproducción del perro	18
Espermatogénesis	21
Erección	22
Eyaculación	22
Aplicación de hormonas de la reproducción en el perro	23
Esterilización química	24
Gluconato de zinc neutralizado por arginina (Neutersol)	26
Farmacología clínica	27
Efectividad	28
Cálculo de la dosis y administración	30
Procedimiento para la medición y administración de Neutersol	30
Seguridad	34
Contraindicaciones	36
Reacciones adversas	37
Ventajas	39
Conclusiones	40
Glosario	42
Bibliografía	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1	Ubicación anatómica de los órganos genitales del perro macho	4
Figura No. 2	Esquematación de la próstata y órganos adyacentes ..	14
Figura No. 3	Aplicación intratesticular de Neutersol para la esterilización química en perros	26
Figura No. 4	Se muestra la relación existente entre al tamaño del testículo y la dosis en ml que corresponde a dicho tamaño	31
Figura No. 5	En este caso el testículo del perro es muy pequeño y queda fuera del rango del calibrador	31
Figura No. 6	En este caso el testículo del perro es muy grande y queda fuera del rango del calibrador	32
Figura No. 7	Sitio adecuado para la aplicación de Neutersol en la esterilización química de perros	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No.1	Dosis de Neutersol correspondiente al ancho del testículo	30
Tabla No. 2.	Reacciones adversas presentadas tras la aplicación de Neutersol en un estudio realizado a 270 perros	38

INTRODUCCIÓN

La sobrepoblación canina y felina es un problema grave en el mundo pero se agudiza más en los países subdesarrollados, donde la educación de respeto y convivencia con los animales es muy baja o prácticamente nula; esto se traduce en actividades crueles y un mayor índice de enfermedades transmisibles a los humanos.

En las áreas donde hay personas que les alimentan, los perros tienden a formar colonias numerosas a causa de su gran capacidad reproductora. Las hay por toda la geografía urbana: calles, callejuelas, patios interiores, tejados, recintos de empresas, parques y jardines. Viven felices en lugares poco transitados, con espacio para correr y esconderse, con plantas y árboles.

Así que lo que comúnmente llamamos “perros abandonados” son propiamente perros libres, urbanos, errantes, o simplemente, perros callejeros. Son la descendencia silvestre de perros domésticos no esterilizados que han tenido cachorros fuera del hogar.

Hay gente que deja sueltos a sus perros en la vía pública porque culturalmente cree que es necesario para la vida del animal. Otras personas lo hacen porque sus hogares son pequeños y no hay espacio para las mascotas. El resultado es un gran número de animales sueltos y un descontrol reproductivo.

Se considera que la descendencia de una sola perra puede llegar a ser de más de 60,000 cachorros en un periodo de 7 años.

Se estima que en la ciudad de México hay al menos tres millones de perros callejeros; aunado a ello, cada año esta cifra se incrementa en 20 por ciento (600 mil perros más). Por ello, se requiere de campañas de sensibilización en torno a las consecuencias del abandono y la proliferación de estos animales (Yayo, 2004).

El perro callejero, o como lo ha denominado la Organización Panamericana de la Salud, perro de dueño irresponsable, representa un problema social y de salud, por las enfermedades que causan las heces y la orina al dispersarse con los vientos como son Leptospirosis y la Salmonelosis. Además de las enfermedades directas que pueden transmitir los perros callejeros como la rabia.

Si se considera que los perros callejeros defecan aproximadamente 300 gramos al día y orinan medio litro de líquido, multiplicado por los tres millones de caninos callejeros que hay en la ciudad se habla de toneladas de excremento que al secarse y dispersarse con los vientos ocasionan en los seres humanos enfermedades como las parasitosis. Por lo anterior, se considera prioritario el control de la población canina de dueño irresponsable, y con ello las posibles zoonosis.

La existencia de colonias de perros no controladas supone un gasto para las administraciones. Sin una gestión adecuada, la convivencia entre perros y personas puede ser difícil, especialmente en zonas de gran masificación urbana. La gestión adecuada debe contemplar la esterilización, pero también la concientización de los propietarios de mascotas. Especialmente en el sentido de no ensuciar los espacios públicos, y también nociones de alimentación, salud e higiene.

Cuando este tipo de gestión no existe, los Ayuntamientos reciben el impacto de múltiples denuncias ciudadanas a las que no pueden dar respuesta. Deben, además, hacerse cargo de los costos de captura, mantenimiento de las perreras y sacrificio de los animales. Se trata de un gasto periódico y poco productivo, porque en las zonas donde se han capturado y sacrificado perros, las colonias vuelven a surgir con rapidez; por dos motivos, el primero porque otros perros callejeros colonizan la zona con facilidad al no encontrar perros que defiendan ese territorio. y segundo, porque aunque se hayan sacrificado muchos perros en una zona, basta con una sola pareja para repoblar rápidamente el lugar.

Reducir la población de perros de la calle mediante el sacrificio puede parecer una práctica cruel; si bien el gobierno cuenta con centros de control canino (antirrábicos), no siempre tiene la infraestructura apropiada para el manejo de los cadáveres; por lo que una alternativa menos drástica, sin duda, es la esterilización.

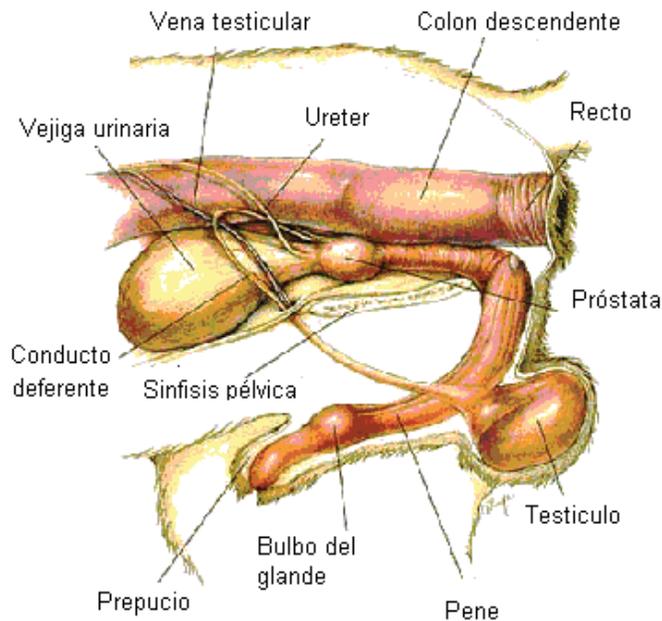
Con la esterilización se combate el problema de la sobrepoblación de perros callejeros y también ayudan a la eliminación de comportamientos indeseados en los perros no seleccionados para criar. En el pasado la única manera de evitar la reproducción de un perro y el aumento de perros indeseados era la castración quirúrgica (orquiectomía). En la actualidad se ha dado a conocer un nuevo método de esterilización no quirúrgico en los perros machos que consiste en una inyección intratesticular que se realiza en forma rápida y requiere de menos equipo para su aplicación, menos cuidados posquirúrgicos, con una eficiencia cercana al 100%.

Esta investigación tiene como objetivo describir la aplicación del método de esterilización química por medio de inyección intratesticular de Glucanato de zinc neutralizado con arginina (Neutersol), así como dar a conocer el margen de seguridad que presenta, la efectividad, la forma de aplicación y el calculo de la dosis exacta para la esterilización satisfactoria, así como las ventajas y desventajas que puede presentar ante el método quirúrgico normalmente usado.

APARATO REPRODUCTOR DEL MACHO

En el perro, los órganos genitales comprenden escroto, dos testículos (cada uno con su epidídimo), conductos (vasos) deferentes y cordón espermático, glándula accesoria simple (próstata), uretra, pene y prepucio (como se muestra en la figura No. 1). El sistema de conductos incluye los vasos eferentes, localizados dentro del testículo a lo largo del epidídimo, los conductos deferentes y la uretra externa. Los cordones sexuales primarios del borde genital son los orígenes embrionarios de los testículos, en tanto que el sistema de conductos masculinos se origina a partir de los conductos de Wolff (Allen, 1992).

Figura No. 1 Ubicación anatómica de los órganos genitales del perro macho.



Fuente: Gráfica modificada de Hill's Pet Nutrition Inc. S/A

ESCROTO

Está compuesto de una capa externa de piel gruesa con numerosas glándulas grandes sudoríparas y sebáceas. Esta capa externa está forrada de una capa de fibras musculares lisas, la túnica dartos, que se entrelaza con tejido conectivo. La dartos divide al escroto en dos bolsas y se adhiere a la túnica vaginal en el fondo de cada bolsa (Bearden, 1982).

La bolsa escrotal membranosa se divide en dos cavidades por un septo medio que comprende todas las capas, excepto la piel. Descansa relativamente atrás, entre las nalgas y, aunque protegido por ellas, es visible y accesible desde la región perineal. Cada cámara escrotal contiene al testículo ipsolateral (testis), epidídimo, vasos deferentes distales y vasos sanguíneos asociados. Abajo de la piel escrotal, hay una vaina de tejido muscular liso pobremente desarrollado, la túnica dartos, la cual al contraerse, ocasionalmente acerca la cubierta escrotal a su contenido testicular. Dorsomedialmente dentro de cada cavidad, en el punto de unión y reflexión de la superficie serosa de recubrimiento, está encajado un músculo, el cremáster, que se origina del borde caudal del músculo ipsolateral, oblicuo abdominal interno, desplazándose hacia abajo cerca del cordón espermático. Al contraerse, los cremáster elevan el escroto y a su contenido muy cerca de la pared abdominal. La naturaleza glandular, secretora de la piel delgada y sin pelo del escroto, aunada a la capacidad contráctil de los músculos dartos y cremáster, constituyen un mecanismo para la regulación de la temperatura testicular, ya que la espermatogénesis no puede producirse con la temperatura normal del organismo en la mayoría de los mamíferos, por lo cual se requiere de mecanismos que mantengan los testículos a una temperatura menor que la del cuerpo (Allen, 1992).

Los mecanismos que mantienen la temperatura de los testículos menor que la corporal son:

Los testículos se alojan fuera de la cavidad corporal en el saco escrotal.

El músculo cremáster puede influir sobre la distancia que media entre el cuerpo y el testículo. El músculo dartos en la pared escrotal puede influir sobre el tamaño del escroto y, en consecuencia, sobre la posición de los testículos. La disposición de los vasos sanguíneos en el cordón espermático permite la refrigeración de la sangre arterial mediante el retorno sanguíneo en el plexo pampiniforme. Las condiciones que provocan una elevación de la temperatura corporal, por ejemplo fiebre y golpe de calor, pueden no ser compensadas por estos mecanismos y alterar la espermatogénesis. La obesidad puede reducir también la refrigeración testicular (Allen, 1992).

El recubrimiento seroso de cada cavidad escrotal es una evaginación del peritoneo. Las cavidades peritoneal y escrotal conservan la conexión por medio de anillo y canal inguinal. Una invaginación posterior de esta envoltura serosa encierra al testículo, epidídimo, vasos deferentes, vasculatura asociada y músculo cremáster; estos últimos tres constituyen el cordón espermático (Jones, 1984; Frandson, 1992).

El ligamento escrotal, un vestigio del gubernaculum embrionario, corre desde la pared escrotal a la extremidad caudal del testículo entre las reflexiones caudales de la túnica serosa, afuera de la misma cavidad serosa. Junto con el cordón espermático en el polo opuesto, este ligamento y las túnicas serosas reflejadas proporcionan estabilidad a los testículos dentro de la cavidad escrotal (Jones, 1984).

TESTÍCULOS

Son dos órganos situados en la región inguinal de forma oval, se encuentran encerrados en un divertículo del abdomen llamado escroto, situado a la mitad de la distancia entre la región inguinal y el ano, la piel que los cubre es pigmentada y cubierta de pelos finos y escasos (Payro 1981).

Los testículos son los principales órganos de la reproducción en los machos, puesto que producen gametos masculinos (espermatozoides) y hormonas sexuales masculinas (andrógenos). Los testículos difieren de los ovarios en que no contienen al nacer todos los gametos potenciales. Las células germinales localizadas en los túbulos seminíferos sufren divisiones celulares continuas, formando así nuevos espermatozoides durante toda la vida reproductiva normal del macho (Payro 1981).

Los testículos también se diferencian de los ovarios en que no permanecen en la cavidad corporal. Durante la vida del feto, los testículos se encuentran en la cavidad abdominal y cuando descienden hacia el escroto (alrededor del tiempo del nacimiento) una doble capa de peritoneo se empuja hacia abajo entre ellos a través del canal inguinal, formando un divertículo (Frandsen, 1992; Blank, 1994).

Descienden de su sitio de origen cerca de los riñones hasta el escroto, atravesando el canal inguinal 4 días después del nacimiento; alcanzan su ubicación en el escroto en 35 días. El descenso de los testículos ocurre debido a un acortamiento aparente del gubernaculum, ligamento que se extiende desde la región inguinal a la cola del epidídimo. Este acortamiento aparente ocurre debido a que el gubernaculum no crece tan rápido como la pared del cuerpo. Los testículos son jalados hacia los conductos inguinales y la presión intraabdominal ayuda a que los testículos pasen los conductos inguinales y lleguen al escroto. Tanto las hormonas gonadotrópicas como los andrógenos regulan el descenso de los testículos (Bearden, 1982).

La masa del testículo contiene los túbulos seminíferos, en los que se forman los espermatozoides mediante el proceso de la espermatogénesis; Los túbulos seminíferos vierten a un sistema colector, la *rete testis*, que conduce los espermatozoides hacia el exterior del testículo hacia el epidídimo. La agregación de túbulos colectores forman la *rete testis* en el mediastino, a partir del cual los productos secretores pasan hacia el epidídimo con ayuda de los elementos contráctiles del músculo liso circular, nervio simpático, aporte sanguíneo arterial y drenaje venoso y linfático son todos, vías del mediastino testicular. Estos elementos

son transportados dentro del cordón espermático a cuyo nivel la vena de drenaje testicular forma un extenso plexo pampiniforme alrededor de los otros (Jones, 1984).

Los árboles arterial y venoso son similares; la arteria testicular derecha nace de la aorta abdominal cranealmente respecto a la izquierda y a las venas forman un abundante plexo pampiniforme en el cordón espermático. La vena testicular derecha desemboca en la vena cava caudal, mientras que la izquierda lo hace en la vena renal izquierda; los vasos linfáticos testiculares drenan en los ganglios linfáticos iliacos mediales. El testículo y el epidídimo están conectados a la túnica vaginal por el ligamento caudal del epidídimo (Jones, 1984; Allen , 1992; Birchard, 2002).

EPIDÍDIMO

Comparativamente, el epidídimo es grande en el perro. Consiste en una estructura tubular con muchos pliegues, apoyada por tejido conectivo. Este proveedor almacena espermatozoides mientras se les adiciona elementos del fluido seminal por secreción de su epitelio de recubrimiento, conforme el fluido se mueve lentamente a través y hacia el conducto deferente (Jones, 1984).

Es un conducto muy largo estrechamente enrollado sobre sí mismo para formar una estructura que puede describirse como formada por cabeza, cuerpo y cola. La cabeza del epidídimo se sitúa sobre el borde craneo lateral del testículo y no puede palparse con facilidad. El cuerpo del epidídimo se sitúa sobre la superficie dorsolateral del testículo y no puede ser palpado. La cola del epidídimo se encuentra sobre el polo dorso caudal del testículo; puede palparse con facilidad en el animal normal, y aparece como una protuberancia consistente con el tamaño de un «guisante» que no parece ser contigua con el cuerpo. El epidídimo se continúa formando un tubo recto que contiene espermatozoides maduros, llamado conducto (vaso) deferente (Allen, 1992).

El epidídimo está unido a la superficie testicular dorsolateral; su cabeza está colocada cranealmente y su cola y cordón espermático situados caudalmente. En la superficie profunda de las membranas serosas del testículo, está una cápsula fibrosa densa, la túnica albugínea, ricamente vascularizada en su capa más profunda (Jones, 1985).

El epidídimo, el primer conducto externo que sale de los testículos, está unido longitudinalmente a la superficie de los testículos, y junto con éstos está encerrado en la túnica vaginal. Este túbulo convoluto único está cubierto por una extensión de la túnica albugínea del testículo. La cabeza del epidídimo es un área aplanada situada en la punta del testículo, donde los conductos eferentes (de 12 a 15 pequeños conductos) se unen para salir como un solo tubo. El cuerpo del epidídimo se extiende a lo largo del eje longitudinal del testículo y se continúa con la cola o cola. El lumen de la cola del epidídimo es más ancho que el del cuerpo. La estructura del epidídimo y de otros conductos (conducto deferente y uretra) es similar a la porción tubular del sistema genital femenino. La túnica serosa (capa externa) va seguida de una capa muscular lisa (intermedia) y una capa epitelial (más interna) (Bearden, 1982).

Es en el epidídimo donde los espermatozoides maduran, se almacenan, y son transportados lentamente a través de él, para seguir a través de los conductos deferentes, que se extienden desde la cola del epidídimo hasta la porción pelviana de la uretra para desaparecer por debajo de la próstata (Payro 1981; Blank, 1994).

El epidídimo cumple con cuatro funciones las cuales son:

Transporte. A manera de conducto que sale del testículo, el epidídimo transporta los espermatozoides. Varios factores contribuyen al movimiento de espermatozoides a través del epidídimo. Un factor es la presión de los nuevos espermatozoides que se están produciendo. A medida que se producen espermatozoides en los túbulos

seminíferos se les saca hacia la *rete testis* y conductos eferentes y hacia el epidídimo. En machos sexualmente inactivos, se les fuerza hacia afuera del epidídimo. Este movimiento de los espermatozoides es ayudado por la presión externa creada por el efecto de masaje que ocurre sobre los testículos y el epidídimo durante el ejercicio normal. El interior del epidídimo contiene algunas células epiteliales ciliadas; sin embargo, no está claro el papel de estas células en la facilitación del movimiento de espermatozoides. El movimiento de los espermatozoides es ayudado por la eyaculación. Durante la eyaculación, las contracciones peristálticas de la capa muscular lisa del epidídimo y una ligera presión negativa (acción de succión) creada por las contracciones peristálticas del conducto deferente y la uretra, desplazan en forma activa a los espermatozoides del epidídimo al conducto deferente y a la uretra (Bearden, 1982).

Concentración. Una segunda función del epidídimo es la concentración de espermatozoides. La concentración ocurre cuando los líquidos que suspenden a los espermatozoides en los testículos son absorbidos por las células epiteliales del epidídimo. La absorción de estos líquidos ocurre principalmente en la cabeza y la parte proximal del epidídimo (Bearden, 1982).

Almacenamiento. Una tercera función del epidídimo es el almacenamiento de espermatozoides. La mayor parte se almacenan en la cola del epidídimo, donde los espermatozoides concentrados son retenidos en el lumen ancho. En la cola, las condiciones son óptimas para preservar la viabilidad de los espermatozoides por un tiempo prolongado. El pH bajo, una alta viscosidad, la gran concentración de bióxido de carbono, la gran proporción de potasio y sodio, la influencia de la testosterona y probablemente otros factores, se combinan para contribuir a un bajo índice metabólico y a una vida más prolongada (Bearden, 1982).

Maduración. Una cuarta función del epidídimo es la maduración de los espermatozoides. Cuando los espermatozoides recientemente formados entran a la cabeza a partir de los conductos eferentes, no tienen la capacidad de motilidad ni fer-

tilidad. Durante su paso por el epidídimo, adquieren capacidad para moverse y se tornan fértiles. Los espermatozoides adquieren la capacidad para fertilizar en la cola y después empiezan a envejecer y deteriorar si no se les utiliza (Bearden, 1982).

Mientras están en el epidídimo, los espermatozoides pierden la gota citoplasmática que se forma en el cuello de cada espermatozoide durante la espermatogénesis. No se conoce el significado fisiológico de la gota citoplasmática, pero se ha utilizado como indicador de maduración suficiente en los espermatozoides del epidídimo. Si un porcentaje elevado de los espermatozoides recién eyaculados tienen gotas citoplasmáticas, se les considera inmaduros y tienen una fertilidad reducida. Los espermatozoides maduran en su paso a través del epidídimo; en el perro este recorrido, se efectúa en unos 14 días (Bearden, 1982 ;Allen, 1992).

CONDUCTO DEFERENTE

El conducto deferente es un tubo muscular que, en el momento de la eyaculación, impulsa los espermatozoides desde el epidídimo hacia el conducto eyaculador de la uretra prostática (Frandsen, 1992).

El conducto deferente se extienden desde la cola del epidídimo hasta la porción pelviana de la uretra, para desaparecer por debajo del istmo de la próstata y continuar a través de la pared de la uretra, y se abren en un pequeño divertículo llamado colículo seminal, para constituir el orificio eyaculatorio, es decir, son los conductores secretorios de los testículos (Frandsen, 1992 ; Blank, 1994).

El conducto deferente en su trayecto inicial está sostenido por pliegues de peritoneo, luego pasa a lo largo del cordón espermático, a través del conducto inguinal hacia la región pélvica, donde se une a la uretra en su origen, cerca de la apertura de la vejiga. El conducto deferente tiene una capa muscular lisa gruesa en su pared y parece tener como función única la del transporte de los espermatozoides. Este

conducto transporta espermatozoides desde el epidídimo hasta la uretra se dirige hacia arriba y penetra en el abdomen con el cordón espermático. En el abdomen lleva una posición craneal con respecto al uréter y vierte al interior de la uretra en la glándula próstata craneal. Los conductos (vasos) deferentes tienen un diámetro de 1 mm aproximadamente y son «rígidos»; constituyen una buena orientación para la localización de testículos abdominales durante la intervención quirúrgica (Bearden, 1982; Allen, 1992).

CORDÓN ESPERMÁTICO

El cordón espermático conecta a los testículos con su sistema de nutrición, a través de las arterias convolutas testiculares y plexo venoso asociado y los troncos nerviosos. Además, el cordón espermático está compuesto de fibras musculares lisas, tejido conectivo y una porción del conducto deferente. Tanto el cordón espermático como el escroto contribuyen al sostén de los testículos. También tienen la función conjunta de mantener la temperatura testicular. El cordón, investido por una vaina serosa evaginada del recubrimiento seroso de la cavidad escrotal, contiene al músculo cremáster, conducto deferente, los nervios arterial y autonómico que abastecen el contenido escrotal y su drenaje venoso y linfático (Bearden, 1982).

Las arterias son: rama cremastérica de la arteria femoral profunda, conducto deferente (rama de la división urogenital de la iliaca interna, que abastece al conducto del epidídimo) y la espermática interna que abastece a testículos y en cierta medida, al escroto (Bearden, 1982).

El drenaje linfático es ligeramente variable, aunque notable, y el drenaje venoso complementa el aporte arterial, excepto por la presencia de un extenso plexo pampiniforme alrededor de todos los demás vasos del cordón, al nivel de la terminal baja del conducto. Los nervios son autónomos y se originan del plexo pélvico para

inervar a la musculatura lisa del escroto, testículos y conducto deferente (Jones, 1984).

La inervación testicular, vía nervio espermático externo, comprende los nervios simpáticos de los vasos sanguíneos y tejido muscular liso. Probablemente, las fibras parasimpáticas sólo inervan a la musculatura del epidídimo y conducto deferente (Bearden, 1982; Jones, 1984).

Funcionalmente, el conducto deferente, es una continuación del conducto del epidídimo que corre de la unión epididimal caudal a la uretra peneana. Es evidente que su relativamente sencilla cubierta serosa no posee función secretora y su pared muscular lisa está distribuida en tres capas. No hay ámpula del conducto en su punto uretral de unión, como se observa en algunas especies. También se ha visto que tanto el conducto izquierdo como el derecho llegan a una aposición cerrada antes de penetrar a la glándula prostática, la cual enmascara las entradas de las dobles hendiduras en la uretra (Jones, 1984).

PRÓSTATA

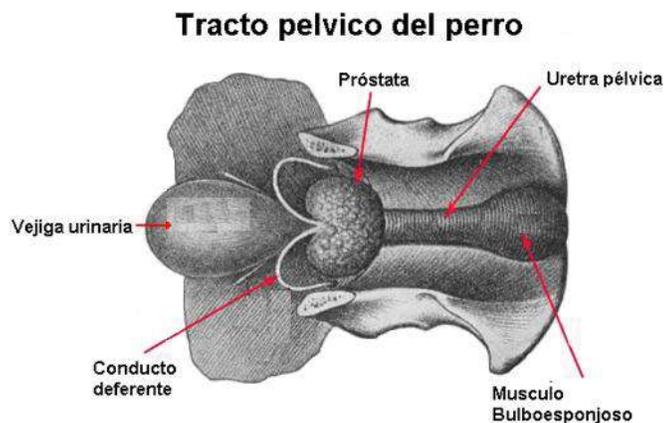
Es la única glándula accesoria en el perro macho, es relativamente grande, de color amarillenta, de estructura compacta y se halla cerca del borde anterior del pubis, es globular, circunda el cuello de la vejiga y la uretra en su punta de unión, la uretra atraviesa la glándula antes de llegar a la base del pene. Los conductos deferentes también atraviesan una pequeña porción de la parte craneal de la glándula antes de penetrar dorsalmente en la uretra. Un surco medio indica una división de dos lóbulos laterales, la cápsula y el estroma contienen abundantes fibras musculares lisas (figura No. 2). La glándula está sujeta a muchas variaciones en cuanto a su tamaño y a menudo es voluminosa especialmente en los perros viejos, en los que aumenta normalmente de tamaño según avanza la edad; el aumento de tamaño suele ir acompañado por una ubicación más abdominal, la posición y el tamaño de la

glándula son muy variables. La glándula es propensa a padecer cambios patológicos que también originan un aumento de su tamaño; suele ser difícil determinar si se ha producido o no crecimiento anormal (Allen, 1992).

La glándula produce una secreción transparente que es expulsada al interior de la uretra; esta secreción es la primera y la tercera de las fracciones del eyaculado, el fluido prostático es bactericida. La función de la tercera fracción del eyaculado consiste probablemente en arrastrar a la segunda fracción, rica en espermatozoides, desde la vagina craneal hacia el útero de la perra (Allen, 1992).

La enfermedad de la próstata puede afectar la fertilidad porque: La sangre puede influir en la viabilidad del espermatozoides en algunos casos, aunque esto es improbable en los perros. Se desconoce el efecto de la infección prostática (excreción de neutrófilos) sobre la función de los espermatozoides. Los fármacos usados para reducir el tamaño de la próstata (estrógenos y progestágenos) pueden inhibir también la espermatogénesis. Su naturaleza alcalina sugiere que puede ser útil para neutralizar el remanente urinario ácido en la uretra, o funcionar simplemente como un agente de lavado para ayudar al vaciamiento uretral después de la eyaculación. (Payro 1981; Allen, 1992; Blank, 1994).

Figura No. 2 Esquematación de la próstata y órganos adyacentes.



Fuente: Gráfica modificada de Hill's Pet Nutrition Inc. S/A

URETRA

Esta estructura tubular desempeña doble función, transporte de orina y secreción de semen por el orificio peneano. Dentro de su sección prostática, se extiende desde el cuello de la vejiga a la terminal caudal de la próstata. Los pliegues del recubrimiento membranoso longitudinal, de epitelio de transición, están perforados por aberturas gemelas de los conductos deferentes, y más numerosas en los conductos prostáticos. Pasando sobre el borde pélvico caudal y hacia el esponjoso y eréctil cuerpo cavernoso de la uretra, la estructura tubular permanece semejante hasta que, cerca, del orificio, el epitelio se torna estratificado y escamoso, continuo con la superficie del glande del pene (Payro 1981).

Entre la porción prostática y el borde pélvico hay, una porción de uretra rodeada por un anillo vascular que se continúa con el cuerpo cavernoso de la uretra; afuera hay una placa de tejido glandular cubierta por el músculo uretral. Estas glándulas uretrales son la fuente de la primera fracción de eyaculado (Bearden, 1982).

La musculatura uretral es una mezcla de fibras longitudinales lisas y fibras transversales estriadas, inervadas autónomamente por el plexo pélvico. El lumen uretral es considerablemente distensible por el aplanamiento de sus pliegues mucosos, excepto en donde el cuerpo cavernoso del pene corre dentro de la gotera ventral del hueso peneano. Es relativamente larga, su primera porción está rodeada por la próstata, esto tiene importancia clínica, pues el aumento de volumen de la próstata puede dificultar la micción. La uretra es un verdadero canal que da paso a las secreciones urinarias y generativas (Jones, 1984).

En el arco isquiático, la uretra tiene un bulbo formado por un ensanchamiento existente en el sitio del cuerpo cavernoso de la uretra. Está dividido por un surco y tabiques medios en dos lóbulos o hemisferios laterales y está cubierto por un potente músculo bulbocavernoso (Payro 1981; Blank, 1994).

El músculo uretral es muy fuerte y rodea la uretra desde la próstata hacia atrás y presenta dorsalmente un rafé medio. El músculo isquiático, se origina de la tuberosidad isquiática y termina en el anillo fibroso en la sínfisis isquiática que rodea las venas dorsales del pene (Payro 1981; Blank, 1994).

PENE

Anatómica y específicamente, el pene del perro es diferente al de otras especies domésticas. Aun relajado, es un órgano relativamente rígido, firmemente anclado a la pared ventral abdominal por el prepucio, el cual, excepto en la punta, está adherido a lo largo de todo su borde dorsal. Existen variantes a este respecto ya que en algunos perros el prepucio está tan fuertemente adosado al abdomen central que parece casi integral, mientras que en otros es más penduloso adosado por un pedículo longitudinal de piel que en ocasiones, es casi translúcido (Evans, 1997).

Presenta varias características especiales. En su parte posterior existen dos cuerpos cavernosos distintos, que están separados por el tabique medio del pene, en su parte anterior existe un hueso llamado hueso peneano, que en los perros es de gran tamaño, alcanza una longitud hasta de 13 cm. o más, dependiendo de la raza. El hueso peniano es un hueso rodeado por el glande, es ancho proximalmente y más estrecho distalmente y tiene un surco ventral que aloja a la uretra. Se le considera como una porción del cuerpo cavernoso que se ha osificado (Payro 1981).

La rigidez del órgano relajado, es hasta cierto punto, atribuible a la presencia de un hueso peneano longitudinal, pero también debido al hecho de que gran parte de la sustancia de la vaina peneana es fibrosa y relativamente no-eréctil. Sin embargo, está cubierto en su extremidad distal por un glande extensamente desarrollado y altamente eréctil, cuya tumescencia parece estar menos relacionada con una efectiva penetración más que lograr el amarre (Evans, 1997).

El cuerpo principal del pene, el cual es palpable en estado de relajación, comprende dos tubos elongados de tejido esponjoso que constituyen el cuerpo cavernoso del pene, tiene una capacidad eréctil limitada: está circunscrito por cápsulas fibrosas firmes y junto con su músculo retractor asociado se origina en la tuberosidad del isquión del borde pélvico caudal formando el crural gemelo. Los tubos unidos, que son palpables en la línea media perineal, aunque están cubiertos por los músculos retractores, se acomodan en el surco de su conexión ventral, es decir, la uretra peneana. A este nivel, la uretra está revestida por una vaina separada de tejido eréctil esponjoso, el cuerpo cavernoso de la uretra, que desde el bulbo uretral dentro del borde pélvico posterior sigue su trayecto hasta casi la punta del pene. En su extremo distal, el surco está dentro de la parte ventral del hueso peneano (*os penis*) el cual es la prolongación delantera del cuerpo cavernoso del pene, que finalmente confluye en un punto intermedio a lo largo de la porción abdominal ventral de la vaina. El pene distal en este punto permanece dentro de la vaina prepucial (Bearden, 1982).

El suministro arterial de sangre al pene es ante todo, por vía pudenda interna, rama de la división visceral de la arteria iliaca interna, más un abastecimiento menor proveniente de la anastomosis con la pudenda externa. La inervación proviene del plexo sacro, nervios simpáticos y parasimpáticos, vía nervios pares pudendos y pélvicos. El nervio pudendo provee el nervio peneano dorsal, y la inervación sensorial del glande, así como la inervación perineal y motora de los músculos retractores del pene. Los nervios pélvicos aportan inervación sensorial y visceral a la porción intrapélvica del conducto urogenital y los nervios hipogástricos son los responsables de la eyaculación y secreción prostática (Frandsen, 1992).

El glande del pene es muy largo en el perro, extendiéndose por encima del hueso peniano, el lóbulo del glande está compuesto por tejido eréctil. El glande peniano arranca de la unión con la cubierta interna del prepucio y consta de: El bulbo del glande proximal; sin erección es difícil de apreciar, cuando el pene se encuentra en

erección el bulbo del glande consiste en un abultamiento más o menos esférico responsable de la fijación del pene en la vagina de la perra durante el coito. La porción larga del pene constituye las tres cuartas partes distales del glande y termina en la abertura de la uretra. Un pequeño músculo llamado músculo compresor de las venas dorsales del pene, se origina en las tuberosidades isquiáticas de cada lado, los dos convergen sobre el dorso del pene cerca del bulbo del glande, comprimen las venas dorsales y tienden asimismo a elevar al pene (erección) contribuyendo en ésta forma al acto de la cópula (Payro 1981; Allen, 1992).

PREPUCIO

Forma una vaina completa alrededor de la parte anterior del pene, la capa externa es de ordinario integumentario, la capa interna es delgada, de color rojizo y desprovista de glándulas, la capa peneal está firmemente adherida en la porción larga del glande más laxamente en el bulbo del glande, existen en estas capas numerosos nódulos linfáticos, que son grandes y a menudo prominentes en el fondo de la cavidad prepucial (Payro 1981).

Esta vaina tubular cubre aproximadamente, la mitad de la longitud del pene en estado de relajación, virtualmente la longitud completa del hueso peneano, incluyendo la pars longa del glande y la parte anterior de su bulbo, yacente dentro de su cavidad (Laing, 1988).

ENDOCRINOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN DEL PERRO

La función testicular se encuentra bajo el control de la pituitaria por medio de la secreción de gonadotropinas LH y FSH, se sabe que la hormona folículo estimulante (FSH) en el macho es responsable de la estimulación de algunos de los procesos en la espermatogénesis (Feldman, 2000).

La hormona luteinizante (LH) u hormona estimulante de las células intersticiales (ICSH) es responsable de la estimulación de las células intersticiales (Células de Leydig) en el testículo para producir testosterona y dihidrotestosterona. No han sido bien determinadas sus concentraciones normales en el perro (Meyer, 1959; Feldman, 2000).

Hay dos sistemas hormonales en el aparato reproductor del macho, uno que implica testosterona GnRH - hipofisiaria, LH testicular y el otro que implica inhibina, GnRH-hipofisiaria FSH testicular. La producción de espermatozoides maduros requiere la presencia de FSH y andrógenos masculinos, sobre todo testosterona entre de los testículos. La secreción endógena de testosterona por parte de las células intersticiales (de Leydig) baña los túbulos seminíferos y promueve la espermatogenesis: también se requiere testosterona para mantener las actividades de secreción y absorción de los conductos eferentes, el epidídimo y el conducto deferente; para el crecimiento y mantenimiento de la próstata y para mantener la libido (Laing, 1988).

La GnRH estimula la secreción de LH, que a su vez impulsa la secreción de testosterona. La GnRH se secreta en el sistema porta hipofisiario en periodos bien definidos. En consecuencia, la secreción de LH y testosterona es pulsátil y su concentración sérica fluctúa. La testosterona, tal vez junto con el estradiol, inhibe la secreción de GnRH y LH . El estradiol se secreta por los testículos o se produce a través de aromatización local de testosterona (Laing, 1988; Feldman, 2000).

La FSH estimula la espermatogenesis indirectamente al actuar sobre las células de Sertoli. Se requiere la secreción de FSH para mantener la diferenciación de células germinativas y el desarrollo de espermatozoides. La FSH también facilita la conclusión de la maduración de espermátides por estimulación del desarrollo de las células de Sertoli, la función de estas y la síntesis de la proteína de unión a

andrógenos. La secreción de FSH es estimulada por GnRH e inhibina, una glucoproteína no esteroide secretada por las células de Sertoli (Feldman, 2000).

Las determinaciones de testosterona y gonadotropinas sanguíneas proporcionan información sobre el estado funcional del eje hipotalámico-hipofisiario-gonadal. Entre las indicaciones para la determinación de estas hormonas se incluyen oligospermia/azospermia, disminución de la libido, criptorquidia, neoplasia testicular y sospecha de estados intersexuales (Feldman, 2000).

Andrógenos (testosterona y dihidrotestosterona)

Son producidos por células en los testículos que forman pequeños islotes entre los túbulos seminíferos; estas son las células intersticiales o células de Leydig. Los andrógenos estimulan el desarrollo de las características masculinas, ponen en marcha la actividad sexual e influyen sobre el desarrollo de la glándula próstata. Los testículos ectópicos (por ej., en los criptórquidos) siguen produciendo andrógenos. En los perros adultos las concentraciones de testosterona en plasma varían entre 0,5 y 5,0 ng/ml*; existe una gran variación durante el día en un perro individual, por lo que el análisis de una muestra única tiene poco valor. En perros castrados, los valores son siempre inferiores a 200 pg/ml**. Para diagnosticar la existencia de un testículo ectópico no identificado, se tomará una muestra de sangre venosa heparinizada, administrando a continuación por vía intravenosa 750 U.I. de gonadotropina coriónica humana; una hora más tarde se toma una segunda muestra. Una elevación en la concentración de testosterona indica la presencia de tejido testicular. En ausencia de LH, la espermatognesis no se lleva a cabo, efecto presumiblemente relacionado con la liberación de andrógenos por las células de Leydig, que también son necesarios para el avance o progreso de la maduración de los espermatozoides en el epidídimo (Payro, 1981; Allen, 1992).

ESPERMATOGÉNESIS

Constituye un proceso complejo mediante el que se producen los espermatozoides en los tubos seminíferos de los testículos. Las células llamadas espermatogonias, que son las precursoras de los espermatozoides, se dividen de forma normal (mitosis) para dar origen a muchos espermatocitos. Los espermatocitos se dividen posteriormente mediante meiosis por la que el número normal de cromosomas queda reducido a la mitad (39) en las células resultantes y se mezcla el material genético procedente de los padres del individuo. Las células resultantes son llamadas espermatidas y se describen como haploides (con la mitad del número normal de cromosomas; las células con 78 cromosomas son llamadas diploides; en este número se incluyen los dos cromosomas sexuales). Las espermatidas se transforman en espermatozoides mediante un complejo reagrupamiento de los organelos; básicamente el núcleo pasa a formar la cabeza del espermatozoide, el aparato de Golgi forma el acrosoma, y las mitocondrias y centriolos intervienen en el desarrollo de la cola. La mayor parte del citoplasma queda en las células de Sertoli que aparecen sobre la membrana basal de los tubos seminíferos; regulan la metamorfosis de espermatida a espermatozoide. La espermatogénesis comienza a los 4 meses de edad aunque los espermatozoides no aparecen en el eyaculado hasta los 10-32 meses (Allen, 1992).

El ciclo de la espermatogénesis, es decir, desde la división del espermatogonio hasta la aparición del espermatozoide en el eyaculado, tarda 8 semanas; durante 2 de estas semanas los espermatozoides maduran en el epidídimo (Allen, 1992).

Inhibina

Esta es una hormona producida por las células de Sertoli que inhibe la liberación de FSH (Allen, 1992).

ERECCIÓN

Los factores que estimulan la erección en la mayoría de los animales son el olor de una hembra en celo (estro) y la asociación entre rutina y coito. Las vías mediante las que tales estímulos inician la erección son probablemente nerviosos, aunque no se conocen de una forma completa. La erección consiste en la tumescencia (hinchazón y turgencia) del pene como resultado de una acumulación de sangre en sus tejidos provocada por la constricción del retorno venoso. En los perros solamente se produce una ligera erección antes del coito; la penetración se ve favorecida por la rigidez del hueso peniano y la erección total se produce posteriormente para asegurar que el pene queda «encajado» en el tracto genital de la hembra. Tan sólo después de amainar la erección puede separarse el perro de la hembra (Allen, 1992).

EYACULACIÓN

Las contracciones del músculo uretral impulsan a los fluidos procedentes de los conductos deferentes y de la próstata a entrar y avanzar a lo largo de la uretra.

Primera fracción. La primera fracción del eyaculado se elimina durante la excitación sexual inicial. Su volumen es variable aunque generalmente es de unos 0,5 ml. Puede ser eyaculada mientras el perro está empujando al intentar introducir su pene en la vagina de la perra, o puede ser expulsada tras la penetración. Procede de la próstata y su función puede ser la de lavar la vagina de restos de orina. (Jones, 1984).

Segunda fracción. La segunda fracción es eyaculada generalmente tras la penetración cuando el macho deja de empujar. Es la porción del eyaculado rica en espermatozoides y su volumen suele ser de 0,5 -1 ml. Procede de los conductos deferentes y es depositada en la mitad anterior de la vagina al completarse la

erección del pene. Durante y poco después de la eyaculación de esta fracción, el perro desea instintivamente «girar» (Jones, 1984).

Tercera fracción. La tercera fracción procede de la glándula próstata. Suele ser expulsada mientras los perros permanecen en pie, grupa con grupa y «unidos». Su volumen puede ser de 15-20 ml en razas grandes y depende probablemente del tiempo que permanecen «unidos». Se considera que esta fracción tiene como finalidad llevar el espermatozoide hacia el interior del útero; sin embargo, no siempre es favorable el efecto de la tercera fracción sobre los espermatozoides. Al final de la eyaculación se produce la desinflamación del pene y su retirada (Jones, 1984).

APLICACIÓN DE HORMONAS DE LA REPRODUCCIÓN EN EL PERRO

En la mayoría de los casos el tratamiento de los perros machos pretende reducir (esto resulta imposible con frecuencia) la función testicular. Los fármacos utilizados comúnmente para reducir la función testicular son los estrógenos y los progestágenos; inhiben la liberación de hormona luteinizante (LH), así como de la hormona estimulante de las células intersticiales (ICSH) y de la hormona folículo estimulante (FSH) de la pituitaria y, en consecuencia, interfieren sobre la producción de testosterona y sobre la espermatogénesis pueden tener otros efectos periféricos. En muchos casos, la terapia hormonal a corto plazo puede ser aplicada para comprobar su eficacia, antes de aconsejar la castración. Análogos potentes de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) se han usado para suprimir la producción de testosterona y la espermatogénesis; su efecto es totalmente reversible (Payro, 1981; Allen, 1992).

Reducción de la espermatogénesis.

Raras veces es precisa *per se*, ya que la mayoría de los problemas asociados con la sexualidad masculina son de comportamiento. La vasectomía sería preferible a una terapia con hormonas esteroides con efectos de larga duración. En algunos países se inyectan agentes necrosantes en los testículos o en los epidídimos (Payro, 1981; Allen, 1992).

ESTERILIZACIÓN QUÍMICA

Los medicamentos y vacunas anticonceptivas funcionan por un efecto farmacológico específico o promoviendo una respuesta inmunológica que inhiba o promueva el bloqueo de algún componente del sistema reproductivo animal, derivando en infertilidad. Estos productos deberían de hacer más sencilla la esterilización de los animales de compañía, por la sencilla razón de ser más simples que la esterilización por métodos quirúrgicos (Aitziber, 2005).

El producto ideal debe cumplir los parámetros siguientes:

- Inducir una infertilidad permanente.
- Ofrecer resultados rápidos.
- Eliminar el comportamiento sexual.
- Tener los mismos beneficios para la salud de los pacientes, que se obtienen con los procedimientos quirúrgicos.
- Obtener lo anterior con una sola dosis.
- Preferiblemente servir para ambos sexos.

(Aitziber, 2005).

Hasta el momento ningún producto satisface todas estas exigencias, sin embargo se investigan opciones muy prometedoras. Aún si no se logra inventar el producto ideal, si la investigación consigue productos seguros que induzcan la esterilidad de caninos

y felinos, machos y hembras; tendríamos un insumo muy valioso para los programas de control de la sobrepoblación (Yayo, 2004).

La esterilización es un procedimiento en el que se utilizan medios físicos o químicos por el que se impide la reproducción al animal, puede realizarse tanto en machos como en hembras mediante castración, vasectomía, ovariohisterectomía. En algunos casos se dejan intactos los órganos sexuales (vasectomía) y el animal mantiene la conducta sexual, ya que no hay modificación de los procesos hormonales (Hawkins, 2005).

La castración es la extirpación quirúrgica de los órganos sexuales (testículos); por lo que los procesos hormonales desaparecen y solamente se modifican como consecuencia directa aquellas conductas ligadas a sus hormonas, como el hecho del marcaje y la territorialidad en los machos, el carácter del animal no sufre alteración (en machos agresivos por dominancia sexual ésta puede llegar a desaparecer) (Polley, 2004).

Varios investigadores han explorado la inyección de productos químicos irritantes en los testículos o los epidídimos para la esterilización de perros. La inyección epididimal de tales compuestos como el gluconato de chlorhexidina, el formaldehído diluido o el tannate del zinc, ha aparecido ocasionalmente un acercamiento prometedor a la esterilización. Sin embargo, cuando los ensayos a una escala más grande fueron realizados, la esterilidad no fue alcanzada constantemente y un número significativo de animales desarrolló reacciones inflamatorias insatisfactorias en el sitio de la inyección; por lo que esta técnica se utiliza raramente (Aitziber, 2005).

La inyección intratesticular e intraepididimal de gluconato del zinc neutralizado con arginina ha demostrado mayor promesa que otros esterilizantes químicos. La inyección intratesticular conduce a la atrofia testicular, con una alta incidencia de esterilidad; las inyecciones intraepididimales también conducen a la esterilidad

causando solamente reacciones inflamatorias leves. Aunque la eficacia puede ser más alta que otros métodos, esta técnica todavía no se ha logrado usar en forma rutinaria (Wang, 2004).

GLUCONATO DE ZINC NEUTRALIZADO POR ARGININA (NEUTERSOL)

La esterilización química, por medio del gluconato de Zinc neutralizado por arginina (Neutersol), se realiza por medio de una inyección en cada uno de los testículos de los perros. El dolor del cachorro por la inyección es mínimo debido a que la aguja es muy pequeña, y además no hay receptores de dolor dentro de los testículos. El procedimiento toma aproximadamente cinco minutos; el perro puede regresar caminando a su casa (Yayo, 2004).

Figura 3. Aplicación intratesticular de Neutersol para la esterilización química en perros.



Fuente: Shipley, 2004

La FDA (Food and Drug Administration) ha aprobado el primer producto para la esterilización química para perros machos entre 3 y 10 meses de edad. La solución inyectable de gluconato del zinc neutralizado por el arginina (Neutersol), proporciona un alternativa a la castración quirúrgica y puede demostrar ser una ayuda valiosa en esfuerzos de controlar la sobrepoblación de perros. Dicho medicamento se dispone desde el año 2003 en EE. UU., este producto es más elaborado y con menos efectos secundarios, que otros con los que se contaba en el pasado (Hawkins, 2005).

Neutersol, es la solución inyectable indicada para la esterilización química para perros machos con edades entre 3 y 10 meses. Es una solución acuosa estéril intratesticular que contiene 0.2 M gluconato de zinc neutralizado a pH 7.0 con 0.2 M L-arginina (13.1 mg zinc por ml), que tiene como ingredientes activos:

Cada ml contiene

Zinc como gluconato de zinc 13.1 mg

Con otros ingredientes como:

L- arginina	34.8 mg
Agua inyectable	q.s.
HCl para ajustar a pH 7.0	

(Addison Biogical Laboratory, S/A).

FARMACOLOGÍA CLÍNICA

Neutersol, es un agente necrosante que tiene un efecto local cuando es inyectado en el testículo. Basado en histopatología, uno o más de los siguientes efectos ocurren después de la inyección de Neutersol. Atrofia de testículos, epidídimo, tubos seminíferos y próstata. Formación de cicatriz en el tejido que evita el movimiento del esperma del túbulo seminífero hacia el epidídimo (Shiple, 2004).

EFFECTIVIDAD

La efectividad de Neutersol fue evaluada en un estudio de campo con 270 perros machos de varias edades entre 3 – 10 meses. De 270 perros que iniciaron el estudio, 224 completaron el estudio en 6 meses, incluyendo la evaluación de efectividad.

El semen es analizado a los 2, 6 y 12 meses post-inyección. Los perros a los seis meses deberían presentar aspermia², azoospermia³, necrospermia⁴, u oligospermia⁵ para ser considerado como un tratamiento satisfactorio. Una inyección de Neutersol en cada testículo produce esterilización química satisfactoria en un (99,6%) de 223/224 perros (Shiple, 2004).

En el estudio de campo ocurrió un fracaso en el tratamiento. A los seis meses el semen analizado de un perro presentó un 100% de motilidad y una concentración de 165 millones de espermias. En dos perros que se esterilizaron, el tratamiento tubo éxito a los 6 meses. Un perro presentó azoospermia en el mes 6 pero en el mes 12 presento oligospermia (19 millones de espermias) con 100% de motilidad. El segundo perro con oligospermia (10 millones de esperma) y 50 % de motilidad en el mes 6, pero en el mes 12 una concentración de espermias de 49 millones con 80% de motilidad (Addison Biogical Laboratory, S/A).

En un estudio de determinación de la dosis, 30 perros machos de la raza Beagle, de 6 meses de edad, fueron inyectados con Neutersol y se les dio seguimiento por 2 años. Todos los perros fueron expuestos a hembras en calor durante los primeros 12 meses; 7 de 10 perros en el grupo de control estuvieron en pareja con hembras y 100 % de estas resultaron preñadas. En perros tratados con Neutersol, arriba del 40% se apareo con hembras y el 0% resultaron preñadas. 2 machos tratados con Neutersol montaron a las hembras pero no resultaron preñadas. Una hembra fue inseminada artificialmente usando semen de uno de los perros tratados con Neutersol, la cual no resultó preñada (Addison Biogical Laboratory, S/A).

Para dicho estudio se tomaron los valores normales del semen

Concentración de espermatozoides 200-1000 x 10⁶/eyaculado

Volumen del semen 1-40 ml/ eyaculado

Movilidad de los espermatozoides > 70% de motilidad de avance progresiva .

Aspermia²= Semen no eyaculado

Azoospermia³= No espermatozoides en el eyaculado.

Necrospermia⁴ = El esperma en el eyaculado es de baja motilidad/ muerto

Oligospermia⁵= Concentración de espermatozoides menor de 20 X 10⁶

(Para propósitos de este estudio) (Addison Biological Laboratory, S/A).

Los niveles de la testosterona del suero eran los 41% a los 52% más bajo en los grupos tratados con el Neutersol con respecto al grupo de control a través del estudio de la determinación de la dosis. Como quiera que sea todos los grupos de perros tratados mostraron niveles similares de testosterona al grupo de control en los meses 1, 3, 6, y 9, de 12 a 24 meses post-inyección. Por 24 meses, los niveles de testosterona fueron evaluados, donde 9 de los perros tratados tuvieron niveles iguales a los de los perros control (Addison Biological Laboratory, S/A).

La sangre canina contiene testosterona y sus precursores, incluidas androstendiona, dihidroepiandrosterona y 17-hidroxiprogesterona. La testosterona tiene un papel importante en el mantenimiento de la libido y la espermatogénesis del macho. Puede predecirse con certeza una deficiencia en la testosterona sanguínea en la mayor parte de los perros que pierden la libido. Aquellos con libido normal y capacidad de aparearse rara vez tienen concentraciones de testosterona plasmática inferiores a 0.4 ng/ml(400 pg/ml), independientemente de su fecundidad. Además, las concentraciones testiculares de testosterona son de 50 a 100 veces mayores que las sanguíneas, de modo que las plasmáticas no reflejan alteraciones de la testosterona testicular, ni son asistente diagnóstico útil para valorar la espermatogénesis. Sin embargo, esta determinación puede ser útil para diferenciar entre perros intactos, castrados y aquellos con criptorquidia bilateral (Feldman 2000).

1ng = 10⁻⁹ ; 1pg = 10⁻¹²

CÁLCULO DE LA DOSIS Y ADMINISTRACIÓN

El fármaco es administrado mediante una inyección en cada uno de los testículos. La dosis exacta es calculada midiendo el ancho de los testículos del perro, relacionando está con la dosis señalada en la tabla No. 1 y es determinada usando un calibrador provisto para ello. Neutersol es 99,6% eficaz en la realización de la esterilización (Addison Biological Laboratory, S/A).

Tabla No. 1. Dosis de Neutersol correspondiente al ancho del testículo.

Rango del ancho testicular mm	Dosis administrada ml
10-12	0.2
13-15	0.3
16-18	0.5
19-21	0.7
22-24	0.8
25-27	1.0

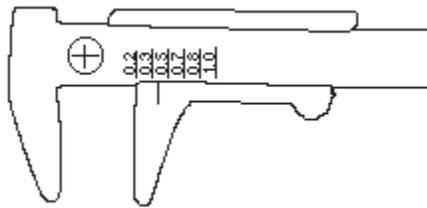
Fuente: Addison Biological Laboratory, Inc. S/A

PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE NEUTERSOL

Medida del testículo. El calibrador debe estar limpio. Cuando el perro esté en posición dorso ventral, se mide el ancho da cada uno de los testículos, pasando dentro de los dos puntos de medida y deslizando la regla en sentido contrario suavemente sobre el testículo.

La dosis que se lee corresponde a la medida del testículo, a través de la posición de la línea indicadora de la regla deslizable (Figura 4).

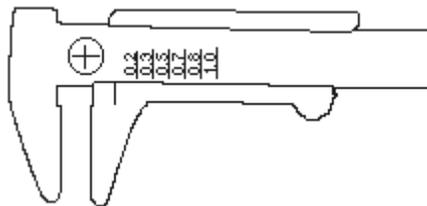
Figura 4. Se muestra la relación existente entre el tamaño del testículo y la dosis en ml que corresponde a dicho tamaño.



Fuente: Modificado de Addison Biological Laboratory S/A.

Si el testículo es demasiado pequeño y la línea del indicador no cae en la posición mínima marcada por el calibrador, no puede ser valorado correctamente (Figura 5).

Figura 5. En este caso el testículo del perro es muy pequeño y queda fuera del rango del calibrador.



Fuente: Modificado de Addison Biological Laboratory S/A.

Cuando el testículo es demasiado grande para la inyección, se observa la línea indicadora señalando mas allá de la máxima posición, que es 1 ml que marca el calibrador, por lo que el testículo no puede ser valorado correctamente (Figura 6).

Figura 6. En este caso el testículo del perro es muy grande y queda fuera del rango del calibrador.



Fuente: Modificado de Addison Biological Laboratory S/A

Procedimiento para la inyección. La sedación debe ser considerada para prevenir que el perro se mueva durante la inyección.

Se usan dos jeringas, una para cada testículo; cada testículo debe ser inyectado con una aguja estéril. Se usa normalmente una jeringa de insulina de con aguja de $\frac{1}{2}$ pulgada para la inyección de Neutersol. Una aguja grande causa goteras del producto en el sitio de inyección.

La posición del perro es dorsoventral para la medida del testículo y la inyección intratesticular.

Se utiliza el calibrador provisto para medir el ancho de cada una de los testículos en el punto más ancho y determina la dosis para cada testículo.

Se dosifica cada una de las jeringas con la dosis correcta de Neutersol para ser inyectado en cada testículo de acuerdo con la medida testicular.

Se prepara el escroto con un desinfectante apropiado, evitandose el uso de alcohol ya que irrita la piel del escroto de algunos perros.

Se debe mantener el testículo firmemente en la mano (sin apretar) y con la otra mano se aplica la dosis previamente preparada, en cada uno de los testículos. Se tensa la piel estrechamente encima de cada testículo para evitar inyectar en el saco escrotal

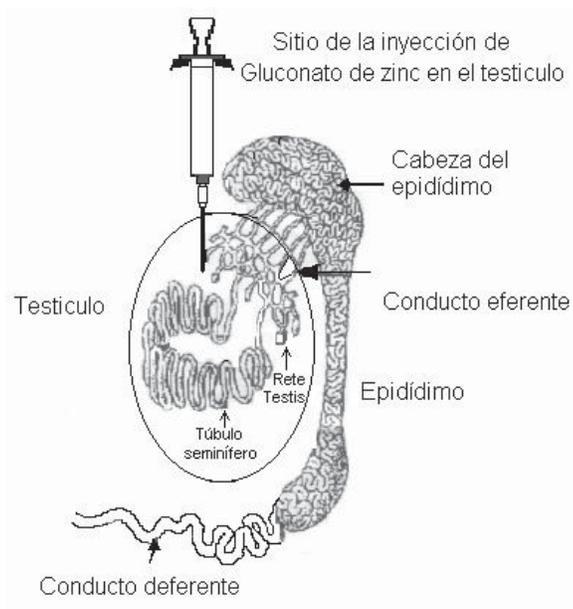
o en la piel del escroto. Se inserta la aguja dentro de la posición dorsocraneal del testículo cerca de la cabeza del epidídimo. (Figura 7)

Se inyecta suavemente, ya que al inyectar rápido se estimula más la contracción de los túbulos seminíferos y causa goteras en el sitio de la inyección.

No debe usarse presión excesiva en la inyección para forzar que Neutersol entre al testículo. Si hay resistencia, está indicada la interrupción de la inyección inmediatamente. No debe reinyectarse.

El mismo procedimiento debe ser llevado a cabo para el otro testículo. Es recomendable el siguiente procedimiento; primero se inyecta el izquierdo y posteriormente el derecho, para evitar confusión y evitar inyectar dos veces el mismo testículo (Hawkins, 2005; Addison Biological Laboratory, S/A).

Figura 7. Esquema del sitio adecuado para la inyección de Neutersol en la esterilización química de perros



Fuente: Modificado de Addison Biological Laboratory S/A

SEGURIDAD

La determinación de la dosis, y los estudios de seguridad en animales en campo fueron realizados en cinco sitios diferentes de prueba en los E.E.U.U. Los sitios de prueba alistaron 270 perros, con edades de 3 a 10 meses, según los protocolos predeterminados que implican ancho del testículo y buena salud testicular general. En la Post-inyección, los perros en estudio fueron supervisados para verificar su estado general, el apetito, la capacidad de caminar, el dolor escrotal en la manipulación de los testículos, la temperatura rectal, y la descripción general del escroto. Los exámenes físicos fueron realizados a los tres días, dos meses, y seis meses post-inyección. De los 224 perros que terminaron el estudio, 223 (99,6%) eran permanentemente estériles (Polley, 2004).

Como con cualquier medicación hay efectos secundarios posibles, sin embargo la hinchazón testicular es una reacción común después de la inyección notada en un plazo de 24-48 horas después de haber aplicado Neutersol. Otros efectos secundarios posibles incluyen un período doloroso corto, vomito, anorexia, letargo, diarrea, dolor e inflamación escrotal. Algunos perros experimentarán posibles reacciones como morder o lamer el escroto, inflamación del tejido fino circundante del escroto, la irritación de la piel, y raramente la infección (Wang, 2002).

Después de un mes de la inyección, los testículos se atrofian. El grado de atrofia varía individualmente, dicha variabilidad incluye los testículos tanto izquierdo como el derecho. Esto debería ser considerado en la respuesta de la inyección (Wang, 2002).

Neutersol puede no matar el esperma presente en el momento de la inyección; los perros tratados deben ser mantenidos ausentes de hembras en calor por lo menos 60 días después del procedimiento (Addison Biological Laboratory, S/A).

A diferencia de la castración quirúrgica, en los perros tratados con Neutersol no hay extirpación de testículos, por lo tanto, la testosterona no es completamente eliminada. Las enfermedades relacionadas con la testosterona no son prevenidas.

En un estudio 24 Beagles, que fueron repartidos en 4 grupos (6 perros/grupo), y fueron inyectados con 1, 1.5 y 2 veces la dosis recomendada de Neutersol, en cada testículo en los días 0 y 14. El seguimiento de las reacciones adversas en el sitio de inyección, se muestra a continuación: Ligera molestia después de la primera inyección (con dosis 1, 1.5 y 2); en un perro en el grupo en el que se duplicó la dosis se observó dificultad para caminar 24 horas después de la primera inyección, Además de lo anterior en todos los grupos se presentó hinchazón de 24-48 hrs después de la primera y segunda inyección y dolor escrotal 24 hrs después de la segunda inyección en el grupo con dosis duplicada. Por un aumento en la resistencia para la inyección, incremento el tamaño y la consistencia del testículo en el grupo con dosis recomendada después de la primera inyección (Brown, 2004).

Seis de los perros desarrollaron irritación escrotal, dermatitis o necrosis posterior a la inyección de Neutersol. Dos de los perros del grupo que se administró 1.5 de la dosis mostraron irritación escrotal suave y dermatitis a los que se les duplico la dosis dentro de los tres días después de aplicada la primera la primera y segunda inyección, respectivamente. Cuatro perros de los grupos donde se dosifico 1, 1.5, 2, presentaron serias lesiones en el escroto (dermatitis con descarga purulenta y necrosis), incluyendo un perro que requirió castración quirúrgica debido a la necrosis de aproximadamente la mitad del escroto. Esta reacción adversa seria se observó de 24 hrs a 8 días después de la inyección (en dos perros después de la primera inyección y en dos perros después de la segunda inyección). La lesión ocurrió en dos perros que se movieron durante la inyección. Un perro con una lesión existente en la piel del escroto y otro perro que se mostró fuerte resistencia en el momento de la inyección. Las condiciones posteriores a la inyección humedad, piso de cemento, también deben ser consideradas a contribuir como factor en la presentación de la lesión escrotal (Brown, 2004).

CONTRAINDICACIONES

No usar Neutersol en perros que presenten testículos no descendidos (Criptorquidos), perros con enfermedades o malformaciones en los testículos (fibrosis testicular o del epidídimo), perros que tengan una historia de reacción alérgica a los componentes del producto, y en aquellos que presenten irritación escrotal o dermatitis (Addison Biogical Laboratory, S/A).

No inyectar Neutersol en el saco escrotal o en la piel del escroto. El contacto de la droga y la piel del escroto activa la enzima colagenasa que resulta en irritación escrotal, dermatitis, ulceración o necrosis. La tranquilización o contención química se puede utilizar, en caso de necesidad, para evitar que el perro se mueva durante la inyección (Addison Biogical Laboratory, S/A).

Para evitar el derrame de la droga en el sitio de la inyección use solamente aguja de la medida 28 con aguja de $\frac{1}{2}$ pulgada, inyecte suavemente e inmediatamente detenga la inyección si se detecta resistencia. No intente reinyectar Neutersol si siente respuesta a la inyección. Si se sospecha que la droga ha sido inyectada inapropiadamente en el saco escrotal o ha hecho contacto con la piel del escroto, el perro debe ser vigilado por 7 días post-inyección para ver reacciones adversas.

Para evitar la irritación de la piel del escroto no rasure o corte el pelo del escroto. Use un agente antiséptico que no contenga alcohol.

Usar Neutersol en animales sanos, seguido de un examen del escroto para asegurarse que éste está libre de piel irritada o úlceras; y ambos testículos hayan descendido; lo cual es normalmente determinado por la palpación digital.

La seguridad y efectividad de Neutersol ha sido establecida en perros de 3 a 10 meses de edad (Addison Biogical Laboratory, S/A).

No se debe usar Neutersol si el testículo es menor de 10 mm o mayor de 27 mm. Ya que se debe obtener la medida exacta del testículo usando el calibrador provisto

para ello, y la dosis correspondiente al tamaño del testículo. Ambos testículos deben ser inyectados con la dosis apropiada usando el correcto procedimiento, para minimizar las reacciones adversas y lograr la esterilización (Addison Biogical Laboratory, S/A).

En estudios de campo para la determinación de la dosis, el caso más serio de irritación escrotal y ulceración fue resultado de una técnica inapropiada de inyección, o que el perro se mordió y lamió en el sitio de la inyección después de devolver el perro al dueño (Addison Biogical Laboratory, S/A).

REACCIONES ADVERSAS

En un estudio de campo con 270 perros, se causaron reacciones adversas en el sitio de inyección y reacciones sistémicas. (Tabla No.2) En la inyección de Neutersol se observó que era muy doloroso en 2.5 % de los 270 perros tratados. Seis perros gritaron y un perro pataleo después de la inyección. Aparentemente el dolor escrotal posterior a la inyección es la reacción local reportada comúnmente (6.3%) , y se observa durante los primeros dos días post inyección (Addison Biogical Laboratory, S/A).

La reacción sistémica más comúnmente reportada en la inyección de Neutersol es Neutrofilia (6.3%), vomito (4.4.%), anorexia (4.1 %) y letargo (2.2. %). Esta reacciones son típicamente observadas dentro de los 7 días posteriores a la inyección. El vomito es lo más comúnmente observado el día de la inyección, entre 1 minuto y 4 hrs después. Seis de 10 perros vomitaron más de una vez durante este periodo. Retirar la comida 12 hrs antes de la inyección previene que ocurra el vomito (Addison Biogical Laboratory, S/A).

La reacción más severa ocurre cuando el perro se lame el escroto seguido de la inyección, se ha observado en < 1 % de 270 perros. Un perro presentó en el día 3

una ulcera en el escroto, que sano con terapia médica. El segundo perro reportado con el escroto perforado y una severa infección fue en el día 17 post inyección. El perro lamió y mordió a través del escroto por debajo del testículo. La castración quirúrgica estuvo indicada para resolver el problema (Addison Biological Laboratory, S/A).

Tabla No.2. Reacciones adversas presentadas tras la aplicación de Neutersol en un estudio realizado a 270 perros.

Reacciones adversas	No. de animales (n= 270)	Porcentaje (%)
Reacción sobre inyección		
Grito	6	2.2%
Pataleo	1	0.4%
Reacciones Locales		
Dolor escrotal*	17	6.3%
Irritación escrotal	3	1.1%
Morder y lamer	2	0.7%
Hinchazón escrotal	2	0.7%
Irritación escrotal y dermatitis	2	0.7%
Ulceración escrotal	1	0.4%
Infección escrotal	1	0.4%
Piel escrotal seca	1	0.4%
Escroto magullado	1	0.4%
Hinchazón prepucial	1	0.4%
Escroto lastimado	1	0.4%
Reacciones Sistémicas		
Neutrofilia	17	6.3%
Vomito**	12	4.4%
Anorexia	11	4.1%
Letargo	6	2.2%
Diarrea	5	1.9%
Leucocitosis	2	0.7%

Fuente: Addison Biological Laboratory, Inc. S/A

*Dolor escrotal es reportado en los primeros dos días después de la inyección.

**10 de 12 perros vomitaron dentro en un intervalo de 1min a 4 horas después de la inyección.

VENTAJAS DE LA ESTERILIZACIÓN

Dentro de los beneficios que se obtienen al esterilizar o castrar a los machos se encuentra: La probabilidad de tener una vida más larga, saludable y satisfactoria. La mayoría de los procedimientos de castración van unidos íntimamente a la suspensión de producción de hormonas, por lo que se aprecian beneficios en salud y comportamiento (Aitziber, 2005).

Disminución de hasta 90% de los intentos por escapar de casa, pues no hay búsqueda de pareja para reproducirse, con lo que se reduce igualmente la posibilidad de ser atropellados o víctimas de actos crueles (Aitziber, 2005).

Se reducen las posibilidades de contagios por contacto con otros animales de enfermedades muy peligrosas como el tumor venéreo transmisible (Brown, 2004).

Gran disminución en la necesidad de jerarquización, es decir, en el nivel de agresividad de los machos (Polley, 2004).

Reducción o eliminación del comportamiento de demarcación territorial con orina que hacen los machos incluso dentro de las casas (Yayo, 2004).

Prevención total de tumores testiculares. Ausencia de aglomeraciones y pleitos por las hembras. Además al controlar la sobrepoblación de perros, se trata de evitar agresiones a personas y animales (Brown, 2004).

Transmisión de enfermedades graves como Parasitosis, Rabia y Leptospirosis, accidentes automovilísticos (Aitziber, 2005).

Contaminación con toneladas de excremento y miles de litros de orina, además de cadáveres en la vía pública (Aitziber, 2005).

CONCLUSIONES

Si bien la esterilización quirúrgica es el patrón más idóneo a seguir, pero ya que es necesario aumentar el número de perros esterilizados, debemos desarrollar métodos más rápidos, más fáciles de esterilización, que no requieran la maestría técnica, la anestesia y otros equipos.

La prevención por medio de la esterilización química, es el método más adecuado para frenar la sobrepoblación de animales concretamente caninos; controlándose en consecuencia las patologías con posibilidad de transmisión al hombre (zoonosis).

Los perros tratados con Neutersol llegan a ser estériles sin el retiro de los testículos y, por lo tanto, la testosterona no se elimina totalmente, por lo que no disminuirán características del comportamiento secundarias indeseadas, tales como vagar, marcar o agresión.

Existe un mayor número de perros esterilizados por día, debido a la rapidez del procedimiento menor que una orquiectomía, además de ahorro en la utilización de anestesia general a diferencia de los métodos tradicionales.

Las campañas de esterilización deben hacerse tanto en animales con dueño (incluyendo los de raza) como en los llamados callejeros o abandonados, de esta manera si se podrá lograr abatir el crecimiento de las poblaciones caninas de manera real.

Los métodos no quirúrgicos para la esterilización de animales de compañía son seguros y con ello se logran mejores coberturas en los programas y campañas de esterilización de perros. El uso masivo de los mismos dependerá de la aceptación que se obtenga de los médicos veterinarios y del público.

Además de la implementación de programas de esterilización, es necesario crear campañas que sensibilicen a la población para que deje de creer que la reproducción en perros es un mecanismo necesario para la vida de éstos.

Tomar la muerte de un animal como la solución a un problema de sobrepoblación es cruel, por lo que es necesario hacer conciencia para actuar sobre las causas y no sobre las consecuencias.

GLOSARIO

Aspermia.

Incapacidad de formación o emisión del semen.

Azoospermia.

Ausencia de espermatozoides en el semen o falta de producción de espermatozoides.

Gametos

Célula masculina o femenina cuya unión es necesaria en la reproducción sexual para iniciar el desarrollo de un nuevo individuo

Hormona

Sustancia química transmisora producida por células del cuerpo y transportada por la corriente sanguínea a las células y órganos, en los cuales tiene un efecto regulador específico.

Necrospermia.

Situación en la que los espermatozoide están muertos inmóviles.

Oligospermia.

Déficit de espermatozoides en el semen.

BIBLIOGRAFÍA

Allen, W. E. (1992). Fertilidad y obstetricia canina. Ed Acribia; España; p.p. 33-41. 195-198

Aitziber ¿QUÉ ES ESTERILIZAR? [En línea] 2005 <http://www.altarriba.org/0/faq-esterilizacion.htm> [Consulta 20 septiembre 2005]

Arus M. J. (2004) El perro adulto. Ed. Multimédica ediciones veterinarias. España p.p. 20-22

Bearden J. H. & Fuquay J. (1982) Reproducción animal aplicada. Ed. Manual Moderno México, D. F. p.p. 5-13

Birchard S. J. & Sherding R. G. (2002) Manual Clínico de procedimientos en Pequeñas Especies. 2ª Edición Vol. I y II Ed. Mc Graw Hill – Interamericana, Madrid, España, p.p. 1173-1174

Blank H. I. J. (1994) El maravilloso mundo de los perros Ed. Trillas México. p.p. 247-248

Brown L. D. Información actual sobre enfermedad de la próstata, Neoplasia testicular, y comportamiento indeseable en los perros machos [En línea] 2004, http://www.petsavers.org/articles/Spay_Neuter/Nonsurgical_Sterilization/Neuter_sol.html&prev=/search%3Fq%3Dneutersol%26hl%3Des%26lr%3D [Consulta 25 septiembre 2005]

Evans, H; Lahuanta A. (1997). Diseción del perro. (4ª edición). Ed. McGraw- Hill. España. p.p 181-183.

Feldman E. C (2000) Endocrinología y reproducción en perros y gatos. 2ª edición, Ed. Mc Graw Hill – Interamericana, México, D. F. p.p. 742

Franson R. D. & Spurgeon T. L. (1992) Anatomía y Fisiología de los Animales Domésticos. 5ª Edición, Ed. Mc Graw Hill – Interamericana, México, D. F. p.p. 406-410

Hawkins S Posición rápida respecto a Neutersol [En línea] 2005, < <http://www.neutersol.com/&prev=/search%3Fq%3Dneutersol%26hl%3Des%26lr%3D> [Consulta 25 septiembre 2005]

Jones D. E (1984). Problemas clínicos de la reproducción canina. Ed. Manual moderno; México. p.p 136-160.

Laing J.A. (1988). Fertilidad e infertilidad en la práctica veterinaria 4ª edición. Ed. Mc Graw Hill, Madrid, España, p.p. 131- 137.

Meyer J. L. (1959) Farmacología y terapéutica veterinarias. Ed. Hispanoamericana, México, D.F. p.p. 753.

Payro D. J. L (1981) El perro y su mundo. Ed. Loera Chávez Hnos. y Cia; México p.p 159-161.

Polley P. Sobre Neutersol [En línea] 2004, < [http:// www.neutersol.com-testosteronefacts](http://www.neutersol.com/testosteronefacts) [Consulta 25 septiembre 2005]

Shipley, Que es Neutersol [En línea] 2004 < <http://www.cvm.uiuc.edu/petcolumns/showarticle.cfm%3Fid%3D412&prev=/search%3Fq%3Dneutersol%26start%3D10%26hl%3Des%26lr%3D%26sa%3DN>> [Consulta 25 septiembre 2005]

Wang, Aprobación de la FDA a la primera droga para la esterilización de perros [En línea] 2004, < [http:// www.neutersol.com/About%20-Neutersol.htm](http://www.neutersol.com/About%20-Neutersol.htm) [Consulta 20 septiembre 2005]

Yayo V. Métodos No Quirúrgicos para la Esterilización de Animales de Compañía [En línea] 2004 <http://www.fundacionluca.org.mx/-prints/-esterilizacion.php> [Consulta 20 septiembre 2005]