

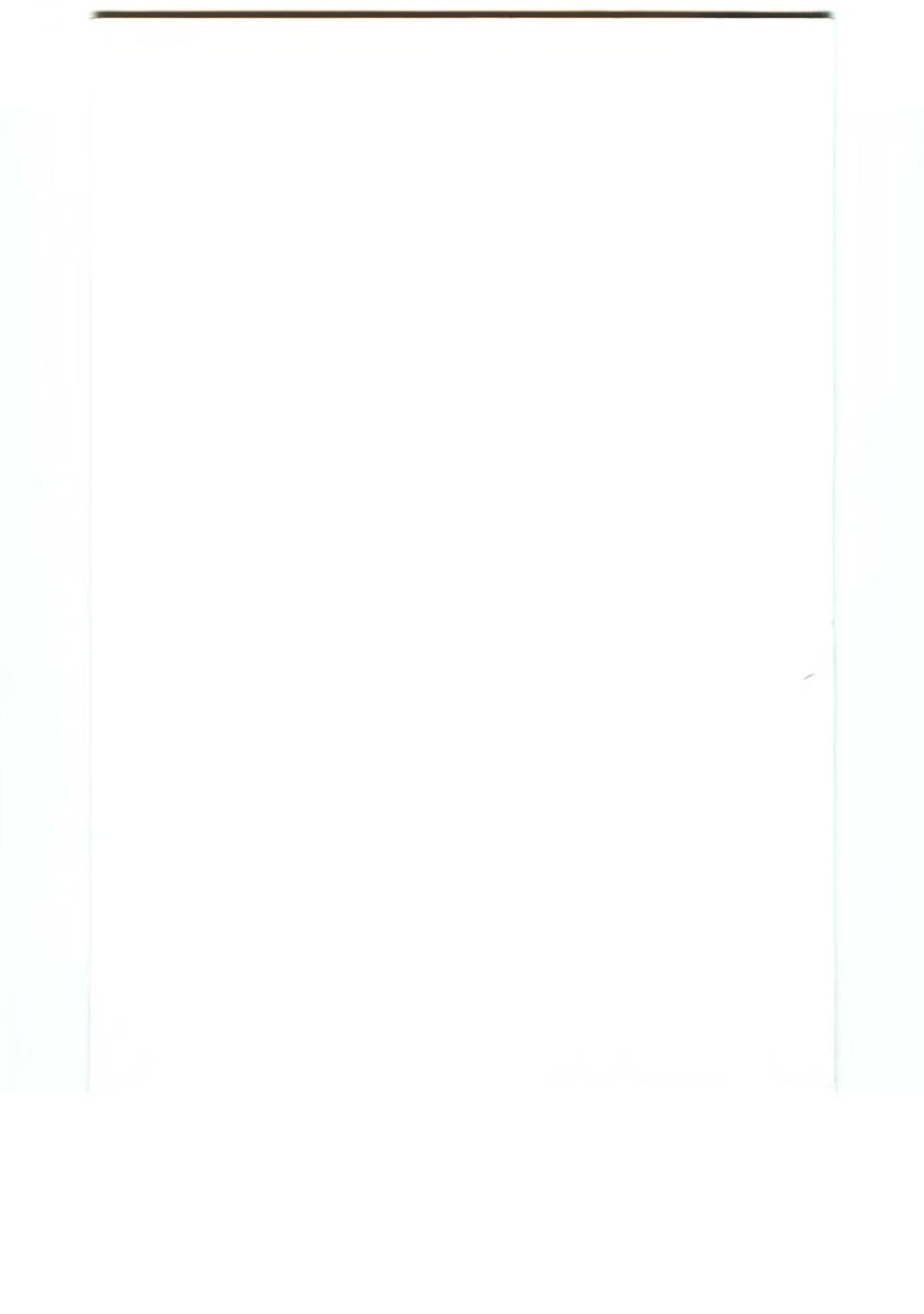
ANALES
de la
REAL ACADEMIA
DE CIENCIAS VETERINARIAS



2008

VOLUMEN XVI

Número 16



*ANALES DE LA
REAL ACADEMIA
DE CIENCIAS VETERINARIAS*

2008

VOLUMEN XVI

Número 16

**Los trabajos de este volumen corresponden
a los originales y correcciones efectuadas
por los propios autores**

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS VETERINARIAS

Dirección: c/ Maestro Ripoll, 8

Teléfono: 915 611 799

28006 MADRID

www.racve.es

racve@racve.es

ISSN - 1135-2795

Depósito legal: M. 10.260-1995

EDITA



MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA

CENTRO DE PUBLICACIONES

N.I.P.O.: 770-09-086-4

Fotocomposición e Impresión: TARAVILLA, S.L.

c/ Mesón de Paños, 6. 28013 Madrid

taravilla.sl@gmail.com

ANALES
DE LA
REAL ACADEMIA
DE CIENCIAS VETERINARIAS

VOL. XVI

2008

Núm. 16

SUMARIO

Conferencias:

«Bases anatomo-fisiológicas de la piscicultura» Excmo. Sr. D. Leopoldo Cuéllar Carrasco: Discurso de apertura del Curso Académico 2007-2008 (24-10-2007)	7
«Tularemia. Brote nuevo en Castilla y León en 2007» Excmo. Sr. D. Elías F. Rodríguez Ferri (31-10-2007)	31
«El bacteriófago φ29: Historia de un modelo» Excma. Sra. D. ^a Margarita Salas: Discurso de ingreso como Académica de Honor (14-11-2007)	65
«La veterinaria en la antigua Mesopotamia» Excmo. Sr. D. José Alberto Rodríguez Zazo (28-11-2007)	81
«Visión histórica de la angiología y su evolución terapéutica hasta el siglo XVIII» Dr. José F. Guijarro Escribano (19-12-2007)	105

«Una visión sobre la pesca y la acuicultura. Principales desafíos» Ilmo. Sr. D. Alberto López García-Asenjo (9-1-2008) .	135
«Helicicultura moderna en España» Excmo. Sr. D. Juan Carlos Fontanillas Pérez (6-2-2007)	157
«Globalización, seguridad alimentaria y seguridad jurídica» Prof. Dr. Pedro Díaz Peralta (13-2-2008)	167
«Avances en reproducción y problemas que plantea su aplicación en la especie humana» Excmo. Sr. D. Félix Pérez y Pérez (5-3-2008)	195
«La natación como método de entrenamiento cruzado y de rehabilitación en los caballos» Dr. Carlos Corvalán Romero (2-4-2008)	213
«Ejercicio físico, salud y calidad de vida: acondicionamiento físico» Prof. Dr. D. Julio Ponce Vázquez (30-4-2008) .	229
«Clínica en el siglo XXI» Excmo. Sr. D. Miguel Ruiz Pérez (7-5-2008)	253
«Red de vigilancia veterinaria de resistencias a antimicrobianos» Prof. Dr. Miguel A. Moreno Romo (28-5-2008) .	263
«Memoria de actividades académicas durante el curso 2007-2008»	275



BASES ANATOMO-FISIOLÓGICAS DE LA PISCICULTURA

DISCURSO DE APERTURA DEL CURSO 2007-2008

EXCMO. SR. D. LEOPOLDO CUÉLLAR CARRASCO

Académico de Número

24 de octubre de 2007

Actualmente las posibilidades de abastecimiento de pescado procedente de la pesca extractiva se hallan al límite de su capacidad, como consecuencia de que el 50% los bancos existentes en el Mundo se encuentran al límite de sus capacidades de regeneración, de tal forma que el 25% ha superado ya esa barrera habiendo dejado de ser productivos y solamente otro 25% presenta un potencial claro de recuperación.

En un estudio de la revista *Science* publicado en el año 2006 se aseguraba que la práctica totalidad de los animales marinos que se pescaban, empezarían a escasear en el año 2048 y según un informe de la FAO de este mismo año 2007, la pesca extractiva tendrá cada vez mas limitaciones si se tienen en cuenta las leyes de crecimiento y evolución de las poblaciones naturales. Se calcula que el nivel de capturas nunca podrá sobrepasar las 100×10^6 Tm., por lo que resulta necesaria la sustitución paulatina de la simple recolección de una cosecha natural por la cría controlada semi-intensiva o intensiva de peces, moluscos y crustáceos que representa la única posibilidad de mantener o aumentar el abastecimiento de pescado y mariscos en consonancia con el aumento

de la población mundial y con los avances científicos, biológicos, zootécnicos y sanitarios en la explotación de animales acuáticos, de tal manera que la acuizootecnia se configura como el sector de las producciones animales con mejores perspectivas y mayor ritmo y potencial de crecimiento.

Las producciones de animales acuáticos se realizan con mas de 300 especies de peces, moluscos y crustáceos que actualmente suponen el 27-30% de las explotaciones pesqueras, aunque es de esperar una evolución continua en los próximos 40 años hasta alcanzar el 50% del total.

En España el consumo de pescado es de 37-38 Kg. por habitante y año que corresponden a 1/3 de las proteínas de alta calidad, cifra similar a la de los grandes países consumidores, lo que obliga a cubrir nuestras necesidades con las producciones de la acuicultura que en el año 2000 eran de 2.000 Tm, en el 2006 fueron 36.402 Tm y se prevé que para el año 2007 se llegará a las 40.000 Tm, según el reciente informe de APROMAR “La acuicultura marina de peces en España 2007”, lo que representa un incremento de 15-20% al año.

CARACTERÍSTICAS DEL AMBIENTE ACUÁTICO

La vida en el agua supone para los peces una serie de obstáculos relacionados con el oxígeno disuelto, sus variables propiedades físico-químicas (solubilidad, difusión de gases respiratorios y propiedades mecánicas) y el que los animales no pueden sustraerse las condiciones del medio en el que viven, a los agentes patológicos y a los materiales y sustancias del medio ambiente.

Las explotaciones de los animales terrestres y acuáticos ofrecen muchas similitudes ya que ambas tienen semejantes necesidades, procesos genéticos, nutricionales, sanitarios y de manejo y comparten el principal objetivo de producir proteínas animales de alta calidad, especialmente para el consumo humano. Sin embargo, la acuicultura requiere aspectos específicos, dadas las dife-

encias entre la atmósfera y la hidrosfera. En contacto con la tierra la atmósfera es una mezcla de nitrógeno, oxígeno, vapor de agua, anhídrido carbónico y gases inertes, mientras que los ambientes acuáticos, aunque poseen una composición específica, son compuestos químicos, no siempre puros, sino que generalmente forman parte de una compleja solución de sales y gases que los hacen mucho más variables que el aire y que, como ya se ha dicho anteriormente, no pueden eludir los animales.

El agua mucho más densa que el aire, contiene a iguales volúmenes, 30-40 veces menos oxígeno. Además, la proporción de oxígeno en la atmósfera (21%) es constante mientras que la cantidad disuelta en el agua se halla bajo la influencia de factores físicos (temperatura, salinidad, presión, etc.) que pueden variar considerablemente como consecuencia de la respiración de la flora y fauna acuáticas, así como de su contenido en materia orgánica y partículas en suspensión.

En consecuencia con lo expuesto, es claro que la composición y las condiciones físicas de los medios acuáticos, mucho más variables que la de los terrestres, tienen importantes repercusiones en las producciones controladas de peces, moluscos y crustáceos.

BASES ANATOMO-FISIOLÓGICAS DE LA PISCICULTURA

Aunque las funciones del agua son esencialmente las mismas en los procesos biológicos y en el metabolismo celular de los animales terrestres que en las de los acuáticos, se desarrollan por mecanismos diferentes.

La anatomía y fisiología de los animales acuáticos ofrece una gran variabilidad dada la elevada cantidad de especies existentes tanto en las aguas marinas como continentales, cuyas reacciones son propias de la poiquilotermia.

Entre las ventajas de la producción intensiva de peces destacan las siguientes:

- Carencia de mecanismos termorreguladores, que implica que una elevación térmica de 10º C lleva consigo un incremento doble de las reacciones enzimáticas.
- Densidad de los peces similar a la del agua lo que facilita los movimientos.
- Morfología aerodinámica y facilidad de desplazamientos.
- Gran capacidad de reproducción y numerosa descendencia.
- Inmovilidad en algunos casos como en el rodaballo.
- Favorable relación carne/peso total dada la reducida estructura del esqueleto.

Las citadas ventajas suponen gran ahorro de energía y un índice de conversión alimentario muy favorable (1,5/1).

Entre las especies acuáticas que son objeto en España de producciones controladas con fines comerciales, destaca fundamentalmente el cultivo de mejillones, siguiéndole por orden de importancia, la cría de truchas y salmones, doradas, lubinas, rodaballos, carpas, tencas, túnidos, lenguado, anguila, besugo, corvina y langostinos, hallándose en periodo de investigación y experimentación el pargo, cangrejo de río y pulpo.

A continuación se exponen algunas de las bases y aspectos de la anatomía y fisiología con repercusiones clínicas, zootécnicas y económicas en la producción de peces.

Sistema tegumentario

La piel de los peces es la primera barrera defensiva frente a las enfermedades al disponer de mecanismos sensoriales y estructurales que contribuyen, en bastantes casos, a las funciones de osmorregulación, excreción y respiración.

La estructura, que varía con la especie, la edad, sexo y época del año, está formada por, la cutícula, epidermis, dermis e hipodermis.

La cutícula, de aproximadamente 1 1/4 mm, está constituida por material celular cubierto de moco, el cual contiene inmunoglobulina, lisozima y ácidos libres con propiedades fungicidas y bactericidas, que forma una barrera de protección frente a los agentes traumáticos y facilita la osmorregulación.. La epidermis, no queratinizada, es un epitelio escamoso estratificado de menor grosor que la de los vertebrados superiores y de mayor espesor en las especies carentes o con pocas escamas como la anguila.

En los peces de aguas continentales la epidermis es gruesa con numerosas capas celulares mucíparas y la dermis está poco vascularizada mientras que en los de aguas marinas la epidermis es delgada y pobre en moco y la dermis muy vascularizada posee estructuras muy importantes para la difusión del oxígeno respiratorio y para impedir la deshidratación.

La dermis posee dos capas: un estrato esponjoso que contiene cromatóforos, melanóforos, lipóforos e iridocitos; los últimos citados son responsables de las modificaciones del color por un mecanismo neuro-endocrino —clínicamente muy importantes en los casos de obscurecimiento y melanización originados por diversos procesos patológicos y situaciones de estrés— y otro estrato compacto con funciones estructurales.

La hipodermis es de estructura lasa adiposa bien vascularizada y fácilmente atravesada por los bioagresores.

Las escamas también desempeñan una función protectora de tal forma que su desprendimiento con las manipulaciones, el manejo u otras causas dan lugar a lesiones epidérmicas con un significado clínico de graves consecuencias para la colonización de los agentes infecciosos y parasitarios y de vulnerabilidad a los productos terapéuticos y sustancias tóxicas, así como para el control osmótico.

Respiración

Es una función compleja y trascendental de los Teleósteos en los que las branquias, en estrecho contacto con el agua, representan los principales órganos estructurados en láminas primarias en forma de V y laminillas transversales que proporcionan una gran y delicada superficie epitelial de 1-2 capas de células cubiertas de moco con rica vascularización sanguínea, a través de la cual la sangre venosa elimina el CO_2 y se enriquece en O_2 .

La superficie del epitelio branquial ($0,07-1,35 \text{ m}^2/\text{Kg. de peso vivo}$) depende de las necesidades energéticas de las especies (trucha arco iris $0,2 \text{ m}^2/\text{Kg. de peso vivo}$); los peces pelágicos grandes nadadores (atún, caballa) poseen una superficie branquial de alrededor de 50 veces superior a la de los bénicos (lota).

Como ya se expuso anteriormente, los Teleósteos respiran en un medio en el que no abunda el O_2 y como consecuencia para su captación, indispensable para el metabolismo, es necesaria una actividad ventilatoria proporcionalmente mas elevada que la de los animales de respiración aérea.

Por otra parte es necesario señalar que las necesidades de O_2 varían según el estado fisiológico de los peces, las modificaciones del caudal y de las características de agua en los centros de piscicultura intensiva en los que suele recurrirse frecuentemente a la aireación u oxigenación artificial.

Los intercambios de O_2 y CO_2 a través de las branquias son muy eficaces como consecuencia de que el agua y la sangre circulan en sentidos opuestos según el principio contra-corriente, lo que permite un aprovechamiento del 50-80% del O_2 disuelto (25% en los pulmones). El O_2 disuelto en el agua de entrada en contacto con las branquias difunde sucesivamente hacia la sangre venosa, de tal forma que su presión parcial de O_2 es tan elevada como la del agua de salida. El rendimiento de las branquias es, por lo tanto, mucho mas eficaz que el de los pulmones, circunstancia que permite compensar parcialmente la escasa concentración

ción de O_2 en el agua y economizar la energía necesaria para los movimientos respiratorios.

El mecanismo fisiológico respiratorio de renovación del agua en contacto con el epitelio de las branquias, se explica considerando que las cámaras bucales y operculares actúan como bombas sincronizadas de funcionamiento alternativo en dos etapas: abducción o dilatación y aducción o compresión.

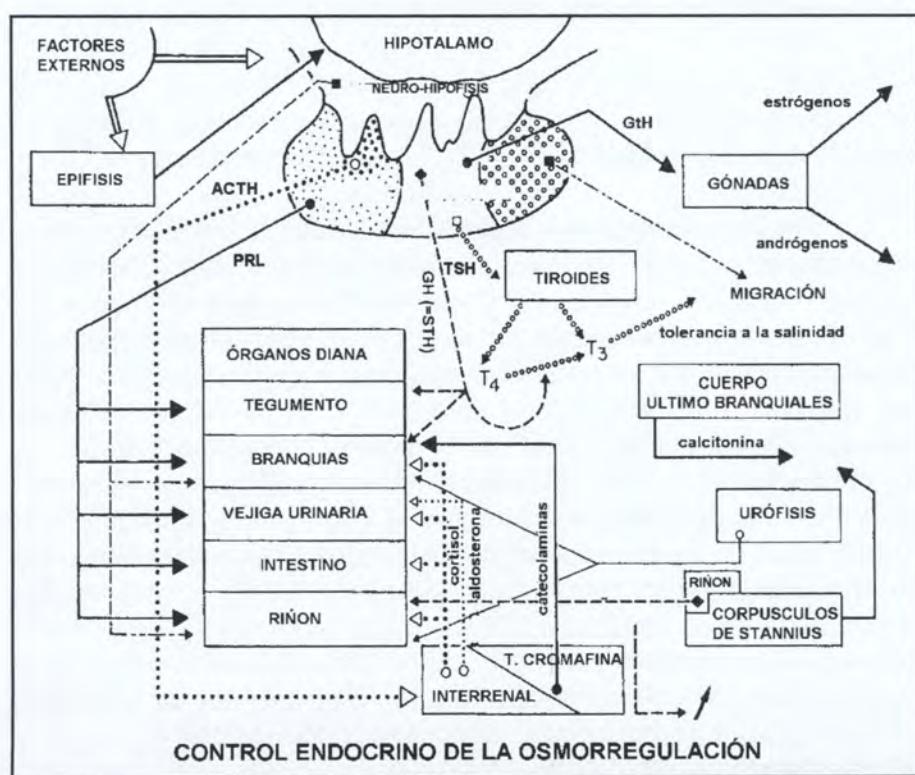
Teniendo en cuenta la fina capa epitelial que recubre las branquias, se comprende que sean extremadamente vulnerables de tal manera que la secuencia normal abducción-aducción y la hematosis pueden alterarse por acumulación excesiva de partículas sólidas disueltas o en suspensión en el agua, por el daño debido a sustancias irritantes u otras causas mecánicas (roces y enfermedad de las burbujas) y por agentes patógenos, trastornos de trascendental importancia clínica, zootécnica y económica.

Algunos peces carentes de opérculos realizan la ventilación respiratoria merced al caudal de agua, más o menos rápido, en función de la velocidad de natación con la boca abierta.

Ciertos intercambios gaseosos extrabranquiales pueden intervenir también en la respiración por difusión transcutánea del O_2 en algunos Teleósteos marinos de fina epidermis y capa esponjosa del tegumento muy vascularizada (vieja y platija) y mediante respiración aérea, generalmente de carácter facultativo, a través del tracto digestivo (boca, faringe, estómago e intestino) o de la vejiga natatoria, cuando la concentración de O_2 en el agua es insuficiente; en los casos anteriores el aparato circulatorio sufre modificaciones para permitir que la sangre oxigenada retorne al corazón y se mezcle con la venosa antes de llegar a los tejidos. La mayoría de las especies que utilizan la respiración aérea son las de aguas estancadas o de escasa renovación y poco oxigenadas en las que se favorece la acumulación de desechos orgánicos y de CO_2 , de temperaturas elevadas y poca iluminación y como consecuencia la reducción de la actividad fotosintética. De todas formas, algunos peces del género *Clarias*, con respiración aérea, están siendo objeto de cría controlada.

Osmorregulación y excreción

Desde el punto de vista zootécnico y clínico la conjunción branquio-renal, constituye, quizás, la más importante función fisiológica reguladora de la osmorregulación y equilibrio electrolítico y de la excreción nitrogenada, ya que los peces se hallan expuestos a grandes retos iónicos al poseer gran superficie de intercambio entre su medio interno (sangre y otros líquidos orgánicos) y el medio externo (agua), pudiendo modular la citada superficie gracias a la circulación branquial. En consecuencia, un problema esencial en piscicultura se deriva de encontrar un compromiso entre la gran superficie para la captación de O_2 y otra pequeña, a fin de evitar el desequilibrio hidromineral o de antagonismo respiración-osmorregulación.



Los peces controlan la homeostasis osmótica de sus fluidos internos mediante una regulación aniosmótica extracelular, es decir, que globalmente tienen la misma presión osmótica cualquiera que sea la del agua que los rodea: en los Salmónidos 290-330 mOsm.1⁻¹. La situación ideal sería la que corresponde a una salinidad de 8-12 ‰ de isotonía con la del organismo.

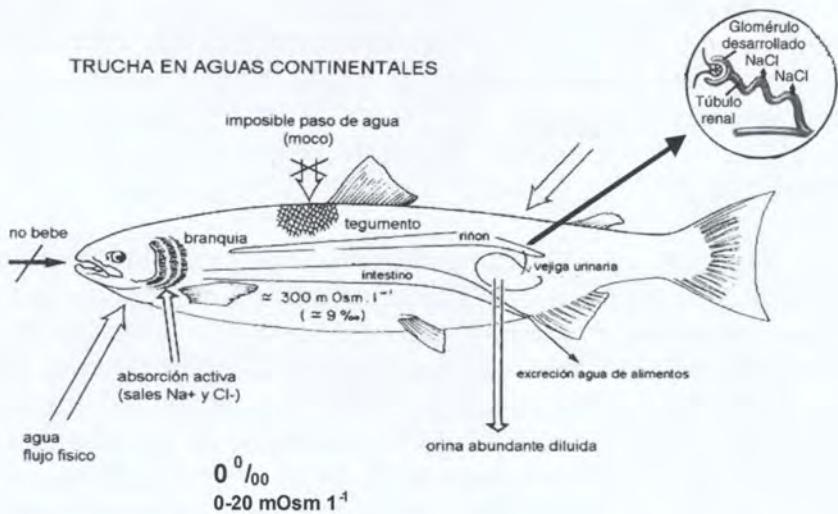
Los factores reguladores de la osmorregulación y excreción se hallan controlados por mecanismos nerviosos y endocrinos en los que interviene una complicada constelación neuro-hormonal procedente del hipotálamo, hipófisis, gónadas, epífisis y otras glándulas específicas de los peces: interrenales y células de cromafina (homólogas de la corteza y médula adrenales de los Mamíferos) corpúsculos de Stannius (homeostasis del Ca⁺⁺), últimobranquiales (homólogas de la paratiroides en los Mamíferos y fuente comercial de la calcitonina) y urófisis (vasoactiva y balance iónico). Las hormonas originadas en las citadas glándulas actúan sobre el tegumento, branquias, riñón, vejiga urinaria e intestino.

El catabolismo de las sustancias nitrogenadas conduce a la excreción de diversos productos, principalmente de amoniaco y urea, sintetizados en el hígado y riñón, pero la mayor parte de su eliminación es realizada a través de las branquias que aumentan así su importancia fisiopatológica.

Los mecanismos adaptativos de la osmorregulación en los peces óseos son muy diferentes según el ambiente acuático que los rodea.

En los **peces de aguas continentales**, el medio interno es hiperconcentrado e hiperosmótico en relación con el medio externo, por lo que el mayor problema es la eliminación del exceso de agua que tiende a acumularse por difusión osmótica hacia el cuerpo para compensar el citado fenómeno.

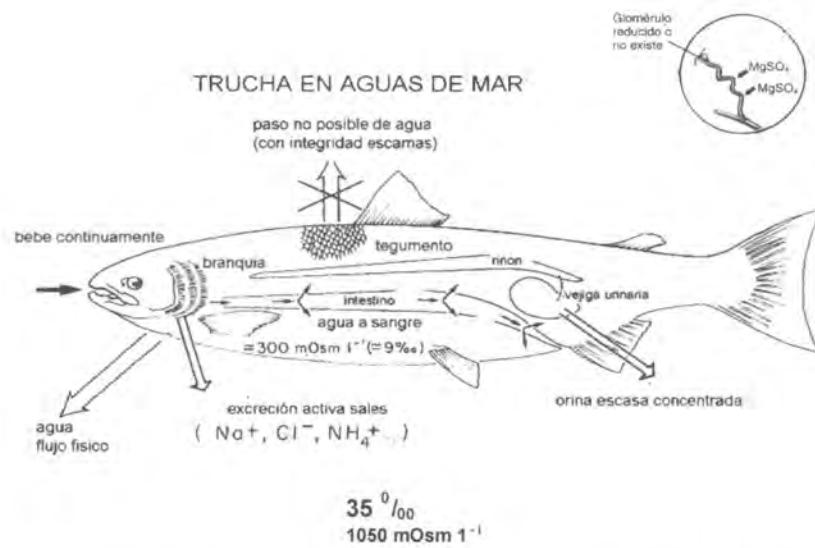
- La piel actúa de pantalla para los movimientos del agua.
- El pez no ingiere agua: la que penetra por la boca irriga las branquias y es eliminada por las aberturas operculares desde las cámaras branquiales.



- El agua de los alimentos es excretada con las heces ya que el intestino es rigurosamente impermeable.
- El riñón y la vejiga urinaria funcionan intensamente mediante la filtración por numerosos glomérulos de gran tamaño, con emisión de abundante orina y conservación máxima de sales e hipotonía de hasta el 20% del peso vivo.
- Las branquias absorben activamente Na^+ y Cl^- del exterior en contra del gradiente físico.

En los **peces marinos** el medio interno es menos concentrado e hiposmótico en relación con el medio externo por lo cual se establece un flujo desde la sangre al agua de mar. Para compensar el citado fenómeno físico:

- La piel hace de pantalla para los movimientos del agua.
- El pez ingiere agua continuamente pudiendo alcanzar hasta el 20% de su peso vivo (40-225/Kg./24h) y desde el intestino, muy permeable al agua salada, pasa a la sangre.
- El riñón y la vejiga urinaria tienen una misión fundamental, la recuperación del agua, por lo que la orina



es escasa y concentrada. De esa forma, se conserva el agua y las sales son eliminadas en parte.

— Las branquias excretan contra gradiente el exceso de Na^+ y Cl^- hacia el agua por las denominadas células de cloruro de las laminillas branquiales mediante transporte activo, con el concurso de $\text{Na}^+ \text{- } \text{K}^+$ y $\text{Cl}^- \text{HCO}_3^- \text{ATPasas}$, lo cual supone un importante gasto energético. Los iones SO_4^{2-} , Ca^{++} y Mg^{++} son eliminados con los excrementos.

Con las técnicas actuales de la acuicultura intensiva son de gran importancia los problemas de osmorregulación y excreción, diferentes según se trate de peces eurihalinos capaces de vivir en aguas interiores y marinas o estenohalinos como la carpa y algunas especies de Corégonos, incapaces de vivir en el agua de mar y los tímalo que no soportan las aguas continentales. Cuando se transfieren peces estenohalinos de aguas continentales a marinas tiene lugar una fuga de agua de la sangre al mar, aumentando la concentración sanguínea y la presión osmótica, con lo que las células pierden el agua y sobreviene la muerte por deshidratación (pérdida del 30-60% del peso), situación que se puede originar en los Salmónidos en estado de alevín y jaramugo o esguin. Si, a la

inversa, se trasladan a las aguas continentales especies estenohalinas de mar, como la vieja y el atún, la sangre se diluye, cae la presión osmótica del plasma, propagándose al interior de las células con lo cual aumentan su volumen y se rompen, produciéndose la muerte por sobrehidratación en algunas horas.

Los peces eurihalinos poseen mecanismos fisiológicos de adaptación que los permiten cambiar de las aguas continentales a las marinas, hecho muy importante desde el punto de vista de las producciones y de las condiciones sanitarias y económicas en acuicultura.

La transferencia de truchas juveniles arco iris y fario directamente al mar para su engorde es posible merced a los primeros ensayos y estudios realizados en Noruega Norteamérica, Francia y Japón y como se viene comprobando en España desde el año 1972 en que se instaló el primer centro de truchicultura con tres fases, de cría o alevinaje y crecimiento en aguas continentales, de transición en mezclas en proporciones sucesivas de aguas continentales y marinas que se finaliza con la de engorde por transferencia a jaulas marinas.

Aunque las truchas arco iris son capaces de soportar el agua de mar de menos de 28-30% de salinidad, sufrirán una fase transitoria de desequilibrio osmótico e hidromineral mas o menos duradera e intensa hasta la consecución del transporte activo celular, según el tamaño de los animales (mayor en los pequeños) y el % de salinidad.

Si en el traslado directo de peces al agua de mar, la alimentación se reanuda a los 2-3 días y la mortalidad no supera el 5%, la operación puede considerarse satisfactoria con un futuro de buen crecimiento y engorde. En todo caso es necesario respetar las siguientes condiciones: a) el peso debe ser mayor de 110g para la trucha arco iris y mayor de 60g. para la trucha fario o común, con 12-14 meses de edad en ambos casos, b) Que los animales no hayan alcanzado la madurez sexual, c) la temperatura del agua en el mar menor de 14ºC y de una diferencia con la del

agua continental no superior a 3º C, d) ayuno de los peces de 48 horas a 5 días, según temperaturas, e) buen estado de los animales y de calidad de las aguas y f) evitar los traslados de larga duración.

Por lo que se refiere al movimiento y cría de los peces migratorios, como ocurre con los salmones del Atlántico y coho, requieren gran poder de adaptación y un periodo determinado del año denominado de "*smoltification*", que en español podría denominarse "esguinización" o de metamorfosis morfo-fisiológica, que consiste en un proceso de cambios anatómicos, fisiológicos y bioquímicos de preadaptación de los esguines o jóvenes salmones que tiene lugar en las aguas continentales, previamente a su emigración al mar, que afecta a la osmorregulación, el crecimiento, la excreción y la respiración.

Las transformaciones originadas en el curso de la "*smoltification*" se reflejan en varios órganos: a) la piel pierde las marcas fuertemente coloreadas y arborificadas de los esguines pasando a ser argéntea o plateada por la aparición de purina, guanina e hipoxantina en la dermis, produciéndose también desprendimiento de escamas. En los jóvenes salmones el pedúnculo caudal es más marcado y la aleta caudal más escotada. Durante este periodo hay amplia utilización de las reservas lipídicas y proteícas, aumento de longitud y adelgazamiento, b) el glucógeno disminuye fuertemente debido a la utilización de las reservas energéticas c) se observa, así mismo, aumento significativo de la absorción intestinal de agua y electrolitos con disminución de las pérdidas periféricas. Los citados cambios coinciden con aumento de la tiroxina plasmática y un máximo de la $\text{Na}^+ \text{-K}^+$ ATPasa branquial, d) retención de agua casi total en las truchas arco iris al pasar al mar.

El **riñón**, situado por debajo de la aorta dorsal como una masa única, está formado por las nefronas y un tejido intersticial que entre sus fibras de reticulina contiene otros cuatro tejidos: en la región anterior se encuentran el hematopoyético, el retículo-endotelial o linfoide y algunos elementos endocrinos como el interrenal, las células de cromafina y los corpúsculos de Stannius

y en la zona posterior el tejido excretor con algunas células hematopoyéticas y linfoides.

El riñón de los peces de aguas continentales desempeña funciones de considerable importancia en la evacuación de agua excedentaria sin pérdida excesiva de electrolitos, sin embargo los glomérulos renales de las especies marinas, como ya se ha visto, son escasos y de menor tamaño o no existen, diferencia que refleja su escasa capacidad para producir orina.

Se ha comprobado que el volumen de orina de los Salmónidos está influido por la alimentación y la patología, la temperatura y calidad del agua, las manipulaciones y la anestesia, el comportamiento y estrés hipóxico, la exposición a ciertos xenobióticos y la “*smoltification*”.

La trucha arco iris elimina 0,34ml/h/100g de peso (5-12 mOsm de cloruro en aguas marinas).

Desde el punto de vista productivo, patológico y económico, las situaciones de estrés, lesiones de riñón, algunos procesos infecciosos y parasitarios, alteraciones físico-químicas del agua, etc., dan lugar a desequilibrios iónicos, retenciones o eliminación del agua corporal y como consecuencia a trastornos que cursan frecuentemente con edemas, ascitis y exoftalmos o deshidratación y muertes con graves repercusiones en los rendimientos económicos. En consecuencia, tanto en la piscicultura continental como en la marina los peces deben ser manejados correctamente desde los puntos de vista zootécnico, sanitario y terapéutico.

Circulación

El sistema circulatorio de los peces Osteictios es simple y cerrado o completo. La sangre venosa poco oxigenada es impulsada desde el corazón (seno venoso, aurícula, ventrículo y bulbo arterioso) hacia las branquias, mediante 7-8 latidos por minuto, en las que es oxigenada por el sistema contra-corriente ya men-

cionado; desde las branquias la sangre arterial circula hacia la aorta dorsal y la arteria caudal llegando hasta los arcos hemales de las vértebras para irrigar los diferentes órganos y tejidos mediante el sistema arterial.

La sangre venosa caudal retorna hacia el sistema porta renal y al salir de los riñones se reúne con la que proviene de las venas cardinales posteriores para continuar con las cardinales comunes a nivel pectoral que, a su vez, se unen a los conductos de Cuvier de entrada al seno venoso cardiaco. Los citados conductos reciben igualmente, por una parte la sangre venosa de la región inferior de la cabeza vía vena yugulares y de las paredes laterales del cuerpo por conducto de las venas abdominales laterales, y por otra parte la sangre procedente de las venas hepáticas y de las vísceras a través del sistema porta hepático.

El volumen de sangre implicado en la circulación de los peces óseo es del 1,5-3 % de su peso vivo muy inferior si se compara con el 6% o mas de los Mamíferos.

Dada la sencillez de la circulación sanguínea en los peces y del escaso volumen de sangre, las implicaciones zootécnicas y sanitarias de su conocimiento anatomo-fisiológico, se derivan, principalmente, de la importancia del sistema porta-renal en la rapidez de perjuicios originados por las sustancias tóxicas y bioagresores infecciosos, del aumento de efectos farmacocinéticos y de la precocidad de fermentación y putrefacción cadavéricas, así como de la dificultad para la obtención de sangre de los vasos sanguíneos caudales para la realización de análisis y diagnósticos de laboratorio.

Reproducción

De todas las funciones fisiológicas de los peces, la reproducción es la que ofrece mayor diversidad y complejidad, ya que frecuentemente existe una discordancia entre la determinación heterogamética genotípica y fenotípica del sexo.

Las diferentes formas de reproducción que pueden presentarse en los Teleósteos son:

- Bisexualidad o gonocorismo con separación de sexos, propia de la mayoría.
- Intersexualidad esporádica, anomalía de especies bisexuales. En un mismo animal se encuentran testículos y ovarios de forma accidental (arenque, caballa, bacalao).
- Intersexualidad temporal o unisexualidad: intersexo transitorio antes de la orientación a macho o hembra (Salmónidos, Cíprinidos, Anguélidos).
- Hermafroditismo sincrónico:
 - a) Funcional o intersexualidad definitiva debida a ovotestis, simultáneo o sucesivo, protándrico o protogínico (Serránidos, Espáridos).
 - b) Potencial: una parte del ovotestis es funcional y la otra latente toda la vida (mero).
- Hermafroditismo asincrónico o inversión sexual: cambio de sexo con la edad (besugo, lubina, anguila).

En los peces óseos objeto de producción controlada en Europa (salmón, trucha, carpa, dorada, rodaballo, peces gato, esturión) las funciones de reproducción tienen lugar por mecanismos comunes a los de todos los Vertebrados, con adaptaciones particulares al medio acuático y a la de su carácter mayoritariamente ovíparo.

La diferenciación de las gónadas tiene lugar en un periodo preciso del desarrollo de cada especie y una vez llegada la pubertad, los testículos y ovarios pueden alcanzar hasta el 20-25 % del peso corporal, lo que representa un gasto energético susceptible de repercutir en el rendimiento y la supervivencia de los reproductores y la calidad de su carne.

La fecundación externa hace que los gametos de ambos sexos sean emitidos simultáneamente ya que la supervivencia de los espermatozoides en el agua es extremadamente corta (3-5'), aunque son susceptibles de conservación por refrigeración o con-

gelación con diluyentes especiales, para la práctica de la inseminación artificial y obtención de peces triploides.

En las gónadas, generalmente alargadas y en algunos casos ovales, en forma de Y (Cíprinidos) o ramificadas (Ictalúridos), son sintetizados diferentes factores endocrinos, paracrinos y exocrinos (péptidos, proteínas y hormonas sexuales) que intervienen en el control de la gametogénesis, de los caracteres sexuales secundarios y del comportamiento, pudiendo influir también en el crecimiento y adaptación, así como en la defensa frente a los agentes patógenos.

Los **testículos** pares y huecos, en algunos casos fusionados o únicos, han sido clasificados según su estructura en acinares o lobulares (Clupeidos, Cíprinidos, Salmónidos y Esócidos) y tubulares (Perciformes) formados por espermatocistos o quistes espermáticos (bolsas, ampollas o folículos) constituidos por las células germinales o espermagonias rodeadas por las somáticas y nutricias de Sertoli.

El desarrollo de las unidades de espermatogénesis tiene lugar en los espermatocistos de forma similar a la de los Mamíferos mediante procesos de multiplicación y diferenciación celular que a partir de células diploides (espermagonias) concluye con la diferenciación morfológica de espermatozoides haploides y su espermación o emisión juntamente con las secreciones de las glándulas accesorias a través del espermiducto y el poro genital, después de su maduración.

Los **ovarios**, también generalmente pares y huecos, a veces compactos, y en algunos casos fusionados total o parcialmente (perca) o únicos (Pecílidos), están prolongados por un oviducto que termina en la papila urogenital, excepto en los Salmónidos y Anguélidos, desprovistos de gonoductos, en los que los ovocitos son liberados a la cavidad celómica mediante un repliegue o canal peritoneal en forma de embudo, antes de ser expulsados al exterior.

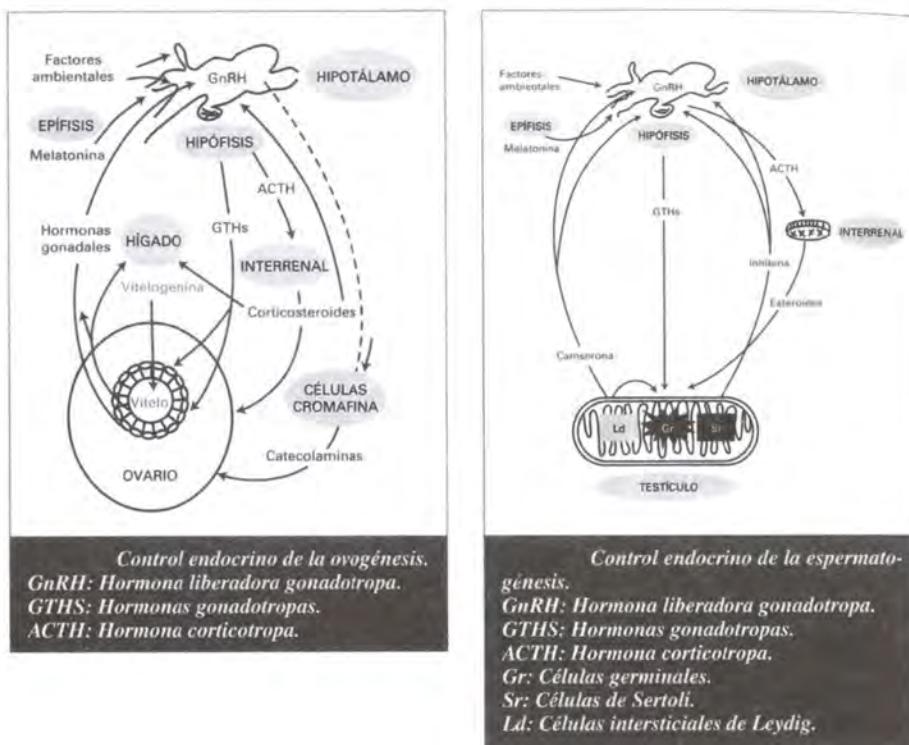
La ovogénesis comienza con la multiplicación de las ovogonias en las que se desarrolla un proceso meiótico durante el cual los ovocitos I se rodean de dos capas de células somáticas (teca y granulosa) con organitos celulares específicos que son cubiertas por la zona radiada futuro corion. Después comienza un aumento considerable del volumen merced al importante proceso de vitelogénesis por penetración pinocitósica y acumulo de reservas vitelinas de origen hepático estimulada por la vitelogenina y el 17-² estradiol. A continuación se producen sucesivamente la maduración ovocitaria o meiótica durante la cual tiene lugar la emisión del 1.^{er} corpúsculo o glóbulo polar (reducción del número de cromosomas de 4n a 2n), hidratación y aumento de volumen (10-15 % en la trucha arco iris), fusión de gotas lipídicas y vitelo, adoptando aspecto translúcido y por fin la ovulación o expulsión del ovocito II. La meiosis se realizará por expulsión del 2.^o corpúsculo o glóbulo polar antes de la fusión con el espermatozoide.

Los **ciclos reproductores** de los Teleósteos, en particular los de las zonas templadas, se desarrollan a un ritmo anual, de tal forma que la ovulación, emisión y fecundación de los gametos en los medios naturales se produce durante una época del año precedente a la de abundancia de alimentos.

El ritmo endógeno de la gametogénesis depende de una serie de estímulos externos, en especial del fotoperíodo, temperatura, presión, salinidad, pH, interacciones sociales y feromonas.

La función reproductiva de las hembras puede presentar distintas modalidades a nivel de la ovulación y particularmente del desove:

- Anual en el mero y los Salmónidos excepto en algunas especies de truchas arco iris que lo hacen dos veces al año.
- Varias separadas por algunas semanas, si la temperatura y alimentación son favorables, como ocurre con la carpa y otros Cíprinídos.
- Mas o menos regularmente, espaciadas, en el rodaballo.
- Ritmo diario en la dorada.



En los machos de algunas familias como en la de los Salmónidos y Esócidos, los ciclos sexuales son muy marcados con un solo tipo de células germinales en los testículos, mientras que en otras como en los Cíprinidos, la presencia de todos los tipos celulares de la espermatogénesis se hallan presentes todo el año.

El control fisiológico y emisión de los gametos, tanto en el macho como en la hembra requiere, como ya ha sido mencionado con anterioridad, ciclos sincronizados de los reproductores de la misma especie, exigencias que son satisfechas por los sistemas nervioso y endocrino mediante complejas y estrechas interrelaciones e interacciones hormonales hipotálamo-hipófiso-gonadales y hepáticas, en las que también intervienen las hormonas de la epífisis o glándula pineal, interrenales y de células de cromafina.

En la moderna acuicultura, como en otros sectores de las producciones animales, resultan imprescindibles, unos básicos y amplios conocimientos de la anatomo-fisiología de la reproducción para la correcta obtención de gametos, la aplicación de tratamientos con hormonas o sus análogos de síntesis, de extractos hipofisarios, hormonas gonatropas y gonadales, prostaglandinas, feromonas o de otros fármacos, con el fin de conseguir, la maduración precoz de gónadas, inducción al desove y la puesta, sincronización de actividades sexuales, práctica de la inseminación artificial, inversión de sexo y manipulaciones genéticas como la obtención de individuos triploides estériles. En tal sentido, debe tenerse en cuenta que no existe especificidad zoológica entre las hormonas de los Mamíferos y las de los peces.

Sistema inmunitario

La inmunidad natural en los peces es debida a factores humorales (lisozima, complemento, interferón, aglutininas, hemolinas, precipitininas, sustancias neutralizantes) y celulares (linfocitos).

Las reacciones inmunitarias son elaboradas en la zona intersticial del riñón, bazo, timo, endotelio y espacios intercelulares del atrio cardiaco.

La inmunidad humoral adquirida se basa en una clase de inmunglobulina (IgM) que circula por vía sanguínea, que se encuentra en el moco tegumentario e intestinal de algunos Teleósteos.

Curiosamente, las graves infecciones virales y vacunaciones antibacterianas en piscicultura originan anticuerpos serológicos, pero no sucede lo mismo con las bacteriosis naturales, lo cual es un grave inconveniente para el diagnóstico de animales portadores.

La inmunidad celular adquirida es responsable de reacciones de hipersensibilidad retardada y de citotoxicidad entre las células infectadas o transformadas. Se desconoce actualmente el papel que desempeñan los linfocitos T en la inmunidad de los peces óseos.

El control de las reacciones inmunitarias depende de diferentes factores externos (temperatura, fotoperiodo, ciclo estacional) e internos (edad, peso) y especialmente hormonales (eje hipotálamo-hipófiso-interrenal).

Visión

En condiciones normales la transparencia del aire es mucho mayor que la del agua, por lo cual la visibilidad en el aire se mide en cientos de metros y en el agua en centímetros (miopía), circunstancia que dificulta algunas operaciones y técnicas en piscicultura.

Los ojos de los peces Osteictios no son esféricos si no ligeramente aplanados, morfología posible en el medio acuático gracias a que el índice de refracción es semejante al del agua. Su estructura es similar a la de otros Vertebrados pero con significativas diferencias. Se localizan bilateralmente en dos cavidades del cráneo y están dotados de tres músculos oculomotores, pero los movimientos de cada uno de los ojos son independientes y no se dirigen hacia los objetos como en los Mamíferos sino que mueven todo el cuerpo para conseguirlo.

El globo ocular que carece de párpados y el aparato lacrimal no son necesarios en el ambiente acuático.

La córnea, muy fina, es irrelevante como superficie óptica en la trucha y otros peces, pero vulnerable a los agentes patógenos y traumáticos; la esclerótica, la úvea y los humores acuoso y vítreo son similares a los de otros Vertebrados.

La pupila es circular con alguna elongación para facilitar la localización y captura de presas y gránulos de alimentos.

El iris se encuentra virtualmente fijo a un esfínter muscular poco desarrollado probablemente porque muchos peces no necesitan una rápida adaptación a altos niveles de intensidad lumí-

nosa; en el interior del iris de muchas especies hay melanina y guanóforos que le proporcionan una apariencia plateada.

El cristalino esférico es indeformable y protruye a través del iris dando lugar a un amplio ángulo de visión y su corta longitud focal significa larga profundidad de foco. Como consecuencia de la falta de elasticidad de la lente, la acomodación visual no puede ser realizada por cambios en su morfología sino por movimientos rectilíneos de delante a atrás y ligeramente laterales a lo largo del eje visual, merced al músculo retractor y al ligamento suspensor del cristalino. La citada estructura indujo a algunos autores a opinar que los peces eran miopes.

La coroides mediante su red vascular abastece de sangre y oxígeno a la retina por un mecanismo similar al de la secreción de gases por la vejiga natatoria.

La retina de los salmones, similar a la de otros Vertebrados, se nutre a través de una formación vascular denominada proceso falciforme. En el examen del fondo de ojo se observa la carencia de fóvea para la visión binocular.

La conformación y estructura de los ojos de los Teleósteos los permiten dar un máximo rendimiento a intensidades de luz menores que las necesarias para el ojo humano.

El campo visual para cada uno de los ojos se halla comprendido entre 160-170° en sentido horizontal y 150° verticalmente y la visión binocular es solamente de 20-30°. Si el pez mira hacia arriba, puede percibir objetos solamente dentro de un ángulo de 98°; fuera de esa ventana redonda situada por encima de la superficie del agua, la luz se refleja de forma que el animal puede ver la imagen del fondo como si fuera en un espejo.

En aguas poco profundas los peces tienen capacidad para distinguir los colores.

El sentido de la vista y la transparencia del agua son fundamentales en la piscicultura intensiva para la localización y apro-

vechamiento de las partículas y los gránulos de los alimentos y para evitar traumatismos, infecciones y parasitismos que originan frecuentemente exoftalmos, opacidades de córnea, cataratas y otras lesiones con graves repercusiones en las producciones.

Olfacción y gusto

El sentido del **olfato**, bien desarrollado en los peces, posee los mismos receptores que en los Mamíferos, con la diferencia de que en los primeros están recubiertos por una gruesa capa de agua.

Los órganos olfativos son pares cada uno de los cuales tiene dos orificios nasales (a veces uno) divididos por un puente cutáneo que comunican con las cavidades o fosas olfatorias ciegas, cubiertas por el epitelio sensorial en forma de roseta sin conexión alguna con la boca. Los movimientos natatorios y respiratorios dan lugar a la entrada y salida del agua por los citados orificios

Los peces óseos son capaces de detectar por el olfato mínimas cantidades de sustancias orgánicas y sustancias químicas de gran interés en piscicultura, como sucede con los piensos aromatizados y los productos y feromonas sexuales especialmente en las especies migratorias gamodromas como el salmón y la anguila.

Las papilas del sentido del **gusto** se encuentran en la epidermis de la boca, labios, barbillas, faringe y arcos branquiales y en algunas especies en la cabeza, las aletas e incluso por toda la superficie del cuerpo. Las respuestas a los estímulos de diferentes sustancias químicas, iones y metales pesados son diferentes a las de los Mamíferos.

Audición y equilibrio

Los receptores de la audición y del equilibrio se localizan en el oído en colaboración con los de la línea lateral constituyendo el sistema “acústico-lateral”.

Los peces poseen únicamente oído interno estructurado en sáculo, utrículo, canales semicirculares y lagena llena de endolinfa con otolitos pero carecen de cóclea, por lo que algunos autores los catalogaron como sordos.

En los canales semicirculares es detectada la aceleración angular y los otolitos (de gran utilidad taxonómica y determinación de la edad) la fuerza de la gravedad y las ondas de baja frecuencia; los inferiores reaccionan frente a las ondas sonoras que se transmiten en el agua mas rápidamente que en el aire, el superior es el órgano del equilibrio en concordancia con los receptores de los canales de la línea lateral correspondiente, en los que son detectadas las variaciones de presión y movimientos del agua, de los predadores y las presas y de otros obstáculos.

Alguno peces de las familias Ciprínidos, Silúridos y de acuario, denominados Ostariofisios, existe una conexión entre el oído y la vejiga natatoria (órgano de Weber) que actúa como caja de resonancia merced a la cual pueden ser amplificados los sonidos.

Finalizo mi intervención asegurando que tanto en la acuicultura de aguas marinas como continentales, los peces deben ser manejados y tratados de forma correcta desde los puntos de vista, zootécnico, sanitario, patológico y terapéutico. Con la esperanza de haber contribuido a la aclaración e interpretación de los conceptos y aspectos anatómicos, fisiozootécnicos y clínicos mas interesantes en un sector tan importante y de actualidad de las producciones animales como el de la acuicultura.

He dicho.

**TULAREMIA.
BROTE NUEVO EN CASTILLA Y LEÓN EN 2007**

EXCMO. SR. D. ELÍAS F. RODRÍGUEZ FERRI

Académico de Número
31 de octubre de 2007

INTRODUCCIÓN

A finales de 1997 tuvo lugar un brote de tularemia en Castilla y León, una enfermedad que hasta entonces nunca antes se había diagnosticado en España. El brote se prolongó con gran virulencia a lo largo de 1998 y parte de 1999, con un saldo final de 559 casos confirmados, la mayor parte (513 casos) de la Comunidad Autónoma, y el resto de otros nueve territorios autonómicos, principalmente relacionados con partidas de caza llevadas a cabo en tierras de Castilla y León¹ (País Vasco, Cataluña, La Rioja, Madrid, Navarra, Asturias, Galicia, Cantabria y Valencia). El primer aislamiento de *F. tularensis* de origen humano se consiguió en el Hospital del Río Carrión, de Palencia. El brote de tularemia estuvo relacionado principalmente con la manipulación de liebres, especie que sufrió de una importante mortalidad a lo largo del verano y otoño de 1997.

¹ Brote de Tularemia en Castilla y León. BES 1997, 5:26/249-256. <http://bvs.isciii.es>.

Un segundo brote, menos numeroso, con 19 casos humanos, tuvo lugar en la provincia de Cuenca en 1998, relacionado con la manipulación de cangrejos en la localidad de Moncalvillo de Huete, próxima al río Mayor y el embalse de Buendía. Se detectó la presencia de *Francisella tularensis* por PCR a partir del estómago y hepatopáncreas de los cangrejos y se aisló la bacteria de las muestras de agua procedentes de una depuradora situada en el tramo de río autorizado para la pesca del cangrejo. Los diagnósticos humanos se confirmaron por serología.

Estas cifras, tan altas, han sugerido comentarios a propósito de su comparación con los niveles ordinarios en otras latitudes. Según señalan Eirós y Rodríguez Torres, en los EE.UU. se declaran al año unos 200 casos y en Japón, desde 1996, solamente se han descrito 10 casos. Otras cifras recogidas por Guerra (2007) incluyen para Escandinavia los brotes más numerosos (entre 1966 y 67 se recogieron 600 casos, en 1981 529 y en 2000-04, un total de 234. Recientemente, en agosto de 2004 se denunciaron en Francia un total de 15 episodios. En cualquier caso las cifras del primer brote denunciado en España permite situarle en los primeros puestos de la historia reciente de esta enfermedad.

En el brote de 1997-98, la forma clínica más frecuente fue la ulceroganglionar (el 55'4%) seguida de la forma ganglionar (15'3%), tifoidea (6'6%), orofaringea (5'2%), pulmonar (4'6%) y oculoganglionar (1'8%).

Antes de estas fechas, Gutierrez *et al* (2003) señalan la presencia de 9 sueros con títulos sospechosos (4 de ellos con valores de 1/80 y uno con título de 1/160), probados negativos frente a otras bacterias de reacción cruzada, de un total de 4.825 sueros procedentes de varias provincias de la comunidad autónoma recogidos en 1996.

En lo que respecta a la enfermedad en los animales, la primera denuncia fue realizada por los cazadores, quienes hicieron notar en el otoño de 1997 una elevada mortalidad de liebres (se llegó a estimar cifras de entre 15.000 y 20.000 liebres), en es-

pecial en la comarca de Tierra de Campos (unos 11.000 km²), en la confluencia de las provincias de Palencia, Burgos, Zamora y León, lo que motivó que los servicios veterinarios dependientes de la Consejería de Agricultura y Ganadería, así como los dependientes de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, iniciaran una recogida sistemática de muestras y su envío a distintos laboratorios oficiales del país, con el propósito de conocer la causa. En el Laboratorio Central de Sanidad Animal, dependiente del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, sobre una liebre recibida el 10 de diciembre de 1997, procedente de Montealegre (Valladolid), se consiguió y comunicó el primer aislamiento de *Francisella tularensis*. Entre esa fecha y finales de enero de 1998, dicho laboratorio procesó un total de 77 muestras, de vísceras o de cadáveres de liebres, así como 7 cadáveres de topillos (*Microtus arvalis*). Del primer bloque de muestras se aislaron 22 cepas y 1 más de los topillos. En este estudio, la mayor parte de las muestras positivas procedieron de la provincia de Valladolid, seguida de la de Zamora, y en menor número de las de Palencia, León, Segovia, Burgos, Ávila y Soria.

En definitiva, el brote de 1997-98 respondió a los criterios que definen la emergencia de enfermedades infecciosas, en particular zoonosis; descripción por primera vez en España, enfermedad de gran difusión, alta infectividad y otras connotaciones añadidas (condición de agente clasificado, en particular para el tipo A).

Después de estos primeros estudios acerca del aislamiento de *F. tularensis*, se ha comunicado que con anterioridad a 1997, una gran mortandad de liebres que tuvo lugar en 1994, en la misma zona geográfica, se debió también a un brote de tularemia. Durante la temporada 94-95 un brote diagnosticado como “síndrome de la liebre parda europea” produjo decenas de liebres muertas en el campo. Fernández de Luco *et al* consiguieron en 1998 (a raíz de la descripción del brote que comentamos) el aislamiento de *F. tularensis* a partir de vísceras de liebres procedentes de las provincias de Burgos, Valladolid y Zamora recogidas entre 1994 y 1995, y que habían sido conservadas congeladas. Este dato conjuntamente con el referido antes (Gutierrez *et al.*, 2003),

pone de manifiesto la presencia de la enfermedad antes de 1997 y no diagnosticada, ni en los animales ni el hombre. Tampoco puede descartarse que solamente la zona de estudio sea la única con tularemia.

Entre 2000 y 2006 se produjo un silencio epidemiológico apenas salpicado por algunos casos esporádicos. Se cita un caso en 2000, otro en 2001 (debido a la manipulación de cangrejos en la provincia de Palencia), 4 en 2004 (en la provincia de Zamora), 6 en 2005 y uno más en 2006, cifras que ponen de manifiesto el asentamiento de *Francisella tularensis* en la región, adaptada a uno o varios tipos de hospedadores reservorios, capaz de producir esporádicamente brotes explosivos en coincidencia con la sobre población de alguno de ellos, en particular, liebres y, seguramente, también roedores de campo (en menor medida), sin excluir la posible participación de cangrejos de río, en particular la variedad *Procambarus clarkii* (cangrejo rojo americano) mucho más voraz que la especie autóctona (prácticamente extinguida) y capaz de acceder a cadáveres de animales muertos de la enfermedad, tanto dentro como fuera del agua. Las posibilidades de contaminación del agua, incluso la posible existencia de reservorios como las amebas (demostrada en Noruega en el caso de *Acanthamoeba castellani*) sería otra posibilidad a tener en cuenta, igual que la participación de invertebrados, fundamentalmente garrapatas.

TULAREMIA

La Tularemia, «una septicemia de origen bacteriano, altamente contagiosa, de los roedores y también de otros mamíferos, aves, reptiles y peces, transmisible al hombre y caracterizada por una alta mortalidad» recibe su nombre del condado californiano de Tulare, donde fue observado por primera vez entre las ardillas en 1911.

El microorganismo responsable, inicialmente aislado de ardillas en medios con yema de huevo y denominado *Bacterium tularensis* por McCoy y Chapin, fue redenominado *Francisella*

tularensis en honor a Francis, quien había probado en 1919 el papel de las liebres en la transmisión de la enfermedad al hombre, además de aportar otros estudios como los referidos a las relaciones entre estos agentes y otros del género *Brucella*. El primer caso en seres humanos fue descrito por Vail, Wherry y Lamb en 1914.

La tularemia ha recibido también otras denominaciones, muy descriptivas, en distintas partes del mundo, que aluden a algún carácter particular de su presentación, vehículo de transmisión o infección, o autor que realizó la primera descripción. Es el caso, por ejemplo, de denominaciones como «fiebre de tábanos», «fiebre de los conejos», «fiebre de las liebres silvestres», «enfermedad de Ohara» o «enfermedad de los cazadores de ratas de agua».

Francisella tularensis es un bacilo o cocobacilo Gram negativo, inmóvil y no esporulado, de pequeño tamaño (0,2 x 2 micras), dotado de una seudocápsula extracelular de composición compleja (glúcido-lípido-proteica). Es aerobio y de crecimiento lento (2 a 10 días a 37° C y un pH de 6,8 a 7, aunque los subcultivos acortan el periodo de incubación y pueden obtenerse colonias en 48 ó 36 horas. Producen colonias pequeñas, transparentes, confluentes, mantecosas y emulsionables en agua.

Necesita de aminoácidos azufrados para el crecimiento, en particular cisteína y suelen utilizarse medios ricos como el agar sangre agar chocolate suplementados, o el medio de Thayer-Martin, modificado.

Desde el punto de vista taxonómico *F. tularensis* incluye, en la actualidad, 4 subespecies: *F. tularensis tularensis* (también deno-



Francisella tularensis.
Tinción por Gram

minada *nearctica* o tipo A), que se distribuye por América del Norte y para la que estudios recientes han propuesto su división en los subtipos A₁ y A₂ con distintas áreas de distribución en Estados de USA, *F. tularensis holarktica* (también denominada *palaearctica* o tipo B), que se distribuye por todo el hemisferio norte, desde América del Norte a Europa, Asia y Japón, en la que se diferencian tres biovaries, los tipos I (sensible a eritromicina ó eryS), II (resistente a eritromicina ó eryR) y la biovariedad japónica. Además se incluyen, también las subespecies *mediásiática* (en Asia) y *novicida* (descrita habitualmente en América y, recientemente, también en Australia).

CARACTERES DE INTERÉS EPIDEMIOLÓGICO

Desde el punto de vista epidemiológico existen numerosas cuestiones de interés. En primer lugar, la propia distribución de la enfermedad, originada por las distintas subespecies patógenas. Como se ha señalado antes, el tipo A (subespecie *tularensis*) se distribuye preferentemente en Norteamérica, con particularidades entre los Estados que justifican la propia subdivisión en subtipos comentada. Por otra parte, aunque en Europa no se había señalado tradicionalmente la presencia de esta subespecie, se ha descrito recientemente algunas cepas aisladas en Eslovaquia entre 1986 y 1988, y en Austria en 1990, a partir de mosquitos, garapatas y micromamíferos². Estos hallazgos se han considerado de un enorme interés dada la virulencia de la subespecie y se ha recomendado su vigilancia extrema. Se consideran de origen antropogénico.

² Gurycova, D., 1998. First isolation of *Francisella tularensis* subsp. *tularensis* in Europe. *Europ. J. Epidemiol.* 14: 797-802.

Chaudhuri, R.R., Ren, Ch-P., Desmond, L., Vincent, G.A., Silman, N.J., Brehm, J.K., Elmore, M.J., Hudson, M.J., Forsman, M., Isherwood, K.E., Gurycova, D., Minton, N.P., Titball, R.W., Pallen, M.J., and R. Vipond. 2007. Genome sequencing shows that European isolates of *Francisella tularensis* subsp. *tularensis* are almost identical to US Laboratory Strain Schu S4. *PLOS ONE*. 4: e352. www.plosone.org.

La subespecie *holarctica* (tipo B) se distribuye por todo el mundo, en el hemisferio norte. Es la subespecie encontrada en España en los brotes reconocidos hasta el momento, pero resulta especialmente común en el norte de Europa, Rusia y Japón, donde ocasionalmente produce brotes de distinta importancia.

La zona de influencia de la subespecie *mediasiatica* es Asia y Japón en particular, mientras que la distribución de la subespecie *novicida* es fundamentalmente América y, recientemente, se ha descrito también en Australia.

Desde el punto de vista epidemiológico es destacable la supervivencia de esta especie que, pese a carecer de esporos, verdaderas cápsulas u otro tipo de atributos relacionados con la resistencia o estabilidad en el medio ambiente, le permite sobrevivir períodos prolongados en la naturaleza, en particular en condiciones de frío ambiental, como sucede en invierno, hasta 3 y 4 meses. La congelación no le afecta y se mantiene perfectamente, incluso en cadáveres congelados, o en condiciones idóneas de humedad.

En agua sobrevive semanas o meses, siendo este un aspecto de gran interés en la difusión de la enfermedad, pues el agua puede contaminarse por la presencia de cadáveres de animales muertos como consecuencia de la enfermedad y ser vehículo de contagio al beber, tanto en el caso de los animales como del hombre; por otra parte, se ha descrito en Noruega la posibilidad de que amebas de vida libre de la especie *Acanthamoeba castellani* puedan actuar como reservorios de *Francisella tularensis* en períodos interepizóticos³.

En los cadáveres infectados puede sobrevivir períodos variables, de hasta 4 meses en condiciones de frío, aunque otros autores son más restrictivos y señalan que los cambios que se suceden en el cadáver eliminan la bacteria en pocos días.

³ Abd, H., Johanson, T. Golovliov, I., Sandstrom, G. and M. Forsman. 2003. Survival and growth of *Francisella tularensis* in *Acanthamoeba castellanii*. *Appl. Environ. Microbiol.* 2003 Jan;69(1):600-606.

La persistencia en los aerosoles es escasa, siendo inactivada con cierta rapidez como consecuencia del efecto combinado de las radiaciones ultravioleta, la desecación y la oxidación. Por último, *F. tularensis* es muy lábil tanto al calor (se inactiva a 55° C después de diez minutos de exposición) y a los desinfectantes ordinarios.

Hospedadores. *F. tularensis* es ubicua y está capacitada para alojarse en multitud de hospedadores vivos. Hasta la fecha se ha descrito a partir de más de 150 tipos de vertebrados, incluyendo mamíferos, aves, peces, anfibios y reptiles, así como de alrededor de cien especies de invertebrados, algunos de los cuales resultan críticos en el mantenimiento y difusión de la infección.

Esta condición de especie de múltiples hospedadores, como ocurre a menudo, va pareja de la selección de unos pocos que tienen la condición de reservorios que constituyen las fuentes de infección tradicionales. Este papel se reserva, fundamentalmente a los lagomorfos y los roedores.

Entre los animales domésticos, algunas especies son susceptibles en mayor o menor grado, pero por lo general no se comportan como reservorios, igual que sucede con el hombre, de tal modo que la infección está condicionada a la presencia de otra fuente de infección y éstos no se comportan del mismo modo, no actuando como portadores-eliminadores. Se incluyen ovejas, caballos, perros o gatos. Los bovinos se consideran resistentes.

En el tipo A (subsp. *tularensis*) se consideran reservorios principales el conejo de cola de algodón (*Sylvilagus audubonii*) común en América, roedores acuáticos y muchos tipos de garrafas. El tipo B (subsp. *holarctica*) tiene en la liebre, roedores y garrafas sus principales reservorios.

Las garrafas son verdaderos reservorios, igual que vectores, y pueden transmitir la bacteria a su descendencia (transovárica y transestádica) o de forma horizontal a otros hospedadores sanos. Se incluyen múltiples especies, particularmen-



Ejemplares de liebre europea (*Lepus europaeus*) y de topillo (*Microtus arvalis*), dos reservorios de tularemia en España

te *Amblyoma americanum*, *Dermacentor andersoni*, *D. variabilis*, *Ixodes* spp, etc. En Estados Unidos, Europa, Asia y Japón se han descrito aislamientos repetidamente de *F. tularensis* a partir de garrapatas.

Otros invertebrados como los mosquitos y las moscas son igualmente vectores y reservorios. Los primeros se han señalado en brotes epizoóticos en Eurosia, Escandinavia y la región del Báltico en Rusia. Se incluyen principalmente especies de *Aedes* como *A. cinereus* o *A. excrucians*. Finalmente, entre las moscas picadoras o mordedoras, la transmisión de la tularemia está acreditada desde los primeros tiempos de su conocimiento, como lo atestiguan algunas de las denominaciones ya señaladas (fiebre de tábanos, fiebre de la mosca del ciervo, etc.). Se incluyen *Chrysops discalis*, *Ch. aestuarius*, *Ch. relictus* o *Chrysozona pluvialis*, entre otros.

Epidemiológicamente las garrapatas suelen asociarse a los lagomorfos y los mosquitos y moscas a los roedores. Está descrito un ciclo roedor-mosquito en Rusia y Escandinavia. Además, se ha observado que los picos humanos que tienen lugar en verano o estaciones cálidas se relacionan más con garrapatas y roedores, mientras que los que suceden en épocas frías, de invierno, se relacionan principalmente con liebres.

La transmisión entre animales tiene lugar por muchas vías, por contacto directo enfermo-sano o indirecto, a través de la intervención de un ambiente contaminado con heces, orina o pelo, procedente de individuos infectados. Debe contarse también con la participación de vectores invertebrados, a los que se ha aludido, incluyendo parásitos externos como pulgas, mosquitos, garrapatas, etc... Entre los animales, un procedimiento común común de transmisión en los carnívoros tiene lugar como consecuencia del consumo de animales enfermos o cadáveres de animales muertos como consecuencia de la enfermedad. Finalmente, en algunas ocasiones, la ingestión de agua contaminada es la responsable de la infección.

El hombre se contagia a partir de los animales como consecuencia de su contacto y manipulación, especialmente en lo que se refiere a las piezas de caza, como las liebres que al ser manejadas para su preparación culinaria (desollado, evisceración y troceado) proporcionan situaciones de riesgo (nubes de polvo o pelos contaminados, contacto con tejidos o fluidos contaminados, cortes o heridas con instrumentos utilizados para la preparación de los animales, etc.) y ello considerando que en la práctica las posibilidades de ingreso de la bacteria pueden producirse de múltiples modos (exposición de mucosas: conjuntival, nasal, oral, ingreso a través de heridas, arañazos o rasguños e incluso de la piel íntegra, previamente macerada por contacto con agua). La vía oral es menos común si es el consumo de alimentos contaminados el que se contempla, dada la labilidad de *F. tularensis* al calor, que hace que mínimas preparaciones culinarias calientes la inactiven; sin embargo, si es posible el contagio a través de la ingestión de agua contaminada.

En estas condiciones se constituyen operaciones de riesgo, como se ha dicho, el desollado de las piezas de caza, la manipulación de cangrejos procedentes de zonas sospechosas de tularemia, las excursiones en zonas densamente pobladas de garrapatas, el contacto con animales parasitados, la ingestión de agua de zonas sospechosas y, de modo muy especial, el trabajo en laboratorios de diagnóstico o investigación en los que se manejan volú-



Los cangrejos participan en la difusión de *F. tularensis* como consecuencia de sus hábitos necrofágicos.

menes importantes y concentrados del microorganismo. Esta particularidad obliga al uso de niveles 3 de bioseguridad (*F. tularensis* es un agente de clase 3) en los que se dispone de barreras primarias y secundarias y se adoptan prácticas especiales para minimizar o anular el riesgo de contagio.

En cualquier caso, la transmisión natural al hombre se considera de perfil bajo y connotaciones diferentes según se trate de una subespecie u otra. La dosis infecciosa es baja en el caso de la inoculación o inhalación, en la que son suficientes (en el caso del tipo A) 10-50 ufc, mientras que para la vía oral se precisan (en el mismo tipo) valores de al menos 10^8 ufc.

Grupos de susceptibilidad. Con carácter general se consideran 3 grupos de susceptibilidad, alto, medio y bajo. Al primero pertenecen la liebre y roedores como el topillo (*Microtus arvalis*), hamster o criceto y ratón. En el grupo medio se incluyen otros roedores silvestres, la oveja o el hombre y, finalmente, en el gru-



Los cazadores constituyen un grupo de riesgo en la tularemia

ejemplo, la DL_{50} es superior a 10^6 ufc.

po bajo de susceptibilidad se incluyen los peces, reptiles, perro y gato, bovino, etc.

La DL_{50} del tipo A es, por lo general, muy baja para los animales de experimentación como el cobaya (bastan menos de 10 ufc para producir la muerte en un plazo de 2-10 días) o el conejo o el ratón (igual que el cobaya), que es un buen modelo de estudio experimental. En el hombre la DL_{50} es inferior a 10^2 (casos sin tratamiento) y en el caso de los ovinos puede producirse una tasa de mortalidad del 50% o más y 20-40% de morbilidad. El tipo B es mucho menos virulento; en el caso del conejo, por

PATOGENICIDAD Y VIRULENCIA

El tipo A es el más virulento. En el caso del hombre es el responsable de más del 80% de los casos humanos y de la práctica totalidad de los casos fatales descritos, en particular en individuos no tratados. El tipo B es moderadamente virulento; en el caso del hombre raramente produce casos fatales. *F. tularensis mediasiatica* es apatógena para el hombre y la subespecie *novicida* se define como escasamente virulenta; de modo infrecuente se asocia con enfermedad en el hombre.

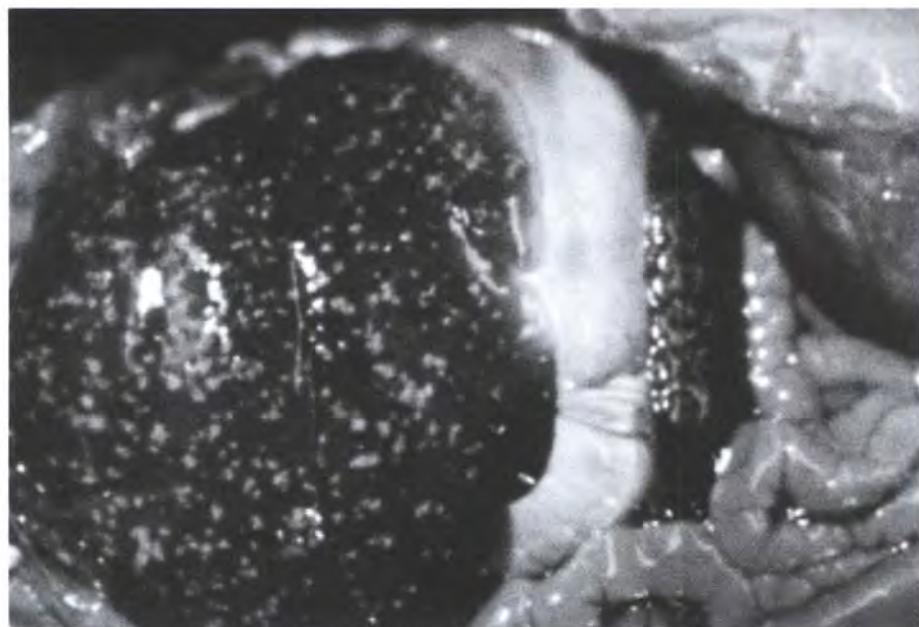
F. tularensis es un patógeno intracelular facultativo capaz de sobrevivir en el interior de macrófagos y monocitos, en los que se multiplica después de evadir la formación del fagolisosoma. Con

este propósito dispone de varios factores de virulencia cuyo conocimiento ha sido objeto de intensa investigación en los últimos años. Se incluye el lipopolisacárido (LPS), atípico, una cápsula o seudocápsula anticomplementaria y un importante número de proteínas entre las que se cuentan una isla de patogenicidad (FPI) recientemente descubierta de 33,9 kb que no se considera responsable de la alta virulencia del tipo A, una serie de proteínas reguladores transcripcionales denominadas MglA, MglB, que se requieren para el crecimiento en los macrófagos y se relacionan con la virulencia en el ratón; entre ellas, la MglA regula positivamente los genes *pdpA*, *pdpD*, *iglA*, *iglC* e *iglD* y la IgIC (una proteína de 23 kD) rompe la señal del receptor de los linfocitos T (TLR) relacionándose con la virulencia, pues los mutantes son atenuados.

Otros componentes relacionados con la virulencia incluyen 'fosfoantígenos', que expanden células gd-T de (significado desconocido) y los sistemas de captación de hierro, mal conocidos, aunque se ha descrito el gen *fur* (un regulador).

CLÍNICA

Animales salvajes. Con carácter general, el cuadro clínico depende de la susceptibilidad del animal considerado; por término medio el periodo de incubación va de 2 a 10 días y el cuadro clínico se caracteriza por una septicemia mortal que corresponde con un cuadro agudo, como ocurre en roedores y lagomorfos. Es habitual que los animales se descubran muertos. En el caso de las liebres, por ejemplo, se observa debilidad, fiebre, úlceras, abscesos y adenopatías. Una característica típica incluye el comportamiento anormal, por ejemplo captura fácil porque no corren o lo hacen lentamente, ni huyen de los perros, se frotan la nariz y las patas con la tierra, se observa rigidez muscular, aspecto anoréxico, diarrea y disnea. En estos animales, dependiendo de la susceptibilidad nuevamente, las lesiones más significativas, en forma de focos necróticos blanquecinos focales, se observan en el hígado y bazo, no siendo extraño que se descubran también en pulmones y médula ósea.



Lesiones típicas de tularemia en liebre. Focos blanquecinos en hígado y bazo

Animales domésticos. En el caso de las ovejas, por ejemplo, se han descrito brotes en áreas enzoóticas de América del Norte, especialmente después de inviernos fríos y en animales muy parasitados de garrapatas. Se observa fiebre, pérdida de peso, adenopatías, dificultad respiratoria, tendencia a aislarse del rebaño, caminar rígido, etc. Las muertes más frecuentes se suceden en los animales jóvenes.

En el caso de los caballos y otros équidos, la enfermedad cursa con fiebre, depresión ataxia, edema de extremidades, disnea y rigidez.

En cerdos adultos la enfermedad suele ser subclínica, mientras que en los jóvenes, se observa fiebre, disnea y depresión.

Entre los pequeños animales la enfermedad solamente se describe en grupos de riesgo muy particulares (perros de caza o

pastor, animales de zonas rurales, incontrolados) en los que se observa fiebre, anorexia, dolores musculares, descargas nasales y oculares y, ocasionalmente, abscesos en el punto de infección. En los gatos se ha descrito también fiebre, anorexia, apatía y úlceras en la lengua y paladar.

En los animales domésticos las lesiones post-mortem varían ampliamente según sea la especie animal de que se trate. En general se puede observar la presencia de focos necróticos gris blanquecinos cuyo tamaño va desde puntiformes a varios mm de diámetro que asientan principalmente en los ganglios linfáticos, bazo e hígado, principalmente. También se ha descrito la presencia de trombosis e infarto en pequeños vasos sanguíneos e hiperplasia de hígado y bazo.

CLÍNICA EN EL HOMBRE

En el hombre, el cuadro clínico depende de la vía de inoculación, la virulencia de la cepa y la dosis de exposición. En general, se admite la existencia de diversas formas⁴:

- Ulceroganglionar (úlcera cutánea con linfadenopatía regional).
- Ganglionar (linfadenopatía regional, sin úlcera).
- Oculoganglionar (conjuntivitis con linfadenopatía pre-auricular).
- Orofaríngea (estomatitis o faringitis o tonsilitis y linfadenopatía cervical).
- Intestinal (dolor abdominal, vómitos y diarrea).

⁴ Definición clínica de caso. En “Manual de notificación. Sistema de Enfermedades de Declaración Obligatoria y Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica y Red de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades Transmisibles de la UE”. Servicio de Vigilancia Epidemiológica y Enfermedades Transmisibles. Dirección General de Salud Pública, Investigación, Desarrollo e Innovación. Junta de Castilla y León www.jcyl.es.

- Neumónica (enfermedad pleuropulmonar primaria).
- Tifoidea (tifoidica) (enfermedad febril, sin localización precoz de signos o síntomas).

La forma ulceroganglionar se produce cuando la bacteria penetra a través de la piel (picadura de insectos, garrapatas, cortes accidentales, heridas, etc.); después de una pequeña lesión de la piel (pápula), la herida se ulcera y es evidente la hinchazón de los ganglios linfáticos regionales (adenopatía), que pueden supurar.

En la forma ganglionar solamente se observa el infarto o hinchazón de los ganglios, aunque en este caso no se circunscribe a una región determinada, sino que pueden aparecer gran número de ellos afectados.

La forma oculoganglionar se produce cuando la infección tiene lugar a través de la mucosa ocular; se observa conjuntivitis e inflamación de los ganglios linfáticos regionales (ganglios preauriculares y ganglios submaxilares), que son muy evidentes.

La forma orofaríngea por lo general es consecuencia de la inhalación (contagio por vía respiratoria) de aerosoles altamente infectantes, o por ingestión de agua o alimentos contaminados. Se observan signos de faringitis no exudativa.

La forma neumónica puede ser consecuencia primaria de la inhalación del microorganismo, aunque también puede representar una complicación de las otras formas. Es la forma más grave.

La forma tifoidea es consecuencia de un estado septicémico, con fiebre. En ocasiones puede haber participación pulmonar o meníngea.

INMUNIDAD

Después del padecimiento de la enfermedad, tanto en el hombre como en los animales (cuando estos la superan con o sin

tratamiento) se produce inmunidad prácticamente permanente; de hecho, la reinfección es un suceso raro, aunque en el hombre se han descrito varios casos.

La aparición de anticuerpos tiene lugar después de la segunda o tercera semana, con un pico que se produce alrededor de la tercera o cuarta. Son anticuerpos de gran persistencia, incluso en niveles altos, hasta los 6 meses o más. Se han descrito, en el hombre, casos de persistencia de anticuerpos (especialmente de tipo IgG y menos en el caso de IgA e IgM) después de 25 años del padecimiento de la infección. No existe relación directa entre el título de anticuerpos y la gravedad de la infección y, desde el punto de vista diagnóstico (ver después), una serología negativa no excluye infección pasada o la ausencia de respuesta de base celular.

La inmunidad de base celular es mucho más precoz y persistente, relacionada con la condición de patógeno intracelular facultativo de *F. tularensis*. Se han descrito de individuos en los que después de 25 años del padecimiento de la infección, en un 85% continúan dando respuesta proliferativa en la prueba de blastogénesis linfocitaria (células T). De igual modo se ha señalado también pruebas de intradermorreacción positiva con tularina en individuos 40 años después del padecimiento de la infección.

DIAGNÓSTICO

En el caso de los animales tienen valor los antecedentes clínicos de sospecha de infección (comportamiento anormal, altos porcentajes de mortalidad, etc., en el caso de hospedadores altamente susceptibles, reservorios principales, como ocurre con la liebre o los roedores, en Europa). El diagnóstico definitivo es el aislamiento e identificación del agente, para lo cual puede recurrirse a la toma de muestras (por lo general material de lesiones o sangre, en el caso de animales enfermos o recién muertos, directamente del corazón), como sucede en los lagomorfos, roedores o, un triturado en el caso de insectos y garrapatas. La sangre, por otra parte, de modo especial en los animales domésticos, como ocurre también en el caso del



Colonias de *F. tularensis* y agar sangre con cisterna

hombre, es fuente de suero, con el cual se llevan a cabo determinaciones serológicas.

Cuando el material está muy contaminado, además de recurrir al uso de medios de cultivo selectivos, puede recurrirse también a inoculaciones en animales de experimentación, por lo general cobaya o ratón, en los que se inocula una suspensión de material sospechoso. La presencia de *F. tularensis* conduce a

la muerte del animal en el plazo de una semana, permitiendo posteriormente la recuperación a partir del bazo, corazón o el hígado.

Pueden llevarse a cabo tinciones directas y aislamiento por cultivo a partir de material clínico, contemplando en todo momento las particularidades de virulencia de estas bacterias, que demanda niveles 3 de bioseguridad. Se utiliza agar de Thayer-Martin, agar chocolate o agar sangre enriquecidos con cisterna. La identificación considera algunas características, especialmente el crecimiento lento, pegajoso, la incapacidad para acidificar el glicero (en el caso del tipo B) o la producción de ácido (tipo A), la ausencia (tipo B) o presencia (tipo A) de la actividad citrulin ureidasa y la virulencia (alta en el tipo A o baja en el tipo B).

Desde el punto de vista inmunológico son de aplicación diverso tipo de reacciones. La más común, probablemente (tanto en el hombre como en los animales domésticos) es la aglutinación lenta o microaglutinación. En un caso u otro se exige para la confirmación seroconversión positiva en dos tomas de sangre-suero separadas dos semanas (aumento del título cuatro veces). Se consideran sospechosos los títulos superiores a 1/128 en el caso de la microaglutinación o de 1/160 en el caso de la aglutinación lenta. Deben descartarse posibles reacciones cruzadas (especialmente cuando la clínica no es orientativa) frente a *Brucella* spp, *Proteus*

OX-19 y *Yersinia O-9*; en estos casos el título frente a *F. tularensis* debe ser al menos 2 veces más alto que frente a alguna de las bacterias referidas, para considerarse indicativo de tularemia.

Pueden utilizarse también otras reacciones de base inmune, como la inmunofluorescencia directa o indirecta, en general a partir de material de punción de ganglios o pus, utilizando un conjugado fluorescente. En los últimos años se han realizado interesantes avances en relación con la técnica ELISA, que puede utilizar antígenos crudos procedente de cultivo sonicados o LPS purificado. Este tipo de determinación detecta tanto IgM como IgG o IgA, puede hacerlo del LPS si se dispone de anticuerpos policlonales o monoclonales convenientes y en la actualidad es la técnica preferida de muchos laboratorios, tanto por su sensibilidad (95,7 %) y especificidad (96%), superiores a las de la aglutinación. Además, produce menos reacciones inespecíficas (cruzadas) que la aglutinación con *Brucella* spp y *Yersinia* spp, siendo también más precoz.

Las reacciones de base molecular o genética se están convirtiendo en una alternativa muy interesante, igual que ocurre con la mayoría de las enfermedades infecciosas o parasitarias, tanto para la detección como una herramienta de gran versatilidad para la tipificación de cepas. Entre los distintos *primers* que se han utilizado hasta la fecha destaca especialmente el producido a partir de secuencias del gen que codifica para una pequeña lipoproteína de 17 kDa, igual que el del 16S RNA. En conjunto es un procedimiento más rápido que la mayoría de las determinaciones serológicas, muy sensible (aunque ello plantea también problemas de contaminaciones) y, sobre todo, elimina el riesgo de trabajar con materiales vivos, lo que representa un gran beneficio para los empleados y técnicos de laboratorios de diagnóstico. La sensibilidad hace que sirvan cantidades muy pequeñas.

ACTUACIONES

En el caso de los animales salvajes, pocas intervenciones son posibles. Las experiencias del pasado verano en Castilla y León

a propósito de la sobre población (plaga) de topillos ha propiciado intervenciones de diverso tipo, resumidamente: 1) directas sobre los animales, mediante el uso de rodenticidas; 2) limpieza de cunetas y quema de rastrojos, con el propósito de cambiar el micro hábitat de los animales, lo que les hace más vulnerables a sus depredadores y condiciones ambientales, además de que les aparta de sus posibles fuentes de alimento tradicionales y 3) arado profundo (20 cm) con el fin de destruir sus horas (madrigueras), lo que pone en cuestión la viabilidad de las crías. En cualquier caso, esta sobre población de roedores sigue sus propios criterios cíclicos en opinión de los expertos, dando lugar a censos importantes cada 3 o 5 años, coincidiendo además con clima suave, húmedo, que proporciona abundancia de comida. Después, el equilibrio natural se logra mercede a la intervención de sus depredadores naturales (aves de presa, carnívoros salvajes, etc.) y la coincidencia con el frío. Además de ello, la limpieza y ordenación de los cultivos, colabora positivamente.

En los animales domésticos (en particular la oveja) y ocasionalmente en los perros pertenecientes a grupos de riesgo (perros de pastor y de caza) es importante su atención higiénica, especialmente en lo que se refiere a la parasitación por garrapatas. Desde este punto de vista debe utilizarse una técnica de eliminación adecuada, con pinzas que permitan la extracción completa del parásito, aplicando después un antiséptico para evitar la contaminación adicional en el punto de la picadura, y una desparasitación preventiva-curativa con productos sistémicos. Algunos animales de alto valor o singulares, infectados accidentalmente justifican el uso de antibióticos, en particular estreptomicina, gentamicina, doxiciclina, tobramicina o ciprofloxacina, entre otros, con buenos resultados.

En el caso del hombre⁵, se han publicado muchas directrices de tratamiento y profilaxis de la tularemia. Actualmente se consideran de elección tanto estreptomicina como gentamicina durante 10

⁵ Bossi, P, A Tegnell, A Baka, F Van Loock, J Hendriks, A Werner, H Maidhof, G Gouvas. 2004. Directrices Bichat para la gestión clínica de la tularemia y sus implicaciones de bioterrorismo. <http://www.eurosurveillance.org>.

días. Las quinolonas (principalmente ciprofloxacina) se recomiendan como alternativa eficaz durante al menos 14 días. En los casos graves, debe considerarse combinar dos antibióticos, como aminoglucósidos y fluoroquinolonas. Los macrólidos no están recomendados. Existe una vacuna atenuada, no patentada, que parece ofrecer protección contra la tularemia ulceroganglionar y neumónica, aunque no se recomienda la vacunación como profilaxis tras la exposición.

TULAREMIA EN ESPAÑA

Estudios moleculares realizados a partir de los aislados del brote de 1997-98. Después de cerrado el brote de Tularemia de 1997-98, algunos grupos de investigación hemos contribuido al esclarecimiento de distintos aspectos relacionados con el origen y difusión de los microorganismos causantes desarrollando técnicas para el diagnóstico y tipificación de estas bacterias, y otros⁶.

En nuestro caso, 34 de las 44 cepas aisladas de animales en Castilla y León, incluyendo la cepa aislada de un topillo en Zamora y las dos cepas aisladas de garrapatas, juntamente con 8 cepas de origen humano y otras de origen clínico y de referencia aisladas en otros países, fueron sometidas a diversos análisis genómicos basados en la reacción PCR, como la REP-PCR y ERIC-PCR⁷, y la RAPD-PCR⁸, que permitieron la discriminación

⁶ De la Puente Redondo, V., et al. y E. F. Rodríguez Ferri. 2000. Comparison of different PCR approaches for typing of *Francisella tularensis* strains. *J. Clin. Microbiol.*, 38:3, 1016-22.

García del Blanco, N., et al., y E.F. Rodríguez Ferri. 2002. Genotyping of *Francisella tularensis* strains by pulsed-field gel electrophoresis, amplified fragment length polymorphism fingerprinting, and 16S rRNA sequencing. *J. Clin. Microbiol.*, 40:8, 29-64-72.

García del Blanco, N., et al., y E.F. Rodríguez Ferri. 2004. In vitro susceptibility of field isolates of *Francisella tularensis* subsp. *holarctica* recovered in Spain to several antimicrobial agents. *Res. Vet. Sci.*, 76:3, 195-198.

⁷ Reacción PCR (reacción en cadena de la polimerasa) basada en la secuencia de elementos repetitivos: REP-PCR (elementos palindrómicos extragénicos y repetitivos) y ERIC-PCR (secuencias consenso intergénicas repetitivas).

⁸ RAPD-PCR (reacción en cadena de la polimerasa basada en ADN polimórfico amplificado al azar).

de los aislados a nivel de subespecie y cepa. Otras técnicas, como la PFGE (electroforesis en gel de campo pulsante) y AFLP (análisis del polimorfismo de la longitud de los fragmentos genómicos amplificados) permitieron demostrar, primero, la gran proximidad entre las cepas aisladas en España y otras de distintos lugares de Europa, lo que podría significar un origen común. En relación con ello, observando el comportamiento de las bacterias españolas comparándolas con las francesas podría la posible entrada procedente de Francia, de forma natural o como consecuencia de repoblaciones cinegéticas. A este respecto, recientemente se ha demostrado la emergencia de un subclon procedente de una delección genómica, que se ha distribuido por ambos países (Francia y España)⁹.

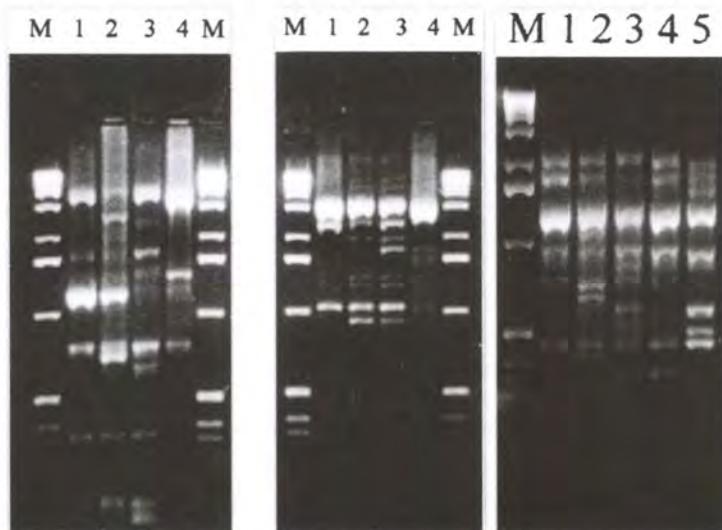
Por otra parte, la aplicación de estos métodos, en particular la comparación de las bacterias aisladas de casos humanos con las aisladas de los animales (liebres, topillo y garrapatas) permitió concluir un origen común, es decir, el origen animal de las cepas humanas, confirmando para la enfermedad la condición de zoonosis, de la que en ningún caso se había tenido duda. Entre las cepas aisladas de liebres pudieron establecerse hasta 10 tipos diferentes combinando varias técnicas, lo que podría entenderse como una cierta diversidad genética; por otra parte, el tipo más común de entre estos, solo se aisló de este animal y también de garrapatas. En cuanto al único aislado obtenido de topillos fue encuadrado en un tipo molecular diferente, sugiriendo un origen distinto al resto¹⁰, aunque el escaso número no permitió establecer conclusiones más sólidas.

Por otra parte, un estudio de las secuencias del gen para el ARN ribosómico 16S de las cepas del brote de Castilla y León

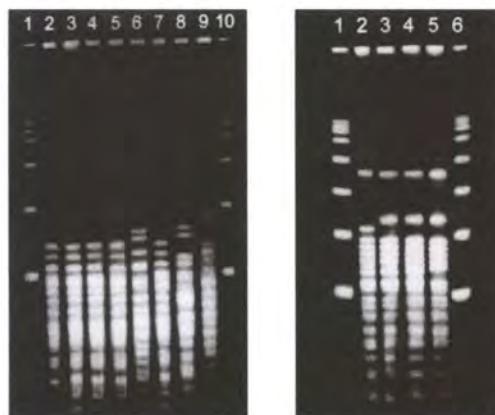
⁹ Dempsey, M.P., et al y C.B. Gutiérrez Martín. 2007. A genomic deletion parking an emerging subclone of *Francisella tularensis* subsp. *holarctica* in France and the Iberian peninsula. App. Environ. Microbiol. (pp).

¹⁰ García del Blanco, N. 2002. Tularemia en España. Caracterización fenotípica y molecular de cepas de *Francisella tularensis* de origen humano y animal. Desarrollo metodológico y aplicaciones epidemiológicas. Tesis Doctoral. Universidad de León.

y su comparación con las responsables del brote de Castilla-La Mancha permitió observar diferencias que justificarían la existencia de dos variantes perfectamente definidas en nuestro país.



Perfiles de las cepas de *F. tularensis* del brote de Castilla y León (1997-98):
1) REP-PCR, 2) ERIC-PCR Y 3) RAPD-PCR. M = patrón de peso molecular
(Fuente: García del Blanco, Tesis Doctoral)



Perfiles de RFLP (electroforesis en campo pulsante) de las cepas de *F. tularensis* aisladas en el brote de Castilla y León (1997-98).
A la izquierda con la enzima Xhol y con la enzima BamHI a la derecha
(Fuente: García del Blanco, Tesis Doctoral)

Susceptibilidad a los antibióticos. Todas las cepas aisladas en el brote de Tularemia de Castilla y León en 1997 y 98 resultaron muy sensibles, en condiciones de laboratorio, a los grupos de antibióticos aminoglucósidos (especialmente tobramicina), tetraciclinas (tetraciclina y doxiciclina) y fluoroquinolonas (especialmente levofloxacina y ciprofloxacina), como resultado de un estudio llevado a cabo sobre 34 productos diferentes, lo que avala la utilidad de estos productos en el tratamiento médico de los pacientes o en el de animales domésticos, llegado el caso.

EL BROTE DE 2007 EN CASTILLA Y LEÓN

En el momento presente y durante todo el verano, se asiste a la explosión de un nuevo brote de tularemia en la comunidad autónoma coincidente en el tiempo con una plaga de topillos (*Microtus arvalis*) que afecta fundamentalmente a las provincias de Palencia, Valladolid, Zamora, Ávila, Salamanca, Burgos y León.

Según se describe a nivel oficial¹¹, el 25 de junio pasado se notificó la existencia de 9 casos 'de fiebre de origen desconocido' en una zona de atención primaria de Paredes de Nava (Palencia), al tiempo que casos similares estaban siendo investigados en León. La investigación epidemiológica concluyó con el diagnóstico de tularemia, lo que puso en alerta la Red de Vigilancia Epidemiológica de Castilla y León. Hasta el 1 de octubre, se habían notificado un total de 326 casos, con la siguiente distribución provincial:

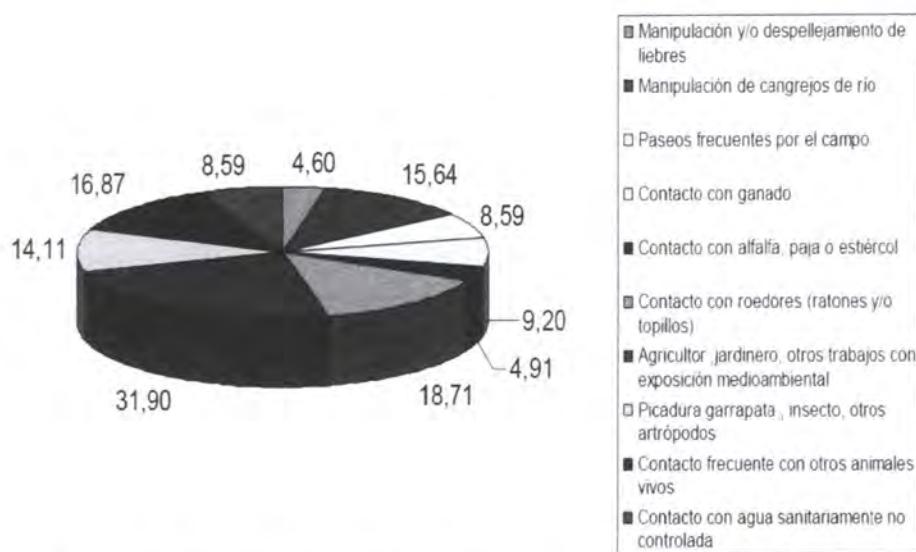
¹¹ Servicio de Vigilancia Epidemiológica y Enfermedades Transmisibles. Dirección General de Salud Pública, Investigación, Desarrollo e Innovación. Junta de Castilla y León.

Provincia	Núm. casos confirmados	% sobre el total
Ávila	1	0,3
Burgos	14	4,3
León	24	7,4
Palencia	196	60,1
Salamanca	3	0,9
Segovia	0	0,0
Soria	0	0,0
Valladolid	35	10,7
Zamora	53	16,3
Total	326	100,0

Según puede verse, la provincia de Palencia figura en primer lugar seguida de Zamora Valladolid y León. No se ha denunciado hasta la fecha ningún caso en las provincias de Segovia y Soria.

Los factores de riesgo recogidos por la encuesta epidemiológica atribuyen la relación principal con los casos a la condición de agricultor o jardinero, encontrada en el 31,9 % de los casos, seguida del contacto con roedores, en el 18,71 %. Otras relaciones intercausales desde el punto de vista epidemiológico serían el contacto con perros o gatos (16,87 %) o el contacto (manipulación) con cangrejos de río (el 15,64 %), mientras que el contacto con liebres solo aparece relacionado en el 4,6 % de los casos.

En lo que hace referencia a la distribución etaria, por sexo y mensualidad, los datos de la Junta de Castilla y León ponen de manifiesto que la media de edad se sitúa en torno a los 50 años y el grupo etario de 50 a 54, siendo más frecuente en hombres (el 81,35%) que en mujeres y que su pico se produjo en el mes de julio, en el que se contabilizaron el mayor número de casos.

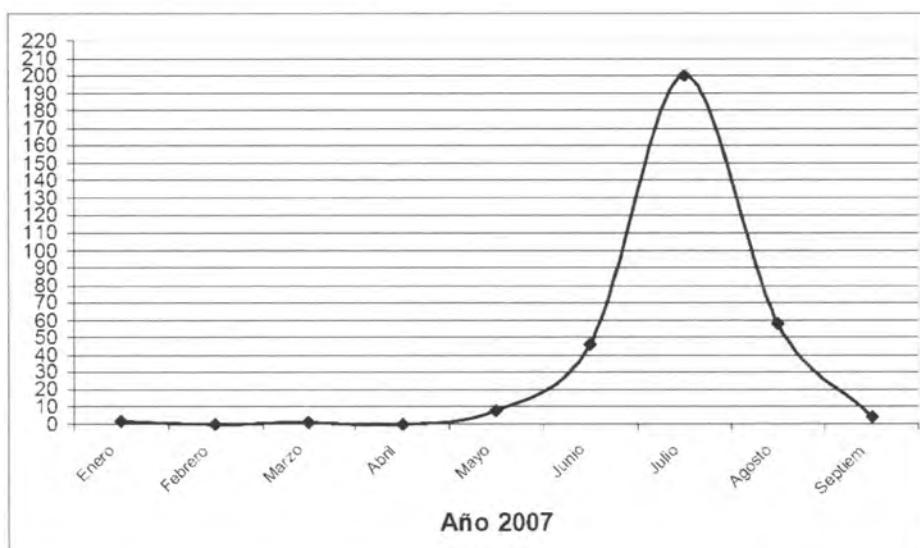
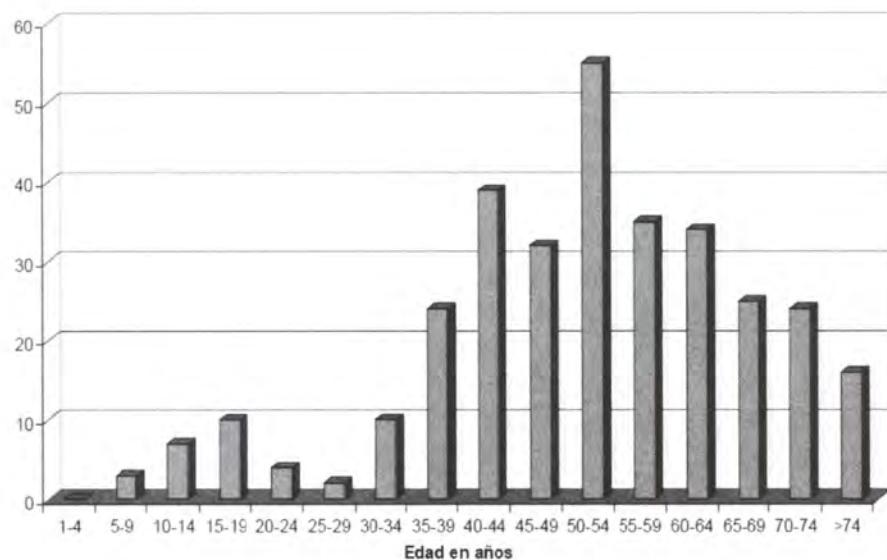


Factores de riesgo relacionados a través de la encuesta epidemiológica de los servicios sanitarios, con los 326 casos confirmados de Tularemia en Castilla y León.

Por último, en lo que hace referencia al tipo de presentación clínica, la forma más frecuente ha sido la tifoidea (tifoídica), con un 56,88 % de los casos, seguida de la ulceroganglionar (17,19 %) y ganglionar (11,88 %) y las que menos la orofaríngea y oculoganglionar (2,19 y 1,25 % de los casos, respectivamente).

En relación con la enfermedad en los animales, desde que se cerró el brote de 1997-98, se han venido manteniendo tareas de vigilancia de animales encontrados muertos, en especial lagomorfos y roedores.

A finales de 2006 y en los primeros meses de 2007, se registró una mínima alerta sanitaria al encontrarse cadáveres de liebres en el campo, coincidiendo con salidas de cazadores. Como consecuencia de ello, el Servicio de Sanidad Animal de la Junta de Castilla y León (Consejería de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Producción Agropecuaria) activó el Plan de Vigilancia y a lo largo de enero y febrero estableció un programa



Casos de Tularemia en Castilla y León a 1 de octubre (Servicio de Vigilancia Epidemiológica y Enfermedades Transmisibles. Junta de Castilla y León).
 Distribución por edades y meses en 2007.

de recogida sistemática de cadáveres de estas especies, que en los dos meses alcanzó la cifra de 23 liebres, 30 conejos y 13 topillos. Aunque no se encontraron ni conejos ni topillos positivos en el aislamiento cultivo, e identificación de *Francisella tularensis*, no ocurrió lo mismo en el caso de las liebres en las que se obtuvieron 9 animales positivos.

Estos primeros resultados permitieron definir una zona de riesgo sobre la que desde el mes de marzo (14 de marzo de 2007), hasta la fecha presente, se puso en marcha un 'Programa Específico de Vigilancia de la Tularemia' que implicó medidas adicionales a las que hasta entonces se venían realizando, incluyendo tanto actividades de vigilancia pasiva (toma de muestras de cadáveres de liebres y topillos) como activa, extendiendo la investigación a



Zona de Riesgo, objeto de las actuaciones en el Plan de Vigilancia de la Tularemia. Distribución geográfica de municipios en los que se obtuvieron muestras de topillos positivas y casos humanos (Fuente: Servicio de Sanidad Animal. Dirección General de Producción Agropecuaria. Junta de Castilla y León)

otras especies con posible relación epidemiológica, incluyendo ganado ovino, perros de aptitud de riesgo (perros de pastor y de cazadores), cangrejos de río, garrapatas y muestras ambientales (agua, fundamentalmente).

Liebres. A fecha 19 de septiembre, según datos de la Dirección General de Producción Agropecuaria (Consejería de Agricultura y Ganadería) de la Junta de Castilla y León, se habían recogido por distintos conductos un total de 92 liebres, de las que 13 estaban pendientes de análisis. Del resto, un total de 27 (el 34,17 %) fueron positivas, siendo su distribución provincial la recogida en el siguiente cuadro:

Provincia	Total de muestras	Positivas	% Positivas
Avila	4	0	0
Burgos	12	8	66,66
León	7	3	42,85
Palencia	28	9	32,14
Salamanca	1	0	0
Soria	4	0	0
Valladolid	21	7	33,33
Zamora	2	0	0
Totales (13 más, pendientes)	79	27	34,17

Recogida y análisis de liebres en provincias de Castilla y León. Resultados a 19 de septiembre de 2007 (Servicio de Sanidad Animal. Junta de Castilla y León).

Respecto de los topillos (*Microtus arvalis*), en este tiempo se han recogido un total de 853 animales (la mayoría cadáveres) procedentes fundamentalmente de zonas con tularemia humana o en las que la plaga de esta especie resultaba especialmente

acuciante. A la misma fecha, pendientes de estudio un total de 57 muestras, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Provincias	Topillos	Positivos	%
AV	226	0	0
BU	49	49	0
LE	64	3	4,68
PA	271	9	3,32
SA	17	0	0
SG	8	0	0
SO	29	2	7,40
VA	63	0	0
ZA	69	2	2,89
Total*	796	16	2,01

* 57 más pendientes de análisis. Servicio de Sanidad Animal.
Junta de Castilla y León

De igual modo se han procesado, también, un total de 236 muestras de cangrejos, la mayoría procedentes de la provincia de Palencia (106 muestras) con resultado negativo, igual que en el caso de 41 muestras de garrapatas recogidas en las provincias de León y Valladolid con el mismo resultado y 59 muestras de agua, también con resultado negativo.

A la vista de los resultados, resulta innegable la participación del pocillo en los casos de enfermedad humana, aunque en las condiciones de masificación de sus poblaciones y teniendo en cuenta las grandes oportunidades de contacto directo e indirecto con el hombre, sorprende el bajo número de animales encontrados positivos, hecho que no ocurre con la liebre, razón por lo que nos inclinamos a pensar que pese a todo, la liebre es reservorio primordial, mucho más susceptible en nuestras latitudes que los topillos y que unos y otros propician los casos humanos de una

forma u otra. Por otra parte, dada la abundancia de estos animales y considerando que en esta especie, como en la liebre, la tularemia cursa de ordinario en forma aguda, con desenlace fatal, debería haber sido perceptible un importante número de cadáveres ocasionados por esta razón, que nadie ha denunciado hasta la fecha, centrándose precisamente los esfuerzos en la búsqueda de alternativas de otra naturaleza para reducir sus poblaciones. Falta comprobar, en cualquier caso, tal hipótesis, mediante estudios similares a los efectuados en el brote de 1997-98, para poder comprobar la identidad de las variantes humanas según procedencia.

La Junta de Castilla y León, inició un plan de choque para la erradicación de la plaga, aún en curso, en el que se han complementado actuaciones directamente sobre los animales (uso de cebos con rodenticida clorfacinona), e indirectamente sobre el hábitat, incluyendo la quema controlada de rastrojos y limpieza de cunetas, y a la espera de las lluvias, una vez recogidas las cosechas, roturación en profundidad (20 cm o más) de tierras de labor. Tenemos confianza en que estas medidas, conjuntamente con la colaboración de la naturaleza, especialmente la participación de los depredadores naturales (zorro, aves rapaces, etc) y la llegada de las bajas temperaturas invernales, pueda controlar estas poblaciones de roedores.

En el caso de las liebres, es cierto que el número de positividad es elevado (34,17%) aunque el número de cadáveres estudiados hasta la fecha no permite establecer conclusiones consistentes desde el punto de vista de su significación estadística. Habrá que esperar, en cualquier caso a finales de año, especialmente al desarrollo del otoño-invierno para saber si su evolución sigue manteniendo estos valores discretos o bien, se modifican.

Además, todas las muestras obtenidas tanto en el caso de lagomorfos como roedores han sido procesadas para la investigación de otros patógenos animales con el carácter de agentes de zoonosis, incluyendo *Borrelia burdorferi* (agente de la enfermedad de Lyme), *Coxiella burnetii* (agente de la Fiebre Q) y leptospirosis,

en todos los casos con resultado negativo. En la actualidad se están llevando a cabo, también, investigaciones relativas a otros patógenos, incluyendo *Listeria* spp y *Ehrlichia* spp.

Aunque el ganado ovino posee trascendencia patógena y epidemiológica en el caso de la infección por el tipo A de *Francisella tularensis*, que no ha sido descrito en España y como se ha indicado, es endémico y circunscrito a América del Norte, dentro del Plan Especial de Vigilancia Epidemiológica pareció conveniente a las autoridades de la Consejería de Agricultura de la Comunidad Autónoma, llevar a cabo análisis serológicos a partir de muestras procedentes de ovinos explotados en régimen extensivo de las provincias y demarcaciones incluidas en la zona de riesgo, incluyendo las provincias de Zamora, Palencia, Valladolid y León hasta un total de más de 30.000 animales cuyos análisis a fecha de hoy están en proceso aunque un avance de los mismos pone de manifiesto que la tasa de títulos sospechosos (títulos iguales o superiores a 1/80) apenas alcanza al 0,15% de los animales, según se recoge en la tabla siguiente.

Provincias	Estudiados	Título			
		1/80	1/160	1/320	1/1.280
LE	1.786	1	2	0	0
PA	12.206	25	8	1	1
VA	2.223	52	0	0	0
Total	16.215	78	10	1	1

Distribución de sueros ovinos sospechosos y positivos con título a 19 de septiembre de 2007 (Servicio de Sanidad Animal. Junta de Castilla y León)

Como puede observarse, el valor de los posibles positivos es insignificante (0,55% de media e intervalos que van desde 0,16 a 2,33%, pero considerando cualquiera de los títulos, desde 1/80 y una sola determinación, que no permite excluir reacciones cruzadas, especialmente con *Brucella* spp), lo que pone de manifiesto la resistencia de esta especie animal al tipo B de *Francisella*

tularensis, hecho ya comprobado en otras regiones de Europa, al contrario de lo que sucede en los Estados Unidos, con el tipo A.

Del mismo modo, se ha contemplado también la investigación serológica de sueros procedentes de perros pertenecientes a 'grupos de riesgo', esto es, perros pastores y perros de cazadores. Según datos proporcionados por el Servicio de Sanidad Animal de la Dirección General de Producción Agropecuaria, hasta mediados de septiembre se habían procesado 442 sueros repartidos por todas las provincias, en número de entre 50 y 70 en el caso de la mayoría, aunque en el caso de Ávila y Salamanca, el número fue mucho menor. Como en los ovinos, solamente se han considerado los títulos serológicos iguales o superiores a 1/80, pendientes de confirmación. La cifra alcanza a un total de 31 sueros sospechosos, que representa el 7% del total. Su significado debe entenderse, derivada de la presunta circulación de *Francisella tularensis* en el ambiente habitual de estos animales, razón que ha llevado a considerarles buenos 'indicadores' de la situación epidemiológica de la región. A título de ejemplo, en algunas regiones del norte de Europa donde la Tularemia es enfermedad endémica, los porcentajes de positividad en los perros 'de riesgo' pueden alcanzar valores del 25% y superiores. En cualquier caso, esta especie animal no es considerada reservorio ni fuente de infección para otras especies o el hombre. Suele contagiarse en campo como consecuencia del consumo de cadáveres de animales muertos de la enfermedad o debido a la picadura de garrapatas.

EL BACTERIÓFAGO φ29: HISTORIA DE UN MODELO
DISCURSO DE INGRESO COMO ACADÉMICA DE HONOR
EXCMA. SRA. D.^a MARGARITA SALAS
y presentación por el
EXCMO. SR. D. CARLOS LUIS DE CUENCA Y ESTEBAN
Académico de Número
14 de noviembre de 2007

Excmo. Sr. Presidente de la Real Academia de Ciencias Veterinarias,
Excmos. Sras. y Sres. Académicos,
Sras. y Sres.

En primer lugar quiero dar las gracias al Presidente, Excmo. Sr. Carlos Luis de Cuenca a todos los miembros de esta Real Academia por la distinción que hoy voy a recibir.

Es para mi un gran honor estar hoy aquí recibiendo este nombramiento de Académica de Honor de la Real Academia de Ciencias Veterinarias.

En mi discurso voy a resumir las vivencias científicas de los más de 45 años de mi vida dedicada a la investigación, de los que

cerca de 40 van unidos a Eladio Viñuela, con quien compartí este período importante de nuestras vidas, y que fue Académico Correspondiente de esta Real Academia.

Nuestro encuentro tuvo lugar en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Complutense de Madrid cuando cursábamos el último año de nuestra licenciatura y nos encontrábamos realizando el trabajo de Tesina de Licenciatura para iniciar posteriormente una Tesis Doctoral.

En mi caso, un encuentro con Severo Ochoa cuando terminé el tercer curso de Licenciatura me decidió a continuar una carrera de investigación en Bioquímica. Severo Ochoa me recomendó que realizase la Tesis Doctoral en Madrid, en el laboratorio de un excelente bioquímico, Alberto Sols, que trabajaba en el Centro de Investigaciones Biológicas del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) para después realizar una fase postdoctoral con el propio Ochoa en el Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina de la Universidad de Nueva York. Tres meses más tarde de mí comienzo con Sols, Eladio se incorporó al mismo laboratorio y allí realizamos ambas nuestra Tesis Doctoral.

Mi trabajo de Tesis consistió en el estudio de la conversión de glucosa-6-fosfato en fructosa-6-fosfato en una reacción catalizada por la glucosafosfato isomerasa, con especial hincapié en una actividad tipo anomerasa del enzima, cuyo producto intermedio es glucosa-6-fosfato acíclico. Con este trabajo vislumbré por primera vez en mi carrera científica lo que Severo Ochoa llamaba la emoción de descubrir. Había descubierto una propiedad de la glucosa-6-fosfato isomerasa inédita hasta la fecha, que era su actividad de anomerización.

Durante mi fase de doctorado colaboré con Eladio en el estudio de la glucoquinasa de hígado, un nuevo enzima que había descubierto Eladio como primer paso en la ruta de la glucosa al glucógeno en hígado, que daba lugar a la formación de glucosa-6-fosfato. Posteriormente, demostramos que la síntesis de la

glucoquinasa de hígado de rata es dependiente de insulina. El enzima desaparece en animales diabéticos o en animales a los que se ha sometido a ayuno, y se resintetiza por administración de insulina o por realimentación, respectivamente. Quiero resaltar aquí la generosidad de Eladio quien me hizo participar en un tema de un indudable interés al que él le había dedicado ya mucho tiempo y esfuerzo.

En 1964, una vez finalizada nuestra tesis doctoral, nos marchamos al laboratorio de Severo Ochoa.

En aquel momento, a mediados de 1964, se acababa de terminar la fase febril del desciframiento de la clave genética. Ochoa me dio como tema de investigación el determinar la dirección de lectura del mensaje genético. Un año más tarde publicábamos el primer trabajo sobre este tema, demostrando que el RNA mensajero se lee en la dirección 5' a 3'. Posteriormente, en 1966, descubrí dos nuevas proteínas en *Escherichia coli*, que resultaron ser los dos primeros factores de iniciación de la síntesis de proteínas. Aunque mayoritariamente Eladio y yo trabajamos independientemente en esta etapa postdoctoral, también colaboramos en determinar que todas las proteínas sintetizadas en *E. coli* después de la infección con el fago MS2 comienzan con formilmetionina, utilizando la técnica de electroforesis en geles de poliacrilamida en presencia de dodecil sulfato sódico que había puesto a punto Eladio.

De la estancia en el laboratorio de Severo Ochoa guardo un recuerdo imborrable. Severo Ochoa nos enseñó, no solamente la Biología Molecular que después pudimos desarrollar y enseñar a nuestra vuelta a España, sino también su rigor experimental, su dedicación y su entusiasmo por la investigación. El seguía día a día el trabajo que se hacía en el laboratorio, y a diario discutíamos con él los experimentos que se habían hecho, y planeábamos los que había que realizar. Tengo un recuerdo especialmente agradable de los almuerzos en los que, además de largas discusiones sobre ciencia, también se hablaba de música, de arte, de literatura, de viajes. Era un rito el paso de Severo Ochoa a las 12 en

punto por nuestros laboratorios para recogernos de camino al comedor de la Facultad.

También tengo un excelente recuerdo de las clases que se impartían a los estudiantes de Medicina por los profesores del Departamento, y a las que asistíamos todos los miembros del mismo. Ello nos dio ocasión de aprender la Biología Molecular desde el punto de vista teórico de la mano de Severo Ochoa y de otros grandes profesores del Departamento.

Después de tres años de estancia en el laboratorio de Ochoa, Eladio y yo tomamos la decisión de volver a España. Pensamos que no deberíamos seguir trabajando en nuestros temas de trabajo respectivo, muy competitivo en aquella época, ya que éramos conscientes de que teníamos que organizar un laboratorio e iniciar un nuevo grupo de investigación. Habíamos asistido el verano anterior a un curso sobre virus bacterianos, también llamados bacteriófagos o fagos, en los laboratorios de Cold Spring Harbor. Precisamente el estudio de los virus bacterianos había dado lugar al nacimiento de la Genética Molecular en los años 50 mediante el trabajo del llamado grupo de los fagos dirigido por Max Delbrück. Así pues, elegimos como sistema de trabajo un bacteriófago, no muy estudiado por entonces, de tamaño relativamente pequeño para poder estudiarlo en profundidad a nivel molecular, pero a la vez morfológicamente complejo. El sistema modelo de elección fue el bacteriófago ϕ 29 que infecta a la bacteria *Bacillus subtilis* cuyo DNA lineal de doble cadena tiene un tamaño de unos 19000 pares de bases, es decir, es unas 10 veces más pequeño que el mejor conocido fago T4 de *E. coli*, con cuyo estudio se habían realizado grandes avances en Genética Molecular a partir de los años 50.

En aquella época, a mediados de 1967, no existía ningún tipo de ayuda estatal para realizar investigación en España, por lo que hicimos nuestra primera petición de una ayuda americana, a la Jane Coffin Childs Memorial Fund for Medical Research y, con el apoyo de Severo Ochoa, conseguimos la financiación, algo que fue esencial para nuestros comienzos. En el Centro de Inves-

tigaciones Biológicas de Madrid recibimos también el apoyo de José Luis Rodríguez Candela, Director del Instituto Gregorio Marañón del CSIC, quien generosamente nos cedió un laboratorio donde comenzamos nuestra andadura científica en España. Afortunadamente, a finales de 1967 se convocaron las primeras becas del Plan de Formación de Personal Investigador promovidas por el entonces Ministro de Educación y Ciencia D. Manuel Lora Tamayo con lo que pudimos tener nuestros primeros becarios predoctorales.

Con nuestro primer doctorando estudiamos la estructura de la partícula viral y la caracterización de las diferentes proteínas que forman las distintas estructuras del fago, lo que dio lugar al primer trabajo del nuevo grupo, en la revista *Virology*.

En paralelo iniciamos el estudio de la genética del fago con el aislamiento de mutantes letales condicionales (sensibles a temperatura y sensibles a supresor). Ello llevó al estudio de la morfogénesis de la partícula viral. Lo más relevante fue el descubrimiento de la existencia de proteínas morfogenéticas, que forman parte transitoriamente de la partícula viral, pero no están presentes en el fago maduro.

Por otra parte, iniciamos el estudio de la transcripción del DNA del fago mediante la purificación y caracterización de la RNA polimerasa de la bacteria huésped de ϕ 29, *B. subtilis*. Posteriormente, demostramos la existencia de un control temporal en la transcripción del DNA del virus; los llamados genes tempranos que se expresan al comienzo de la infección y los genes tardíos que se transcriben posteriormente, y para cuya expresión se requiere un gen temprano, el gen 4.

En 1972, utilizamos por primera vez una nucleasa de restricción en España, la EcoRI, haciendo el primer mapa en el que se hacía la correlación del mapa físico y genético de ϕ 29.

En 1970 Eladio se aventuró en un nuevo tema de trabajo: el estudio del virus de la Peste Porcina Africana. Esto tenía para

él un doble aliciente: por una parte, iniciaba un tema muy interesante tanto desde el punto de vista básico como de sus aplicaciones en la resolución de un problema que afectaba gravemente a la cabaña porcina española, en particular en sus tierras extremeñas; por otra parte, me dejaba a mí el camino independiente en el estudio del bacteriófago $\phi 29$. De nuevo la generosidad de Eladio hizo que sacrificase un tema que ya estaba dando interesantes resultados, el estudio del fago $\phi 29$, para que yo pudiese desarrollarlo de un modo independiente.

La llegada de la nueva tecnología de la Ingeniería Genética nos abrió nuevos caminos en el estudio del fago $\phi 29$: el clonaje de genes para la sobreproducción de las proteínas correspondientes así como la mutagénesis dirigida para realizar estudios de correlación de estructura y función. Así, clonamos el gen 4 y la proteína producida en cantidades altas se purificó y se desarrolló un sistema de transcripción *in vitro* en el cual la proteína p4 se requería para la transcripción del promotor tardío en presencia de la RNA polimerasa de *B. subtilis*.

Posteriormente, demostramos que la misma proteína p4 que activa la transcripción tardía es un represor de dos promotores tempranos, A2b y A2c. Por otra parte, la proteína viral temprana producto del gen 6, que se requiere para la iniciación de la replicación del DNA viral, también coopera con la proteína reguladora p4 en la activación del promotor tardío y en la represión de los promotores tempranos A2b y A2c. Así pues, el sistema de regulación de la expresión del DNA de $\phi 29$ es un sistema complejo que puede servir como modelo de mecanismo de control de la expresión genética.

El estudio de la replicación del DNA de $\phi 29$ surgió como consecuencia del descubrimiento de una proteína unida covalentemente a los extremos 5' del DNA. Por microscopía electrónica, se pudo visualizar dicha proteína, en los dos extremos del DNA de $\phi 29$. Dicha proteína, producto del gen 3 viral, se denominó proteína terminal.

También por microscopía electrónica caracterizamos los intermedios replicativos en bacterias infectadas por $\phi 29$ llegando a la conclusión de que la replicación se inicia en los extremos del DNA por un mecanismo de desplazamiento de cadena. Posteriormente, en 1982 demostramos que la iniciación de la replicación del DNA de $\phi 29$ tiene lugar utilizando la proteína terminal como "primer". Esto ha supuesto el descubrimiento de un nuevo mecanismo para la iniciación de la replicación de genomas lineales. Las dos proteínas esenciales para la iniciación de la replicación del DNA de $\phi 29$ son la proteína terminal y la DNA polimerasa viral que forman inicialmente un heterodímero. Estas dos proteínas, una vez iniciada la replicación se disocian, quedándose la proteína terminal unida covalentemente al DNA, y la DNA polimerasa prosigue la replicación dando lugar *in vitro* a DNA de $\phi 29$ de longitud unidad de un modo muy procesivo. Esto quiere decir que la DNA polimerasa, una vez que inicia la replicación de una cadena de DNA, continúa hasta el final, sin pararse ni disociarse. Además, la DNA polimerasa tiene una actividad intrínseca de desplazamiento de cadena.

En 1982 realizamos los primeros trabajos de mutagénesis dirigida en la proteína terminal de $\phi 29$ y posteriormente en la DNA polimerasa en un estudio de correlación de estructura y función.

Muy recientemente, en colaboración con la Universidad de Yale se ha determinado la estructura tridimensional de la DNA polimerasa de $\phi 29$, siendo la primera vez que se determina la estructura de una polimerasa que utiliza una proteína terminal como iniciadora. Esto nos ha permitido profundizar en el estudio de la correlación de estructura y función y determinar la estructura responsable de las propiedades de procesividad y desplazamiento de banda de la DNA polimerasa de $\phi 29$, que son únicas para esta polimerasa.

Por otra parte se caracterizó la p5 como una proteína de unión a DNA de cadena simple. Por microscopía electrónica se demostró su unión a la cadena simple desplazada en los intermedios replicativos del DNA de $\phi 29$.

También me quiero referir de nuevo a la proteína p6, que se une a los orígenes de replicación del DNA de ϕ 29 formando un complejo nucleoprotéico que estimula la iniciación de la replicación, favoreciendo la apertura de los extremos del DNA. De acuerdo con esta idea, se ha obtenido replicación *in vitro* de DNA de cadena simple, lo que nos ha llevado a demostrar que la replicación se inicia en la timina que ocupa la segunda posición desde el extremo 3' y no en la timina que ocupa la primera posición. Esto, junto con el requerimiento de una reiteración terminal de al menos dos nucleótidos, nos ha llevado a postular un nuevo mecanismo que hemos llamado de deslizamiento hacia atrás o «sliding back». Este modelo tiene implicaciones importantes para mantener intactos los extremos del DNA de ϕ 29. Este modelo es extrapolable a otros DNAs que utilizan proteína terminal pues en todos estos casos existe reiteración en los extremos del DNA.

Otra proteína viral la p17, se requiere al comienzo de la infección para facilitar la unión de la proteína p6 a los extremos del DNA para la iniciación de la replicación. Finalmente, otras dos proteínas virales que se requieren en la replicación del DNA de ϕ 29, la p1 y la p16.7, son proteínas de membrana que intervienen en la localización del DNA viral y de los intermedios replicativos en la membrana bacteriana.

Finalmente, quisiera acabar con un aspecto práctico del sistema de replicación *in vitro* del DNA de ϕ 29, que da lugar a amplificación del DNA. En presencia de las cuatro proteínas de replicación esenciales, la proteína terminal, la DNA polimerasa, la p5 y la p6, cantidades pequeñas de DNA de ϕ 29 se amplifican unas 1000 veces dando lugar a la síntesis *in vitro* de DNA de unidad de longitud. El DNA amplificado *in vitro* es tan infectivo como el DNA aislado de partículas virales cuando se transfecan células competentes de *B. subtilis*. Esto podría ser la base para un sistema de amplificación *in vitro* usando los orígenes de replicación y las proteínas de replicación de ϕ 29. Por otra parte, la actividad de apertura de doble hélice de la DNA polimerasa de ϕ 29, unido a su procesividad y a su capacidad de corrección de errores de replicación han dado lugar ya a una aplicación biotecnológica de

la DNA polimerasa de ϕ 29 con unos excelentes resultados en la amplificación de DNA circular con iniciadores múltiples mediante el mecanismo llamado de la rueda giratoria. Más recientemente, se ha extendido la aplicación biotecnológica a la amplificación de DNA genómico lineal.

Quiero resaltar el hecho de que de un trabajo fundamentalmente básico pueden derivarse aplicaciones, como la DNA polimerasa de ϕ 29, cuyas propiedades de procesividad y desplazamiento de cadena son muy apropiadas para su aplicación en biotecnología, concretamente para la amplificación de DNA. También quiero resaltar que nuestros estudios de replicación con el DNA de ϕ 29 son un modelo extrapolable a otros virus de interés sanitario y económico, como el adenovirus humano, que produce transformación oncocigenética, el virus de la poliomielitis, el de la encefalomiocarditis, los virus de la hepatitis B y C, el virus de la fiebre aftosa, y una variedad de virus de plantas.

Como decía Severo Ochoa, hay que hacer investigación básica de calidad y hay que dejar libertad al investigador. De este trabajo libre surgen los grandes descubrimientos que redundan en beneficio de la humanidad. Aplicaciones prácticas que ha dado la Biología, como por ejemplo el desarrollo de los anticuerpos monoclonales o la tecnología del DNA recombinante, han surgido como resultado de proyectos de investigación básica. Como es bien sabido de todos y como también decía Severo Ochoa, un país sin investigación es un país sin desarrollo. Es necesario que potenciamos nuestra investigación básica de calidad pues ella será la base para el desarrollo de nuestro país.

Hemos recorrido un largo camino desde que Eladio y yo iniciamos nuestro trabajo en Biología Molecular a nuestra vuelta a España en 1967. La investigación en Biología Molecular se ha potenciado de un modo importante. Existen grupos de indudable calidad en España, y así lo ha valorado la revista Nature quien ha dedicado no hace mucho un número completo sobre la investigación en España. Un comentario en la primera página de dicho número se titula "Spain breeds good science in lean times"

(España produce buena ciencia en tiempos difíciles). Pero todavía es necesario potenciar la cantidad, en particular la recuperación de jóvenes investigadores excelentemente preparados.

Finalmente, quiero resaltar que el trabajo que acabo de resumir es el resultado de la dedicación de muchas personas que han trabajado en el grupo de $\phi 29$ a lo largo de 40 años, muchas de las cuales tienen sus propios grupos de investigación y están realizando un trabajo excelente. Mi más profundo agradecimiento a todas ellas, y en particular a las personas que están actualmente en el grupo y a las que en los últimos años me han ayudado en la dirección y buena marcha del mismo, Alicia Bravo, Ana Camacho, José Miguel Hermoso, José M^a Lázaro, Wilfried Meijer y Miguel de Vega, así como a Laurentino Villar, quien nos ayuda a todos. Quiero mencionar también de un modo especial a M^a Ángeles M. Villarraso quien, desde hace 11 años me ayuda y me protege como un verdadero ángel de la guarda. Mi agradecimiento a mis dos maestros de las fases predoctoral y postdoctoral, Alberto Sols y Severo Ochoa, respectivamente, quienes me enseñaron, no solo la Bioquímica y la Biología Molecular, sino también su rigor experimental, su dedicación y su entusiasmo por la investigación. A mis padres, quienes siempre me facilitaron el desarrollar mi carrera profesional. Quiero decir que mi madre continúa siendo un gran apoyo en mi vida. A mis hermanos y amigos, por su apoyo y amistad. A nuestra hija Lucía pues siempre me ha apoyado en mi dedicación a la investigación. Y muy especialmente a Eladio, con quien compartí los momentos difíciles de iniciar la investigación en España sobre el bacteriófago $\phi 29$. Tener a Eladio siempre a mi lado ha sido para mí un estímulo constante. Su consejo siempre acertado ha estado apoyándome continuamente. Eladio ha sido para mí, no solo un marido, sino también un amigo y un maestro. De hecho, el mejor de mis maestros. Ciertamente sin su ayuda, apoyo y estímulo constante no estaría yo aquí recibiendo este nombramiento de Académica de Honor de la Real Academia de Ciencias Veterinarias.

Muchas gracias.

PRESENTACIÓN DE LA
EXCMA. SRA. D.^a MARGARITA SALAS FELGUERES
COMO ACADÉMICA DE HONOR A CARGO DEL
EXCMO. SR. D. CARLOS LUIS DE CUENCA Y ESTEBAN
Académico de Número
14 de noviembre de 2007

Excma. Sra. Presidenta de la Real Academia Nacional de Farmacia,
Excmas. Sras. y Sres. Académicos
Sras. y Sres.

Pocas ocasiones pueden presentarse a lo largo de la vida como la actual, para recibir a una personalidad tan extraordinaria en el seno de una Academia. Y menos aún para este Presidente que tiene el alto honor de tomar la palabra esta tarde para tratar de esbozar los muchos méritos de la Excelentísima Señora Doña Margarita Salas Felgueres.

Pero no me resisto a seguir la pauta para este tipo de actos, es decir, situarla en su tiempo y hablar después de su trabajo y de los reconocimientos que ha recibido, gracias a su espíritu de sacrificio y al tesón demostrado en pos de la ciencia.

Natural de Canero, en la bella y verde Asturias, aunque no lejano al intenso y bravo azul del Cantábrico, aprendió de su padre, médico, la curiosidad por la biología y de su madre, maestra,

la vocación por el esfuerzo continuado, que habitualmente tienen los maestros.

Cursó la carrera de Química en la Universidad Complutense de Madrid, destacando en la licenciatura con la calificación de sobresaliente, en dónde se introdujo, de la mano del Profesor Martín Municio, en las bases de la bioquímica. Hizo el doctorado, *cum laude*, realizado bajo la dirección del Profesor Doctor Alberto Sols, en el Centro de Investigaciones Biológicas del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, en 1963, en un época en que el tema de la investigación era ciertamente difícil, por la escasez de medios y en donde la condición de mujer en los laboratorios era una especie rara avis.

Una vez terminada la tesis, se trasladó a Estados Unidos, donde trabajó en el laboratorio del Profesor Severo Ochoa, en la Universidad de Nueva York, iniciándose y destacando en los estudios de biología molecular, volviendo a España en 1967 para seguir trabajando en el mismo centro del que salió, pero ya para desarrollar lo aprendido al lado de su maestro. Gracias a las becas de formación de personal investigador que instituyó el Profesor Lora Tamayo, a la sazón Ministro de Educación, en aquellos años convulsos de la Universidad española (y europea), pudo ir formando un equipo al que se fueron incorporando gente muy valiosa y accediendo mujeres en cada vez mayor proporción.

Al propio tiempo que fue profesora de Genética molecular en la Facultad de Química de la Complutense, hasta 1992, obtuvo la plaza de Profesora de Investigación del CSIC, en 1974 y donde continúa, en el Instituto de Biología Molecular “Eladio Viñuela” del Centro de Biología Molecular “Severo Ochoa”, siendo Jefe de la línea de “Replicación y transcripción del DNA del bacteriófago ϕ 29” estudios por los que es mundialmente conocida trabajando sobre los mecanismos de duplicación y a lo que ha dedicado gran parte de su vida, de lo que tendremos esta tarde cumplida cuenta de sus investigaciones y descubrimientos.

Las trascendencias de estas investigaciones y descubrimientos efectuadas sobre este fago, no quedan ahí. Hay que resaltar que la investigación básica, tiene muy a menudo aplicaciones prácticas ampliamente utilizables, en biotecnología por ejemplo, en la ampliación de DNA para la secuenciación posterior. También podemos recordar que estos trabajos son extrapolables a otros virus de interés sanitario, como la poliomelitis, la fiebre aftosa o las hepatitis B y C.

Pero desde nuestro punto de vista, quiero recordar que el *B. subtilis* sobre el que ha trabajado también es utilizado, junto al *B. licheniformis*, como aditivo en alimentación animal, para mejorar la digestibilidad de los cereales.

Es Doctora *Honoris causa* por las Universidades de Oviedo, Politécnica de Madrid, Extremadura, Murcia y Cádiz. Medalla de Honor de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, Medalla de Honor de la Universidad Complutense de Madrid, Miembro de la Junta Consultiva de la Universidad de Oviedo.

Ha recibido numerosos premios de la más alta categoría, como Premio Nacional de Investigación Santiago Ramón y Cajal, Premio Severo Ochoa de Investigación de la Fundación Ferrer, Premio Rey Jaime I de Investigación, Premio Internacional de Investigación de la Fundación Cristóbal Gabarrón. Medalla G.J. Mendel de la Academia de Ciencias de Checoslovaquia (1988), Medalla Carlos J. Finlay de UNESCO, Premio a los Valores Humanos del Grupo Correo, Premio México de Ciencia y Tecnología, Premio Helena Rubinstein-UNESCO "Women in Science", Medalla de Oro al Mérito en el Trabajo concedida por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Medalla del Principado de Asturias, Medalla de Oro de la Comunidad de Madrid, Medalla de Honor de la Universidad Complutense de Madrid, Medalla de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular, Medalla de Honor de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, Gran Cruz de la Orden Civil de Alfonso X el Sabio.

Su vida dentro del mundo de las Reales Academias, donde fue Presidenta del Instituto de España entre 1995 y 2003, se centra

en la pertenencia a la de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, donde ingresó en 1988, ocupando la medalla número 40, con un discurso sobre “Un nuevo mecanismo de iniciación de la replicación del DNA mediante proteína Terminal”. Igualmente, ocupa el sillón “i” en la Real Academia Española, donde ingresó en 2003. Entre los numerosísimos elogios y síntesis de su personalidad recibidos, y ganados a pulso, podríamos citar el que escuchó de labios del filólogo Gregorio Salvador en su contestación a su discurso de ingreso, el cual dijo que poseía “una mente aguda y exacta”. El discurso de ingreso se tituló “Genética y lenguaje” y, desde luego, hay que recomendar encarecidamente su lectura, no solo por su carácter científico, sino también por la facilidad de expresión y exposición de un texto técnico en el templo de la lengua. Ella misma dijo que unía el sillón que la correspondió a la i de investigación que había llenado su vida. Pero su labor había comenzado antes, al pertenecer como vocal a una comisión de vocabulario donde se discuten y definen los términos científicos, labor ardua y difícil como todos sabemos.

Durante su etapa como Presidenta, ésta Real Academia de Ciencias Veterinarias presentó una modificación de su Estatuto, en 1997, en donde se establecía su ámbito nacional y que mereció el informe favorable del Instituto. Posteriormente, y para mejorar algunos aspectos, en 2001, se modificó el Estatuto de 1997, donde se insistía en el ámbito nacional de la Academia, también con el informe favorable del Instituto bajo su Presidencia, destacando el hecho de ser la única Real Academia a él asociada, que tiene ese ámbito.

Igualmente pertenece a otras Academias extranjeras de prestigio como la Academia Europeae, la Academia Scientiarum et Artium Europaea, la American Academy of Microbiology, la American Academy of Arts and Sciences y la National Academy of Sciences USA. Es Miembro de la European Molecular Biology Organization (EMBO).

También fue Miembro del Comité Científico Asesor del Max-Planck Institute für Molekulare Genetik, Berlín (1989-1996) y lo es del Instituto Pasteur (2001).

Fue Directora del Centro de Biología Molecular «Severo Ochoa» (1992-1993) así como de la Fundación para la Investigación Biomédica del Hospital Gregorio Marañón (2001-2004) y es Presidenta actualmente de la Fundación Severo Ochoa desde 1997. La prestigiosa Fundación Independiente, la nombró Española Universal, por su figura científica no solo española sino universal.

Miembro del Consejo Editorial de 12 revistas Internacionales. Tiene 340 publicaciones en Revistas o libros Internacionales: Ha presentado 336 comunicaciones a Congresos. Ha pronunciado 329 alocuciones en conferencias o en seminarios. Tiene 4 patentes y ha dirigido 29 Tesis Doctorales. Todo ello sea dicho con reserva, ya que con toda seguridad habrá añadido algo desde el momento en que estas líneas se escribieron.

Su maestro Ochoa la inculcó su idea sobre la necesidad de efectuar investigación básica, y hacer que las líneas de trabajo sean propuestas con libertad por el investigador, ya que, decía, es la mejor forma de lograr descubrimientos que reporten beneficios a la sociedad. La Dra. Salas siguió bien la lección y ha sido, y es, un claro ejemplo de ello. También nos recuerda sentir, como Ochoa, la emoción de descubrir. A estos efectos, rinde tributo al que fue su maestro, haciendo honor a aquella frase que llevaba impreso el libro que se entregaba a los doctorandos de la Complutense, en el acto de la imposición del birrete, en la que recordaba la admiración que deben profesar los discípulos, por grande que su ingenio fuere, a sus maestros.

Pero debemos referirnos a que un currículum como el de la Dra. Salas, no puede deberse más que a unir a su gran capacidad intelectual una enorme capacidad de trabajo, así como de excelencia en el mismo, con austeridad, coherencia y disciplina; por otro lado la sencillez en las relaciones hace más grata la conversación con ella. Permitidme una pequeña referencia: A este respecto, declaró en una entrevista que le “chifla bailar, pero no moderno, agarrado”, sano ejercicio. Supongo que igual que une la i de su sillón a i de investigación, unirá el vals a las hélices del ADN, ya que la “salsa”, la encuentra en el laboratorio entre matraces y centrifugadoras.

También reclama la presencia de la mujer en el laboratorio y en general en el mundo del trabajo, firme convencida de que su presencia lo enriquece.

Tal vez hayan echado en falta una referencia a su marido, el Dr. Eladio Viñuela Díaz, con el que inició, allá en la Facultad de Ciencias, una doble aventura: la del matrimonio y la de la ciencia. Aquella, feliz aunque rota hoy por su fallecimiento, y ésta de éxito con el que compartió ilusiones y dificultades, o incluso separaciones en su trabajo en el laboratorio del Profesor Ochoa que se lo impuso para que “al menos aprendieran inglés” aunque después salieran alumnos aventajadísimos, como hemos visto. Pero sería difícil entender la personalidad de la Dra. Salas, sin la referencia a su marido, eminente científico y en el que siempre encontró apoyo y estímulo y a la inversa. Para nosotros, en esta Real Academia de Ciencias Veterinarias, el nombre de Eladio Viñuela siempre estará vivo, como Académico que fue, por su contribución al estudio de la peste porcina africana y por haber sido el recipiendario del primer premio que se otorgó en ella, en el curso 1988-1989, denominado Premio de Investigación de Microbiología e Inmunología “Santos Ovejero”.

Querida Doctora Margarita Salas, esta Real Academia se siente muy honrada con su presencia entre nosotros y su pertenencia a ella al aceptar ser Académica de Honor, que nos presta. Pero por nuestra parte no es sino un reconocimiento a sus muchos valores y a los avances que sus estudios han logrado y de los que todos nos beneficiamos.

Sed bienvenida.

LA VETERINARIA EN LA ANTIGUA MESOPOTAMIA

EXCMO. SR. D. JOSÉ ALBERTO RODRÍGUEZ ZAZO

Académico de Número
28 de noviembre de 2007

1. SÍNTESIS HISTÓRICA

— 6000 a.C. Ubaidianos

Mesopotamia, “tierra entre ríos”, Tigris y Eúfrates, tuvo en los ubaidianos, hace más de 6000 años, sus primeros pobladores. Se asentaron a lo largo de la rivera del Eúfrates, menos violento que el Tigris, donde aplicaron técnicas de riego para la siembra de cebada, cultivo de dátiles y cría de animales. Este pueblo fundó núcleos urbanos que posteriormente se convertirían en las primeras ciudades de la región: Eridu, Ur y Uruk.

— 3200 a.C. Sumerios

Hacia esa fecha, los sumerios de origen desconocido se instalaron en el sur de Mesopotamia. Inventaron la escritura historiográfica y crearon las dinastías basadas en las ciudades-estados, teniendo en Lugalzaggi su principal rey. La aportación científica destacada fue la creación del sistema sexagesimal, cálculo de áreas y volúmenes, implantación de pesas y medidas, química de barnices y fabricación de cerveza.

Una escultura de bronce muestra a caballos con arneses, siendo la primera evidencia de control animal (Templo de Tell Agrab). Los cerdos fueron castrados.

— 2340 a.C. Acadios

Sargón rey semita de Acad, corta la carrera de Lugalzaggi y unifica Mesopotamia llegando su poder hasta Siria. En la dinastía acadia (2340-2159) un antiguo escrito hace referencia, primero a un “azuaushe” y más tarde a un “azuguhia” como médico de ganado. En el código de Bilalama, rey acadio de Esununa, se menciona la rabia y las medidas preventivas a emplear.

— 2194 a.C. Imperio de Ur

Los guti, pueblo bárbaro de Irán invadieron Mesopotamia y acabaron con el imperio acadio. Años más tarde fueron expulsados por los sumerios que fundaron el imperio de Ur que comprendía Sumer, Acad y Elam. En este periodo se constata la presencia de un médico de animales. Se trata de Urlugaledenna identificado como tal por un sello encontrado en la tumba del rey sumerio de Lagash, Ur-Ningursu.

A la caída de la hegemonía Ur los sumerios desaparecieron y fueron sustituidos por los amorritas, pueblo semita que fundaron dos importantes ciudades: Asur en la alta Mesopotamia y Babilonia en la baja Mesopotamia. Desde entonces Asiria y Babilonia fueron enemigas.

— 1730 a.C. Primer imperio babilónico

Fue fundado por Hammurabi, extendiéndose desde el golfo pérsico al Mediterráneo. Este extraordinario monarca consiguió la creación de un verdadero estado mesopotámico. En este periodo se introdujo el sistema decimal y se edita el famoso código, en el que se regulan los honorarios del veterinario por acto médico y los contratos de animales y sus vicios.

— 1686 a.C. Imperio asirio

Tras invasiones bárbaras y periodos confusos (1686-746) se crea el primer gran imperio universal: el imperio asirio. Se inició con Teglatfalasar III, ampliado por su hijo Sargón II y culminado con Asurbanipal (669-631).

Gran importancia del caballo para la guerra y la caza, puesto de manifiesto por numerosas pinturas y relieves. En 1400 Kikkuli escribe el primer tratado de hipiatría. Se constata la existencia de tablillas de arcilla relacionadas con la medicina humana y la animal procedente de la biblioteca de Nínive, antes de su destrucción por los medos.

— 631 y 539 a.C. Caldeos y Persas (respectivamente).

A la muerte de Asurbanipal (631) el imperio se disgregó. Los caldeos con su rey Nabucodonosor, que destruyó Jerusalén, convirtió a Babilonia en la más importante ciudad del mundo. En el 539 los persas al mando de Ciro conquistan Mesopotamia.

2. IMPORTANCIA DEL ANIMAL

La consideraremos desde los aspectos económico, legal y la otorgada a las especies canina y equina.

2.1. Importancia económica

En la segunda mitad del tercer milenio, todas las especies de animales domésticos son explotadas en Asia occidental. La ganadería y la agricultura son el objetivo prioritario del gobierno de Ur, como lo atestigua la siguiente frase que es el objeto de la solicitud del soberano “El servicio de ofrendas al dios Enlil constituye el resorte central de la administración”. La ofrenda consistía en reunir en un amplio parque a toda clase de animales que eran recibidos por el “patési” (gobernador de provincias). Pocos animales son destinados al sacrificio del dios, sirviendo la gran mayoría como empréstito para labores agrícolas o de transporte. En realidad el templo actuaba como un banco.

2.2. Importancia legal

La cría y utilización de los animales son reglamentadas ya que constituyen la principal fuente de riqueza.

En diciembre de 1901 el arqueólogo francés T. de Morgan descubre un “Cuerpo jurídico” promulgado por Hammurabi. El texto grabado en una estela de diorita parece datar del año 1755 a.C. La inscripción fue descifrada por el padre Scheil quien la catalogó como “obra maestra del pensamiento humano”. Para Padró, la importancia primordial del código reside en el hecho de la unificación de la legislación existente y de haber sido impuesta a todos los pueblos del imperio. Verdadero código civil, la ley prevé en detalle todo lo que concierne a las personas y sus bienes. La agricultura y sobre todo la ganadería son protegidas por la ley. En relación con los animales, excluye al caballo, perro y gato al no considerarlos estrictamente económicos, contemplando al asno, bovinos, ovinos, caprinos y porcinos. Regula la venta y alquiler de estos, castigando severamente el robo de ellos incluso con la muerte si el ladrón era insolvente; además a quienes deliberadamente ocasionaban daño a un animal de trabajo eran castigados como criminales.

2.3. Especie canina

El perro tenía una alta consideración, no solo por su importancia en la caza (como lo muestra el bajorrelieve de Nínive en que se representa a Asurbanipal cazando onagros salvajes, montado a caballo, armado con arcos y ayudado por perros), sino como animal sagrado. Así, el rey babilónico Adaf-Apla-Iddina, de la segunda dinastía de Isín (1068-1047) construyó un templo a Gula, diosa de la salud, cuyo símbolo era el perro. Un sello casita muestra la adoración a la diosa, con su perro, quien protegía a la gente de la rabia y que podía hacerla padecer a quien insultara a este animal. El hecho de la alta estima que gozaba esta especie, es su enterramiento en lugares próximos al templo y con grabados en su memoria. Se piensa además que eran empleados en el tratamiento de heridas infectadas que padecían las personas, a quien ayudaba a sanar con sus lamidos.

2.4. Especie equina

Pero quizás el animal de más impacto social en la antigua Mesopotamia haya sido el caballo. Tres aptitudes lo confirman: 1.º caza, 2.º prestigio y 3.º guerra. Los analizaremos someramente:

1.º Caza. Ya se ha citado la escena de caza de onagros, con el empleo conjunto de caballo y perros. En esta época las aristócratas asirios eran tan aficionados a esta actividad, que la hicieron extensiva a predadores peligrosos, como el león, no solo como enemigo de los animales domésticos, sino que llegó incluso a criarse para cacerías reales. Bajorrelieves muestran a Asurbanipal enfrentándose a un león a caballo al que parece meterle la lanza por la boca (Museo Británico).

2.º Prestigio social. Aquellos que poseían o sabían de caballos, asumían un estatus especial en los reinos asirios de ahí que proliferaran lugares de cría, alimentación y entrenamiento de equinos, siendo famoso por esto la ciudad de Hethiter, citada por el hurrita Kikkuli en su tratado de hipiatría. Entre los mencionados hurritas los dueños de carros para la guerra tirados por caballos entrenados, representaba la más alta clase social.

3.º Guerra. Pero es precisamente para la guerra la aptitud más apreciada del caballo. Aunque en la pieza conocida como "El estandarte" encontrado en el cementerio de Ur (2600-2500 a.C.) se muestra un carro de guerra tirado por 4 onagros con 2 tripulantes, conductor y combatiente provisto de hacha de guerra y jabalinas, es en época asiria, en que el caballo, introducido por los casitas tiene su máxima aplicación militar. Dos modalidades tiene de empleo: la primera con jinetes con lanzas y escudo y la segunda como carro que era la modalidad más empleada, tirado bien por un caballo tripulado por un conductor y un arquero (bajo relieve hitita, Tell-Halaf) o por dos (relieve de Sargon II, Museo de Bagdad) con el monarca, soldado y conductor. Su utilidad en la batalla fue fundamentalmente psicológica al provocar la dispersión enemiga. Desde el punto de vista táctico fue eficaz por lo movilidad y posterior combate a pie. Era tal el valor del caballo

en la guerra que el rey asirio Sardón creó la figura del “musar-kisus”, oficial de alto nivel responsable de recorrer el estado para adquirir caballos para el ejército.

3. CONCEPTO DE LA ENFERMEDAD

3.1. Etiología

Los pueblos mesopotámicos tenían una gran dependencia de la divinidad, no solo frente a los dioses, sino a quienes le representaban (reyes, señores y sacerdotes). Así, cuando se incumplían sus preceptos enviaban sobre los mortales como castigo un demonio (shertu) que les provocaba el infortunio o la enfermedad en ellos o en sus animales. Consecuentemente el agente etiológico era siempre el pecado.

3.2. Patogenia

Dos mecanismos explican la génesis de la enfermedad como consecuencia del pecado (C. Thomson modificado).

A) Por acción directa del dios enojado. Es el caso de la persona que agrede a un perro, símbolo de la diosa Gula, quien ofendida castiga al agresor con la rabia.

B) Por acción de los demonios. Había dos modalidades en cuanto a su aparición. La primera era por pérdida de la protección del dios, y la segunda por magia negra, en que un brujo hacía que el demonio se apoderaba del ser.

3.3. Etiopatogénia

Como vemos en ella hay tres componentes: ofensa o pecado, dioses y demonios. Analizaremos cada uno de ellos.

A) *Ofensa o pecado.* El incumplimiento de las múltiples obligaciones religiosas o morales a las que estaban obligados los mesopotámicos enojaban a algún dios. A veces la ofensa era ple-

namente reconocida por lo que la enfermedad que se padecía estaba justificada, caso de la rabia entes citado. Otras veces no se apreciaba la ofensa, asumiendo la idea de que se puede pecar sin saberlo. El insomitable problema del dolor no merecido del cual serán formas ulteriores el libro de Job y las tragedias griegas, surge así en el alma de los hombres de Asur y Babilonia. Por último, también se podría sufrir el pecado de familia y purgar la pena que correspondía a sus antepasados.

B) *Dioses.* Hubo numerosos dioses en Mesopotamia. Los sumerios tenían al menos uno por cada ciudad estado y eran de dos tipos: divinidades telúricas como An (dios del cielo), Enlil (dios del aire), Enki (dios del agua) y Ea (dios de tierra y mar); y divinidades astrales, tales como Utu (sol), Nana (luna) e Istar (estrella).

Los acadios aceptaron estos dioses pero tuvieron su dios en Asur y en su conmemoración fundaron la ciudad de este nombre, pero Marduk el dios babilónico los absorbió a todos siendo el dios supremo, responsable de la génesis del mundo y el que ordenaba a los dioses y a la cosmología del universo. Todos estos dioses podían causar enfermedad.

Dentro de la amplia gama de divinidades, los había dedicados a la medicina. Así el citado todopoderoso Marduk era considerado el dios de la medicina y de los conjuros, seguido en importancia por Ea, su padre. Sin, encarnación de la luna, rige las hierbas medicinales, muchas de ellas con poder antídemonio, pero deben recogerse y prepararse como medicina o filtro mágico solamente a la luz de la luna. Istar era la diosa de la fecundidad y de la curación. Gula era la diosa de la medicina cuyo símbolo era el perro. Edin-mugi era el protector de los partos difíciles y Nafu que era el dios de la enseñanza de la medicina.

Además había dioses protectores de los médicos. Así Ninazu con su hijo Ningischzida protegían a los médicos. Este último portaba un bastón con dos serpientes como símbolo de la medicina, símbolo este que parece tener su origen caduceo según

antiguas arcillas. Otro dios protector fue Ninif o Minurca que era hijo de Nil y de Gula.

Así pues, los enfermos acudían a su dios personal para que intercediera ante Marduk o Ea que eran los que tenían más poder y los médicos a sus dioses protectores. Pero veremos que va a ser el sacerdote quien mejor implorará la intervención de estos.

C) *Demonios*. Hay tres clases de espíritus malignos o demonios causantes de la enfermedad (C. Thompson): Ekinmu, espíritu de los muertos por no haber sido enterrado; Lilu que es el resultado de la unión de un demonio con una mujer, y los diablos que son igual que los dioses y son los más importantes como causa de la enfermedad siendo el más característico de ellos Panzuzu responsable de la fiebre y representado por una gran mosca.

3.4. Síntomas

Van a ser producidos por:

a) *Por ofensa a dios*: Gula provocará los síntomas típicos de la rabia. Nerguil será el responsable de las manifestaciones propias de epidemias y epizootias. Edin-mugi causará las distocias y abortos.

b) *Por acción de los diablos*. Había dos clases de diablos en relación con la sintomatología: 1.^o los que ocasionaban el síntoma propiamente dicho, así Ashakku, era el responsable de la fiebre y consunción, Nerpal de las pústulas supuración y llagas, Axaxazu de la ictericia y Tin de las cefaleas y 2.^o Los que localizaban los síntomas: Ekinru (abdomen), Llu (extremidades), Alu (pecho), Nantorro (garganta) y Utukku (cuello). Normalmente actuaban en conjunto varios diablos que originaban el síndrome.

Así una herida infectada en una pata y con fiebre tendría como responsables a Llu (extremidad), Nerpal (supuración) y Ashakku (fiebre).

3.5. Diagnóstico y pronóstico

Según la concepción que el mesopotámico tenía de la enfermedad, para saber lo que le pasaba al enfermo no solo basta-
ba con la apreciación de los síntomas, pues tenía que conocer ademá-
s, el pecado cometido, el demonio responsable y el propó-
sito de los dioses que era o la curación en cuyo caso se instaura
el tratamiento o la muerte en que no se actuaba.

El pecado cometido se deducía por el interrogatorio del enfermo o del dueño del animal; el demonio o los demonios res-
ponsables por los síntomas y el propósito de los dioses (pronósti-
co) por la adivinación, cuyo mensaje era interpretado por el Baru
que era el sacerdote sanador y que acudía a diferentes prácticas
adivinatorias según la importancia del caso.

Así, en caso de enfermedad de personaje ilustre, epidemias o epizootias se recurría a la hepatoscopia de grandes animales, cosmología y astrología. Si el problema de salud del hombre o animales era de menor importancia, la hepatoscopia se hacía en animales de escaso valor y la cosmología y la astrología eran sus-
tituidas por la empiromancia (predicción por el fuego), lecanoman-
cacia (adivinación por las figuras del aceite en agua), la oniromancia (significado de los sueños), y sobre todo la conducta animal ob-
servada en el trayecto que el sacerdote sanador realizaba al diri-
girse al lugar del suceso, que se hacía siempre.

Veamos someramente las particularidades de algunos de estos sistemas adivinatorios.

a) *Hepatoscopia*. Consiste en la interpretación del examen del hígado del animal sacrificado en relación con el enfermo, re-
sultado de una guerra u otro evento. El sacerdote o Baru abría el animal y le observaba, primero "in situ" y después tras extraerlo, pero nunca diseccionaba la víscera. Se han encontrado modelos de hígado realizados en arcilla y recubiertos de signos de la época de Sargón I. La nomenclatura está en base a los accidentes hepáticos, muy detallados, pero sin rigor anatómico. Así se cita la cima y el

surco de Na, Shanú, Niru, Gir y otros. Como ejemplo de pronóstico la siguiente cita “si el Shanú es doble y también el Niru el enfermo morirá; si lo mismo, y el Gir cae a la derecha el enfermo vivirá” (Boissier). Junto con el hígado, la interpretación de las asas intestinales también tenía su valor predictivo.

b) *Oniromancia*. Para los babilonios los sueños eran el mensaje de los dioses, solo interpretables por los sacerdotes, aunque había manuales de iniciación. Ejemplo: si sueñas que se te arrancan los dientes o se lacera la lengua vendrá la enfermedad; si sueñas que comes basura presagiará felicidad. Como vemos la oniromancia es predictiva.

c) *Astrología y Cosmología*. La más antigua representación de los signos del zodiaco es sumeria (2000 a.C.). Los sacerdotes interpretaban los movimientos de los astros en relación con el horóscopo de la persona importante enferma o dueña del ganado enfermo.

d) *Conducta animal*. Pero quizás en lo que primero se fijaba el sacerdote sanador cuando se dirigía al lugar de la enfermedad, era la actitud de los animales que se encontraba (insectos, arácnidos y sobre todo aves). Geers señala el pronóstico por el vuelo del halcón “si por la mañana en la parte posterior de la casa del enfermo, sale un halcón volando el enfermo morirá; si vuela paralelamente a la derecha del sacerdote, el paciente sanará”.

Si el resultado del diagnóstico es negativo, el médico o veterinario no debe actuar, ya que iría en contra de la voluntad de los dioses. Si fuese positivo se procederá al tratamiento.

3.6. Tratamiento

La terapéutica buscaba estos fines: 1.^o, el perdón del dios irritado mediante la oración y sacrificio, 2.^o, la expulsión del demonio por medio de la magia y 3.^o, la curación por remedios físicos aplicados, tanto farmacológicos como quirúrgicos, resaltando que solo son eficaces si así lo quieren los dioses.

Describiremos someramente cada uno de estos medios

a) *Oración*. Se dirige al dios más importante (Marduk), a los dioses de la curación (Isthar) o a los dioses particulares (Edin-mugi) para el parto. La oración consta de tres partes: la primera para alabar al dios, la segunda como muestra de aflicción y la tercera para la súplica.

b) *Sacrificio*. Lo que se busca es sustituir al hombre pecador por la víctima ofertada, que así sufre la expiación por su pecado. Los animales sacrificados podían ser domésticos o salvajes.

c) *Magia*. Mediante palabras o representaciones las fuerzas que actúan sobre un individuo se dirigen hacia el bien (magia blanca) o hacia el mal (magia negra); la primera permitida, la segunda castigada por lo que era clandestina. Debe realizarse de acuerdo con unos rituales pre establecidos. Hay cuatro tipos de fórmulas según Falkestein: 1.^a, el sacerdote con el permiso de Ea, para representar a su protegido, se dirige al tribunal de los dioses. La 2.^a, recae en los demonios a los que se cita. El 3.^{er} tipo de fórmula se emplea para prevenir la enfermedad, con igual significado que los amuletos. La 4.^a, se aplica sobre las plantas o instrumental que se van a aplicar en la curación.

La ceremonia, con sacerdote, personal, músicos y coro solo se realizaba en caso de enfermos ilustres y posibles epizootias. En los demás casos solo iba el sacerdote sanador con un símbolo que sustituía al acompañamiento citado.

d) *Medicamentos*. En las ruinas de Nippur se han encontrado tablillas de la época sumeria en las que estaban inscritos productos farmacológicos empleados en terapéutica médica; posteriormente y datadas del 600 a.C. también se han mostrado otras referentes a procedimientos terapéuticos en patología animal.

Las sustancias tenían tres orígenes: 1.^o *Vegetal*. Era la más abundante con unas 250 plantas medicinales (Thomson). Eran empleados frutas, verduras, condimentos, corteza de árboles, ade-

más de heléboro, opio, mandrágora y cáñamo. 2.^o *Animal*. Se emplearon órganos de animales domésticos y salvajes así como insectos, excrementos, despojos y leche; en total el autor citado señala la cifra de 180 de estos productos. 3.^o *Mineral*. Citados 120 y tenían más importancia que los de origen animal. Muy indicados para afecciones cutáneas y ojos. Los más empleados fueron: Sal común, salitre, derivados del arsénico, hierro, antimonio, azufre, cobre, mercurio, cal y betún.

e) *Terapéutica física*. Se emplearon hidroterapia, masajes, calor y fuego.

f) *Terapéutica quirúrgica*. Los vendajes, suturas, fijación, reducción de fracturas y luxaciones fueron las técnicas más frecuentes y con instrumental específico.

4. EL SABER VETERINARIO

A) Anatómicos. Al no practicarse la disección, los conocimientos anatómicos fueron escasos y superficiales, salvo en el caso del hígado y de las vísceras abdominales en que se citan nombres pertenecientes a sus accidentes y solo válidos para la hepatoscopia y otras técnicas adivinatorias. La anatomía fue pues nominal y nunca descriptiva; Igi era el ojo y Quirbu el vientre, siendo los órganos genitales los que más denominaciones tenían.

B) Fisiológicos. No se tenía conocimiento del aspecto funcional de los órganos y solo se relacionaba a estos con funciones afectivas o de la vida anímica. Así el hígado era el centro de las emociones, los riñones lo serían del vigor físico y el vientre el asiento de los sentimientos. Conocían la función del esperma (Zeru o Nilu) y los períodos de gestación. Conocían la función testicular, pues practicaban la castración de animales para seleccionar progenitor y facilitar el manejo y engorde, siendo esta práctica habitual en cerdos. La vida es mantenida por la sangre que es renovada por los alimentos (Leclainche).

C) Patológicos.

1.^o *Patología médica.* La descripción es siempre sintomática, señalando el síntoma principal y el órgano de asiento. Conocían el timpanismo, huélfago, cólicos, diarreas, retención de orina, ictericia, lagrimeo y conjuntivitis.

2.^o *Patología infecciosa y parasitaria.* Describieron la rabia (Kaduh-hu=boca abierta), moquillo, parásitos externos, parásitos intestinales y el torneo.

3.^o *Patología de la reproducción.* Sabían de abortos, distocias, retención placentaria, mamitis y afecciones teratológicas que tenían significado adivinatorio.

4.^o *Patología quirúrgica.* Las heridas por flechas eran interpretadas. Así las lesiones en médula espinal causaban parálisis de extremidad posterior como se muestra en un relieve de alabastro del año 700 a.C. procedente de Nínive y en una leona herida. Si el arma lesiona el pulmón provoca hemorragia bucal (Museo Británico). Además de las heridas a las que se suturaba, se reducían fracturas, luxaciones y se operaba de cataratas.

D) Terapéuticos.

1.^a *Terapéutica médica.* Lo más característico en las tablillas terapéuticas es que haya tres columnas. En la primera se nombra el producto, en la segunda se citan los síntomas a los que va a combatir y en la tercera la forma de aplicación.

En cuanto a la preparación había recetas para ello. Los productos solían conservarse en estado sólido hasta su procesamiento, que se hacía a base de moliuraciones, mezcla o disoluciones, decociones y filtros fundamentalmente. Así el ungüento se prepara pulverizando los ingredientes a los que se añade vino y aceite vegetal. En el filtrado se procede cociendo los ingredientes con ácidos y sales y posterior filtración. Lo llamativo es que raramente se citan las proporciones y excepcionalmente las cantidades. Señalar que al no existir farmacéutico eran los Azu (médico o veterinario) los responsables de su preparación (Folch).

A veces, a cada dolencia le correspondía un medicamento y otras como en el caso de la picadura del escorpión, había gran número de remedios. Existía la medicación profiláctica como lo atestigua un documento del periodo Hitita, aplicable a los caballos de carros de guerra a los que se les suministraba periódicamente agua de cebada con sulfato sódico por su carácter purgante y antiparasitario.

La medicación se administraba por diferentes vías: Rectal (enemas principalmente y supositorios), cutánea (ungüentos y pomadas), ocular (colirios) e instilaciones uretrales. Por ingestión el medicamento era mezclado en el pienso, disuelto en agua o vehiculado en vino o cerveza. Una modalidad fue el empleo de la vía nasal en équidos en que se tragaría el producto cuando se abriera la faringe (hecho descrito en Ras-Shamra, Siria en lenguaje Ugarit).

Las fumigaciones tenían varios fines: antiparasitario externo, mucolítico, depurador uterino, y como ritual atrayendo a dioses (oloroso) o expulsando demonios (nauseabundo).

No se señalaba la dosis y a veces se indicaba “balu patan” que significa en ayunas. La medicación se administraba con arreglo a los rituales, las horas del día y la posición de las estrellas. La patología más tratada era la digestiva y la respiratoria.

2.^a *Terapéutica quirúrgica.* Añadir a lo ya señalado a este propósito, el cohibir hemorragias; el emplear aceite para impedir que el vendaje se adheriera; el operar de cataratas; solucionar distocias y practicar fetotomías; practicaron flebotomías y drenaje de abscesos. El material quirúrgico empleado así como las técnicas eran prácticamente idénticos en Medicina como en Veterinaria señalándose esta identidad en la castración

5. LA VETERINARIA LEGAL

1.^o **Códigos sumerios.** Los más antiguos códigos sumerios son los de Ur-Namu y de Lipit-Istar, que se corresponden respec-

tivamente con los reyes de Ur y de Isin y datados alrededor de 3000-2500 a.C. (Larroux). En ellos se reglamenta la práctica del médico y del veterinario, quienes pertenecen a la misma casta, y son asimilados a trabajadores manuales. Recordar que los códigos no pueden legislar sobre sacerdotes sanadores. Son, asimismo, controlados los animales propiedad del templo. Hay también comisionados en los mataderos e inspectores de pastores. En el mosaico del Museo Británico y procedente del templo de Tel-el-Obied hay una escena de ordeño y las medidas para evitar la pérdida de leche (4000-3000 a.C.). Estos hechos muestran que todas las actividades ganaderas, estaban reglamentadas.

2.º Códigos acadios. El código de Bilalama, rey acadio de Esunua (2300 a.C.) regula las obligaciones del dueño del perro que padece rabia y el castigo (multa) impuesta en caso de incumplimiento que a su vez ocasionara mordedura a una persona con resultado de muerte.

3.º Código babilónico. En 1901 el francés T. Morgan descubrió el código de Hammurabi, grabado en una estela de dorita y parece datar de 1775 a.C. En realidad es una compilación de leyes ya citadas residiendo su importancia en la unificación jurídica de toda Mesopotamia.

Podemos dividir en tres apartados lo que este código señala en relación con la veterinaria.

1.º Relativo a los animales.

Solo cita a los animales considerados económicamente importantes, siendo estos: el asno, el buey de tracción, vacuno de leche, ovejas, cabras y cerdos. Omite al caballo, perro y gato a los que considera de lujo.

- La venta de los animales será delante de testigos para ser válida.
- El arriendo de animales es por un año y no puede haber subarriendo. El arrendatario está obligado a conser-

var el animal en perfecto estado. Así si este se deteriora por malos tratos aquel debe indemnizar al dueño con un pago igual al de un animal sano. Si pierde un ojo, abonará la mitad de su valor, que será de un cuarto si se fractura un cuerno, pierde la cola o se hiere la boca. En caso de muerte natural o por ataque de un depredador el arrendatario queda exento de pago, no responsabilizándose tampoco si no ha sido advertido del carácter indómito del animal y este causa daños a terceros.

- En caso de robo, el ladrón abonará de 10 a 30 veces el valor del animal robado, siendo condenado a muerte si es insolvente.
- Aquellos que deliberadamente hieren a un animal de trabajo son castigados como criminales.

2.º Relativos al pastor.

La vida pastoril es importante, hasta tal punto que las actuaciones de los pastores son supervisadas por una especie de mayoral (jefe de pastores) que dirigía la explotación. Las obligaciones que el código otorga al pastor son:

- Como responsable del rebaño confiado, al que tratará con celo, informará al final de la estación de los nacimientos habidos.
- Si hace peligrar el rebaño, u omite alguna de las obligaciones estipuladas será obligado a pagar una indemnización.
- Si conduce su rebaño a los pastos de otro, abonará al dueño de estos 20 gur de trigo por cada 100 gan de superficie pastada y si es reincidente pagará 60 gur de trigo por cada 10 gan de superficie.

3.º Reglamentación del ejercicio profesional.

El código incluye reglas para el trabajo del veterinario como clínico quirúrgico, pues como ya señalamos la patología

médica era propia de los sacerdotes y al ser divina no estaba regulada por leyes.

El código indica, sin separación profesional, diez normas breves relativas a los honorarios y castigos de la práctica de la medicina, citando en lo relativo a la medicina animal lo siguiente: "Si un médico de bueyes o asnos ha curado a un buey o asno de una herida importante, su dueño le pagará como honorario la sexta parte de un siglo de plata". "Si ha realizado una importante operación en un buey o asno y le ha causado la muerte, le dará al dueño del buey o asno un cuarto de su valor".

6. ZOOTECNIA

1.^o Vacuno. Había dos variedades:

a) *De cuernos largos*. Descienden del Uro. En el periodo sumerio (2700 a.C.) el vacuno de cuernos en forma de lira están representados en numerosas obras de arte. Así, en mármol esculpido se representan las cabezas de dos dioses en forma de toro, Ur de oro y Tello de bronce, ambos con largos cuernos.

b) *De cuernos cortos*. Este vacuno deriva y reemplaza al anterior al producirse la revolución urbana de Sumer y Elam y demandarse la diaria provisión de leche. En el templo de Ubaid, en Ur y en el 2900 a.C. hay un mosaico en el que se representa este tipo de animal con sus terneros en una escena de ordeño. Otra escena, esta vez de arado y del siglo VII a.C. muestra a dos vacunos unidos por collazas (Museo de Louvre).

2.^o Cebú. En el segundo milenio a.C. en Babilonia y algo antes en Sumer. Este animal reemplazó completamente a los vacunos antes citados. Su presencia, no obstante, data del IV milenio (Tell Agraf).

3.^o Búfalo de agua. Es asumido que este bovino fue primero domesticado en Mesopotamia como animal de trabajo durante la dinastía acadiana.

Los machos aparecen en sellos que evidencian su domesticación entre el 2550 y el 2150 a.C. La representación de escenas de este animal con hombres o dioses con forma humana es tomada, quizás arbitrariamente, como evidencia de domesticación. El ordeño solo se practicó para ofrendas a los dioses lunares para asegurar la fertilidad de las cosechas. Se cree que la forma circular de los cuernos convierten a este animal en sagrado al asociarlo con la luna llena.

4.º Ovino. Aunque hay evidencias de su domesticación en el 9000 a.C. por los restos arqueológicos encontrados en Zawi Chemi Shanidar en Irak no es hasta el 3000 a.C. cuando esa evidencia se constata en artísticas representaciones y escritos en tablas de arcilla. La raza de ovejas descrita en Sumer tenía cuernos en saca corchos, a veces desmochada, pelo lanudo, a veces con lana y cola de longitud media. Otro tipo de ovino representado era el animal con lana, cola corta y delgada y cuernos en espiral. A veces se la representa ordeñándolas y los escritos dicen que la leche y la lana eran más importantes que la carne. Otra clase de ovino tenía cuernos en espiral, aparentemente sin lana y cola grasa lo que hace suponer que esta manera de almacenar energía la hacía perfectamente adaptable a las zonas áridas de Medio Oriente. En tiempos de los babilonios y de los asirios el ovino pintado tenía lana y cola larga y grasa. El ovino de carne era diferente al ovino de lana que a su vez tenía tres grados: de primera, de segunda (que era amarillenta) y de montaña. En Babilonia, la lana junto con el aceite y el maíz eran la base de la economía. Se han descrito rebaños de miles de cabezas y partos dobles.

5.º Caprino. En el IV milenio se pintaron cabras en floberos con cuernos en cimitarra. Cabras con cuernos torcidos se han esculpido en Ur donde se aprecia un caprino “ramoneando” un árbol, titulando la escena, erróneamente “carnero en el matorral”. En el VI milenio a.C. se constata la domesticación en el valle superior del Tigris. La subespecie es la capra aegagrus o hircus.

6.º Porcino. En el norte de Mesopotamia el cerdo domesticado es pintado por alfareros en Lagash y en figuras de arcilla en Arpachigah; en Jarmo, también al norte la domesticación se

atestigua por la presencia de dientes y huesos que datan de 6000 a.C. Un colgante de marfil procedente de Sumer tiene la forma de un cerdo domesticado con larga cabeza, hocico elevado y orejas pendulas. Los restos de cerdos encontrados en Ur son fundamentalmente dientes, casi todos ellos de animales jóvenes. Se sabe que se practicaba la castración para facilitar la selección, engorde y posterior mejora racial.

7.º Equinos. Posiblemente la domesticación del caballo se sitúe en la segunda mitad del tercer milenio. Se sabe que eran de talla pequeña, crin largo y caído y no corto y erecto como el salvaje y sin noticias sobre su capa. Su aptitud fue al principio cárnicu pero secundaria. Las monedas encontradas revelan que fue usado principalmente como animal de trabajo antes que de silla. Este aparece en Mesopotamia en el 2000 a.C. En la acrópolis de Susa hay monedas de caballo montado y enganchado. Figuras de bronce del III milenio representan al caballo tarpán de Asia.

Ya hemos citado la importancia del caballo como animal de guerra, para la caza y como prestigio social. Debemos señalar además su mención en un canto religioso del año 2000 a.C.

Un documento que data de 1360 a.C. y procedente de la civilización hitita que ocuparon el valle superior del Eúfrates nos da información de la alimentación y doma de los caballos de los carros de guerra. La ración alimentaria se componía de 1 a 2 kg. de cebada de medio a 1 kg. de trigo junto con alfalfa. Se les proporciona un purgante y antihelmíntico a base de sulfato de sosa, periódicamente en agua de cebada. El entrenamiento duraba 169 días en el que debían recorrer 70 u 80 km. diarios en carrera; al principio del entrenamiento el recorrido era solo de 18 km. diarios

8.º Camélidos. El camello (dos jorobas) fue conocido esporádicamente en Mesopotamia como pronto en el II milenio. Restos arqueológicos se tienen también del dromedario (una joroba). Se da la circunstancia que en Mesopotamia se cruzaron las dos especies, una procedente de la ruta de la seda (camello) con la especie de los nómadas de Arabia (dromedario). Los híbridos reemplazaron a sus predecesores en la ruta de la seda.

9.º Asnos. Se sabe que los comerciantes asirios algo después del 2000 a.C. usaban caravanas con manadas de asnos que cruzaban Siria para dirigirse a Mesopotamia. Animal habitual como carga y transporte.

10.º Mulos. Asnos y caballos han sido cruzados en Mesopotamia. Los asnos procedían del sur y los caballos del norte; aquí los mulos y burdéganos fueron criados en gran escala.

11.º Onagros. Pertenece a la familia *equidae* subgénero *hemiones*. El nombre onagro significa asno salvaje y el de *henión* medio asno. Hay evidencia por los restos óseos que en el V milenio fueron cazados para alimentos (Anan nivel 1 y Siak). En el periodo Uruk, 2500 a.C. es cuando aparece el onagro como animal de tiro. Los primeros indicios del uso del onagro tirando de un vehículo con ruedas aparecen en tiempos de la dinastía antigua sumeria. Que el onagro fuese empleado como animal de silla, parece probable, según modelo de terracota encontrada en Susa, sin embargo no fue de uso general como medio de transporte.

En la real tumba de Ur aparecen cuatro sucesivos momentos de la carga de carros contra un enemigo extranjero. El carro es tirado por cuatro onagros y la eficacia como arma parece que fue más psicológica que material. A la raza que nos estamos refiriendo es la Akhdari, una de las 6 razas de onagros y que era la más pequeña. Posteriormente se incorporaron el onagro iraní, el Kulán transcarpiano y el más fuerte y grande, Ghor-Khaz de Afganistán, también llamado onagro de montaña. Parece que las hembras eran capturadas y matadas para evitar que criaran en cautividad por lo que el onagro fue domado pero no un animal criado, ya que solo se criaba a los potros machos tras su captura.

El onagro mesopotámico era ligero, veloz y de un metro de altura. Las orejas eran más largas que las del caballo pero más cortas que las del asno y del onagro indio. La crin era erecta como la del caballo salvaje de quien se distinguía por tener un mechón en la mitad de la cola. Parece, por la existencia de bozales que debió de ser un animal difícil de manejar para la carga; de

hecho se observó la presencia de un anillo que atravesaba el labio superior y que serviría para controlarlo; además llevaba un collar que a diferencia de los buenos arneses dificultaba la respiración del animal. El onagro fue cruzado con asnos para conseguir un híbrido más fuerte.

12.^o Aves. En el servicio de ofrendas al dios Enlil figuran aves pero sin especificar. Se sabe que desde Irán los pollos de gallina fueron llevados a Mesopotamia. En cuanto al pavo, hay referencia de que los fenicios lo introdujeron en Asia Menor y se constata su presencia en Asiria y Babilonia. Referente a las palomas se evidencia el intento de domesticarlas por las figuras encontradas en Arpachigah y Asiria.

7. EL EJERCICIO PROFESIONAL

Consideraremos en este apartado dos clases: 1.^o, los prácticos de la medicina veterinaria y 2.^o, los dedicados a otras funciones veterinarias.

1.^o Los prácticos de la medicina veterinaria

Como la enfermedad era castigo de los dioses, los que se dedicaban a curarla tenían carácter sacerdotal, con excepción de aquellos que practicaban la cirugía menor que tenían condición laica. Estos son sus nombres y misiones.

Asú. Procede del sumerio Azú que significa “conocedor del agua”, posiblemente en razón al examen de orina. De los tres tipos de sacerdotes, eran los únicos que estamentalmente se dedicaban a tratar al enfermo humano o animal. Para Laín era el nombre genérico de todos los sacerdotes sanadores y era el último de ellos en actuar.

Baru. Significa el que ve, el que observa. Es el sacerdote que primero actuaba, ya que al dirigirse al lugar donde se en-

contraba el enfermo observaba el comportamiento de invertebrados, mamíferos y vuelo de aves. Era el adivino que hacía el diagnóstico, mediante el interrogatorio ritual y el pronóstico por la adivinación. Descubría además las causas de las catástrofes y otros acontecimientos e interpretaba los sueños.

Ashipu. Significa el que purifica. Es el exorcista que expulsa los demonios de personas, animales, casas, granjas, etc. y que estaban poseídas por los malos espíritus. Los medios que empleaba eran el encantamiento y actos mágicos.

Gallubu. Eran los cirujanos laicos. Realizaban operaciones quirúrgicas y eran de clase inferior. A ellos se refiere el código de Hammurabi.

Una cuestión controvertida es si el Asú o Azú, médico y veterinario eran independientes o ejercidas por la misma persona. Tres opiniones hemos encontrado al respecto:

A) Serían independientes. Para Bree son los veterinarios, Mounai-Son, son distintos de los médicos, A-Son, opinión compartida por Cordero. Leclainche señala además que el médico y el veterinario pertenecen a la misma casta y que las disposiciones relativas a sus ejercicios están concebidas en términos análogos.

B) Serían únicos. En el Museo de Louvre hay un sello del médico Ur-Lugal-Edinna (Urlogaledenna), que junto con instrumental veterinario tiene un texto que dice: "¡Oh, dios Edinmugi, visir del dios Gir, que asistes a las hembras cuando paren sus cachorros!, el médico Urlogaledenna es tu siervo". Dunlop añade que realizó curas y asistencia médica y obstétrica a animales.

C) Indefinidos. Lyons dice: "De la práctica veterinaria podría encargarse un barbero de la clase baja (el ya mencionado Gallubu) o un Azú de la superior, pero no sabemos si eran exclusivamente sanadores de animales, médicos de bueyes y asnos".

Laín en su versión CD de Historia de la Medicina y en el apartado de prácticos de la medicina añade "y había también ve-

terinarios" pero al referirse al código de Hammurabi dice" hay hasta trece artículos consagrados a la práctica de la medicina" y no separa los dos relativos a la medicina animal.

2.^º Dedicados a otras funciones veterinarias

1.^º *Musarkisus*: oficial de alto nivel, responsabilizado directamente por el Rey asirio para adquirir équidos y que recorría sus provincias a tal fin. El Rey Esarhaddon exigía informe diario de las adquisiciones. Un estudio de un mes de trabajo muestra que se compraron 100 animales diarios y que se instalaban en los establos reales de Nínive. De 2911 animales obtenidos en ese periodo, 1840 fueron destinados a los carros de guerra, 787 para silla y 27 como sementales. También se incorporaron 136 mulos. Las razas de caballo fueron nubia e iraní. Esta figura sería equiparable a los veterinarios militares españoles destinados en cría caballar.

2.^º *Escriptor*: Kikkuli, fue un hurrita experto en caballos y el primero en escribir un tratado de hipiatría, donde trata de la alimentación y entrenamiento de los caballos.

3.^º *Comisionado de matadero*: personaje del entorno real que inspeccionaba los mataderos; también sabemos que se controlaba la leche (escena de ordeño de 4000 a 3000 a. C en Ur). Desconocemos si el control conllevaba también la práctica del decomiso.

4.^º *Jefe de pastores*: otro personaje del entorno real que controlaba la actividad pastoril. Se le consideraba como una especie de director de ganadería, por lo que intervendría en actividades zootécnicas.

8. CONSIDERACIÓN SOCIAL

De todo lo expuesto deducimos que la consideración de quienes se dedicaban a actividades veterinarias no era única.

Así:

1.^o *Muy alta*: sería la de los sacerdotes sanadores por su carácter divino.

2.^o *Alta*: la tendrían el Musarkisus, comisionado de matadero y jefe de pastores por su proximidad al rey.

3.^o *Media*: como cirujano laico (gallubu). A este respecto hay que tener en cuenta que si bien parece deducirse por los honorarios, que el cirujano veterinario tiene un status inferior al cirujano médico, ya que este cobra trece veces más por operar a un hombre libre que aquel por operar a un buey o asno, creemos que la consideración social es la misma en base a los siguientes argumentos:

- a) Según Leclainche el médico y veterinario pertenecen a una misma casta; están asimilados a trabajadores manuales y no reciben ninguna formación científica.
- b) En el código de Hammurabi, las prescripciones relativas al médico de hombres (A-sou) están intercaladas con las que aluden a los animales y son concebidas en términos análogos a las que conciernen al veterinario (Mounai-sou).
- c) Que los Honararios, están en razón del enfermo y no de la enfermedad. Así el cirujano cobra más por la misma operación a un hombre libre que a un esclavo, por lo que el veterinario tiene que cobrar por operar a un buey o asno menos que lo que se pagaba por el esclavo.
- d) Hay que tener en cuenta que el código de Hammurabi no contempla los honorarios a cobrar por operar a caballos o perros, que sin duda por su valor son muy superiores a los estipulados por atender a bueyes o asnos.

He dicho.

VISIÓN HISTÓRICA DE LA ANGIOLOGÍA Y SU EVOLUCIÓN TERAPÉUTICA HASTA EL SIGLO XVIII

DR. JOSÉ F. GUIJARRO ESCRIBANO

Médico Militar

Hospital Central de la Defensa "Gómez-Ulla"

Servicio de Cirugía Vascular

19 de diciembre de 2007

INTRODUCCIÓN

Los avances científicos actuales han permitido estudiar muchos fenómenos culturales de los pueblos primitivos más desarrollados, como son los egipcios, mesopotámicos e indios. En ellos existía la creencia de que el agente productor de la enfermedad era un Dios o un espíritu que enviaba al pecador una enfermedad como castigo.

Como el origen y la concepción de la enfermedad tenía un concepto muy religioso, los medios de que se disponía para curarla, eran los ritos, como plegarias, hechizos y ensalmos, que en algunos casos se acompañaban de tratamientos dietéticos. Este tipo de medicina recibió el nombre de *Credencial o Pre-racional*, que prevaleció hasta la antigüedad clásica. El caso más interesante de persistencia de la medicina credencial en el mundo griego, lo constituyó el santuario de Asclepio¹, en Epidauro, donde las curacio-

¹ En la mitología griega Asclepio era hijo de Apolo, fue venerado por los griegos, y por los romanos con el nombre de Esculapio. Practicó la medicina



FIGURA 1.—*Tres terrazas. La primera escalinata conduce a la primera terraza donde se practicaban abluciones rituales; en la segunda, se ofrecían sacrificios al Dios; y en la tercera se realizaba el sueño terapéutico (incubación).*
“Crónica de la medicina”.

nes se hacían mediante el rito de la incubación, que consistía en que mientras el enfermo dormía dentro del templo, el Dios le enviaba un sueño en el que le señalaba las condiciones bajo las cuales su enfermedad podía curarse (fig. 1). En un momento de la historia griega, se produjo una reacción contra dicha medicina, representada por la medicina hipocrática, que consistió en enfrentarse a la concepción divina de las enfermedades y sus medios de curación.

con gran éxito por lo que le levantaron santuarios en diversos puntos de Grecia y fue el Dios de la medicina. Sus atributos se representan con serpientes enrolladas en un bastón, piñas, coronas de laurel, una cabra o un perro.

1. PRENOTANDOS HISTÓRICOS

1.1. PRECEDENTES HISTÓRICOS VASCULARES

Es escasa la información que se tiene sobre la medicina en la Prehistoria, y muy especialmente sobre la angiología y la cirugía vascular. Hay pinturas rupestres del paleolítico, que muestran un mamut con una mancha en el pecho, que parece representar el corazón (fig. 2); posiblemente sea la primera representación vascular conocida.

Marc Armand Ruffer (1858-1917) fundador de la Paleopatología², comprobó que las momias en el antiguo Egipto, eran portadoras de lesiones arteriales, sobre todo placas de ateroma, descubriendo que la arterioesclerosis, estaba ya presente y bastante generalizada en dicha civilización.

1.2. PERIODO CREDENCIAL (COMPRENDE LA MEDICINA DEL ANTIGUO EGIPTO, ASIRIO - BABILÓNICA Y ANTIGUA INDIA)

1.2.1. Medicina Egipcia

Imhotep³ (aprox. 2690-2610 a.C), que significa “*aquel que da satisfacción*”, está considerado como el fundador de la medicina egipcia y autor del papiro Edwin Smith sobre curaciones, dolencias y observaciones anatómicas. En este texto recomienda el uso de vahos de opiáceos como anestésicos. Describe observaciones anatómicas, el examen, diagnóstico, tratamiento y pronóstico de numerosas heridas con todo detalle. El papiro contiene las primeras descripciones de suturas craneales, meninges, y de las pulsaciones intracraneales. Según un grabado de una losa sepulcral en “Saqqara”⁴, el Dios

² Es la ciencia encargada del estudio de las enfermedades existentes en la Prehistoria, mediante restos humanos.

³ Los egipcios lo consideraron durante siglos, como dios de la medicina y la sabiduría. Además de médico, fue arquitecto y astrónomo.

⁴ Fue arquitecto del faraón Djoser, y construyó la pirámide escalonada de Saqqara.

Imhotep preconizó, que la compresión sobre las arterias carotídeas calmaba la cefalea, al disminuir el flujo sanguíneo al cerebro.

La primera descripción de la medicina egipcia (1) que ha llegado hasta nosotros, fue realizada por Herodoto de Halicarnaso alrededor del año 450 a.C. Según él, la medicina se practicaba siguiendo un plan de especialidades, es decir, cada médico trataba una sola enfermedad y ninguna otra. Unos se encargaban de curar las enfermedades de los ojos, otros de la cabeza, de los dientes, de los intestinos, y otros de las heridas derivadas de la “*Guerras Médicas*”. Ninguna especialidad contemplaba el corazón y los vasos.



FIGURA 2.—Mamut con la mancha en el pecho (punta de la flecha).
Cueva del Pindal (España).

Sus conocimientos angiológicos procedían fundamentalmente de la técnica del embalsamamiento⁵. La arterioesclerosis ya era conocida por los egipcios en el segundo milenio; el endurecimiento de las arterias era consecuencia de la alta civilización y de las tensiones que se vivían en la época. Las momias de diversos faraones y numerosos egipcios de inferior categoría revelaron la presencia de patología arterial oclusiva similar a la actual. Probablemente la causa de la muerte de **Ramsés II** (1301-1234 a. C) fuera un grave caso de arterioesclerosis.

Los médicos del antiguo Egipto, a pesar de sus creencias en dioses y demonios, fueron importantes observadores de la fisiología humana. No sólo observaban el corazón, sino que hablaron por primera vez de la extensión de los latidos cardiacos a las extremidades, tomaron el pulso y posiblemente lo contaron, según consta en el papiro de Smith (1550 a. C)⁶.

En el papiro de Ebers (1550 a. C)⁷, se comenta la circulación cuando se dice: “*El secreto del médico. El conocimiento de los movimientos del corazón y el conocimiento del corazón*”. Se hace referencia también al *angor pectoris* o infarto de miocardio, de la siguiente forma: “*Cuando se examina a un hombre que sufre dolores en el estómago, en la parte superior del brazo, en el pecho y en particular en el costado... Entonces es la muerte que se está acercando*”. Seguramente se está haciendo una alusión a la angustia que produce dicha enfermedad; los médicos egipcios recomendaban dar al paciente estimulantes para el corazón y colocar la mano suavemente sobre el pecho, hasta que pasara el ataque, y de este modo prevenir su repetición. También se mencionan las venas varicosas, cuando se dice en el texto: “*hincha-*

⁵ Hasta principios del Imperio Nuevo, alrededor del 1567 a. C, se dejaba el corazón en su sitio y sólo se extirpaban los vasos proximales y distales a él, para evitar que en el juicio final, declarase en contra del fallecido

⁶ Está especializado en el tratamiento de las heridas en el Antiguo Egipto. Debe su nombre al egiptólogo estadounidense Edwin Smith, que adquirió el documento en 1930 en la ciudad egipcia de Luxor (Tebas).

⁷ Es el manuscrito de medicina más extenso, procedente del Antiguo Egipto. Su nombre se debe al egiptólogo George Ebers (1837-1898), y fue adquirido en 1872 para la Universidad de Leipzig.

zón de los vasos" como la "serpentina, dura, con muchos nudos y como si se inflase con aire", así como las recomendaciones para tratarlas mediante la cauterización, consistente en la desestructuración de los tejidos por medio del calor o agentes químicos. A las sustancias utilizadas con esta finalidad se las denominó "cáusticas" y a los objetos puestos al rojo vivo por medio del fuego "cauterios" (2). Los cauterios más utilizados fueron el hierro candente, ascuas, potasa y la piedra infernal. Los cáusticos más empleados pero de difícil manejo han sido, los ácidos nítricos, sulfúricos y clorhídricos. A las úlceras de las piernas se les aplicaba un apósito de levadura, por su contenido en vitamina B y sustancias antibióticas que son efectivas contra agentes infecciosos.

La primera descripción de una intervención de varices nos la refiere Plutarco, en su obra "Vidas paralelas", donde narra cómo el Cónsul Cayo Mario (fallecido en el 86 a.C.) fue operado de varices sin anestesia, y aunque aguantó estoicamente, parece ser que, terminada una pierna, no se dejó hacer la otra, porque consideró peor el remedio que la enfermedad. La intervención se realizaba en esa época disecando y poniendo al descubierto la vena, para ser arrancada con un gancho romo, haciendo la hemostasia con hierros candentes. Posteriormente, en el siglo IV, Oribaso realizó una especie de *striping*, valiéndose de un hilo.

La Biblia también hace referencia a las úlceras de las piernas, y así en el libro de los Reyes se dice que el rey Ezequiel fue curado de una úlcera crónica por Isaías mediante un emplasto de pescado seco amasado con agua.

Moisés⁸ seguramente estaba afectado de la enfermedad de Raynaud, ya que en el *Éxodo*, capítulo 12, se describe su lepra: "*El Señor le ordenó poner la mano en el pecho y cuando la retiró, estaba tan blanca como la nieve y leprosa. Se le dijo que colocara otra vez la mano en el pecho y, cuando la retiró, estaba otra vez sana*".

⁸ Según el Antiguo Testamento, los israelitas emigraron a Egipto hacia el año 1730 a. C., permaneciendo allí cuatro siglos, hasta el periodo del Imperio Nuevo, cuando Moisés a través del Nilo les condujo fuera del país en 1330 a.C.

Este cuadro que pone la mano y los dedos tan blancos como la nieve y en la cual el color es rápidamente reversible, es compatible con el fenómeno de Raynaud, según los historiadores.

En el papiro de Kahoum (2200-2100 a. C.), se hace una descripción que concuerda con la tromboflebitis de los miembros inferiores, y que corresponde al relato más antiguo de la enfermedad trombo embólica venosa.

Por su singularidad, cabe mencionar el llamado papiro Veterinario, en el que se designaba a los animales, al ganado y a los peces con el nombre de pacientes y que posiblemente era una especie de compendio para el sacerdote inmolador, que era el encargado de separar a los animales enfermos de los sanos.

Con todo ello, podemos comprobar cómo desde el Imperio Antiguo, los médicos egipcios disponían de conocimientos circulatorios básicos, y que ya utilizaban estimulantes cardiovasculares, como la “pimienta de Malasia”, el “jengibre” y el “ammi-visnaga”.

1.2.2 Medicina Asirio-Babilónica y de la antigua india

La cultura Asirio-Babilónica tiene rasgos parecidos a la egipcia en lo que respecta a la concepción nosológica, ya que la enfermedad era entendida como una respuesta divina a un acto pecaminoso⁹. El único tratamiento válido era el rito purificador.

Los conocimientos vasculares de la culturas mesopotámicas¹⁰ (539 a. C.) eran escasos. A los médicos de la antigua Mesopotamia (3) se les denominaba “*Asu*”, el que conoce el agua, y practicaban la medicina y la cirugía. Eran miembros del sacerdo-

⁹ El término empleado para designar el concepto de culpa-enfermedad era “shertu”, que hace que el enfermo se sintiera como maldito por los dioses.

¹⁰ Mesopotamia, “tierra entre ríos”, región comprendida entre el Tigre y el Eufrates, ha sido desde el Neolítico, escenario de varias culturas históricas, como fueron la sumeria, acadia, asiria y babilónica, cuyo pueblo fue destruido por los persas hacia el año 539 a.C.

cio entrenados en las escuelas del templo. Cobraban honorarios y se hallaban sometidos, bajo fuertes sanciones, a una responsabilidad social perfectamente regulada por las leyes.

Hay que mencionar el código de Hammurabi (1800 a. C.), el más importante de la antigua Mesopotamia, donde hay trece artículos consagrados a la práctica de la profesión médica¹¹.

La labor de los demonios en Mesopotamia sobrepasa en mucho a la descrita en los papiros egipcios. La mayoría de ellos eran de origen sumerio, y cada uno personificaba una enfermedad determinada.

En los textos médicos cuneiformes, traducidos de las numerosas tablillas, aparecieron referencias con un calado circulatorio importante, como:

- Hemorroides: “cuando el enfermo descarga sangre por su ano”.
- Infarto: “Cuando un hombre ha sufrido un ataque y la cara o mejillas, el cuello, la mitad del cuerpo y los brazos o los pies están paralizados”.
- Curación de muñones de miembros amputados con la planta “soma”, para aliviar los dolores.
- Aunque parezca increíble, hacían “piernas artificiales” (prótesis), al igual que sus vecinos hindúes.
- Practicaban flebotomías y ligaduras de vasos sanguíneos.

Uno de los avances más importantes en la región de Mesopotamia fue la sutura de las heridas intestinales¹².

¹¹ Su formación se hacía en academias, casas de tablillas, donde aprendían el arte de la escritura cuneiforme y a estudiar las tablillas de arcilla que les daban a conocer los métodos de tratamiento aprobados, mientras aguardaban prestar el juramento de su profesión, fidelidad al rey, como Arad-Nana, el médico de Esarhadon, hasta que les fuese permitido ejercer

¹² Para cerrar las heridas intestinales empleaban grandes hormigas negras bengalíes. Los labios de las heridas se unían colocando hormigas negras, una al lado de otra, hasta que sus mandíbulas se cerraran como abrazaderas alre-

La primera descripción de la ligadura usando fibras de cáñamo para cohibir la hemorragia, la encontramos en el libro “Samhita” escrito por Sushruta, médico hindú que vivió entre los años 800-600 a. C (4). Dicho texto está dividido en seis partes que abarcan distintos aspectos de la medicina, siendo la cirugía la que más destacó.

Sushruta describió cuatro formas de cohibir la hemorragia, después de una flebotomía: a) “*Sandhana*”, consistente en aplicar astringentes hechos de corteza de árbol; b) “*Skandana*”, por medio de la vasoconstricción provocada por el frío intenso; c) “*Pachana*”, secando la herida sangrante con cenizas calientes, y finalmente d) “*Duhana*” que es la cauterización de la herida vascular para provocar la retracción de la misma.

En el libro “Samhita” también se hablaba de amputaciones y elefantiasis.

1.3. ANTIGÜEDAD CLÁSICA

1.3.1. Griega

En Grecia, el arte de curar empezó en la época mitológica, por influencia del entonces considerado inventor de la Medicina y Dios de los oráculos, Apolo, padre de Asclepio.

Existían diferentes lugares para estudiar medicina en la antigua Grecia:

- Escuelas de medicina como Cirene, Trotona y Alejandría principalmente

dedor de los bordes de las heridas. Cuando los labios de la herida habían sido mordidos por las hormigas, los cuerpos de éstas eran separados de sus cabezas y sus mandíbulas quedaban en los intestinos. Las asas intestinales se introducían en la cavidad abdominal y la pared abdominal se cosía con una aguja. Seguramente el ácido fórmico de las hormigas servía como antiséptico. Este insólito procedimiento fue desconocido en Grecia y Roma, y hasta el siglo XIX no se habló de operaciones abdominales por el peligro de peritonitis.

- Santuarios de Asclepio, que parecían auténticos sana-torios
- Gimnasios y palestras, donde la medicina era sobre todo más dietética y traumatológica
- Siguiendo a los ejércitos para aprender cirugía militar

Aunque en Grecia no hubo muchas especialidades, porque los médicos (Hipócrates, Asclepio entre otros) se ocuparon al mismo tiempo de las distintas áreas de la medicina, fue en Alejandría cuando se hizo la división clásica de la medicina, en:

- Dietética: utilizaba la higiene y regímenes
- Farmacéutica: usaba plantas y medicamentos para curar las enfermedades
- Cirugía: atendía a las heridas quirúrgicas.

A partir del año 500 a. C., dentro de la medicina hipocrática, los conocimientos vasculares giraron en torno al hígado, que es considerado como el centro de la fisiología sanguínea. El hígado era el responsable de la “*sanguinificación*”, es decir, el lugar donde se elaboraba la sangre, que a través de la vena cava llegaba al ventrículo derecho y desde allí al resto del sistema venoso, que era considerada la única estructura que transportaba la sangre, ya que en las autopsias las arterias aparecían vacías de sangre. Es decir, el sistema arterial y el venoso eran redes independientes, de tal modo, que el sistema venoso distribuía sangre y la red arterial transportaba el aire a partir de los pulmones.

La angiología se representaba, de la siguiente forma, dos venas principales, una procedente del hígado y otra del bazo; un vaso principal nacido del corazón; un sistema encefálico, y otro abdominal.

A partir de este periodo predomina la teoría humoral de Hipócrates y más tarde de Aristóteles, que consistía en la teoría filosófica de los “*cuatro humores fundamentales del organismo*”; junto a la sangre, existía la flegma o secreción mucosa, la bilis

amarilla, que era la bilirrubina, y la bilis negra o atrabilis. Según el humor predominante, cada persona tenía un temperamento determinado, así, carácter sanguíneo, flemático, melancólico ó colérico.

En cirugía vascular, Hipócrates de Cos (460-377 a. C) (5), trataba las úlceras varicosas con vendajes, y aconsejaba puncionar las varices con la intención de trombosarlas; tenía tanto respeto a la hemorragia masiva, que recomendaba realizar la amputación de un miembro gangrenado a través del tejido desvitalizado para prevenir el sangrado. Aunque fue Dioclides de Caristo el primer autor griego de un tratado anatómico (se perdió) basado sólo en la disección de animales, hay que atribuir a Aristóteles, la descripción general de la anatomía y sobre todo la visión más exacta de la función de bomba del corazón.

Praxagoras de Cos (341 a. C) es el responsable del nombre de “*vena cava*”. Herófilo estableció diferencias estructurales entre la pared arterial y venosa, y dio el nombre de “*vena arteriosa*” a la futura “*arteria pulmonar*”.

A Erasistrato (300 - 240 a.C) se debe el nombre de válvula tricúspide. Consideró el corazón como una bomba y centro del sistema vascular, pero estaba convencido de que por las arterias sólo circulaba aire y por las venas sangre; así como de la existencia de un sistema intermedio entre arterias y venas, que correspondería a los actuales “*capilares arteriovenosos*”; hizo alguna referencia a los vasos linfáticos, descubriéndolos en el mesenterio de la cabra, al considerarlos “*arterias que contienen leche*”. *Es la primera referencia histórica a los vasos linfáticos.*

Rufus de Efeso, publicó cinco libros de medicina, y en ellos describió la palpación del pulso, y las diferentes formas de tratar las hemorragias: compresión, cauterización, ligaduras, y la torsión de los vasos para ocluirlos.

1.3.2. Romana

La mayor parte de los médicos, por los menos los más famosos, se formaron en las escuelas de medicina de Pérgamo, Esmirna, Antioquia, Marsella y Alejandría, que era la más célebre.

Algunas de las posibilidades que tenían los médicos en Roma para trabajar, eran fundamentalmente, ser médicos del ejército (*Medici legionis*), del palacio Imperial, y de los gladiadores.

A diferencia de Grecia, en Roma sí aparecieron gran cantidad de especialistas en medicina, debido a las influencias griegas y al modo de vida. La cirugía adquirió gran desarrollo, existiendo cirujanos que sólo realizarían operaciones vasculares, como: ligaduras de vasos, amputaciones, flebotomías y cirugía de las varices. Estas últimas, según recogió Aulo Cornelio Celso en el “Conocimiento Médico” (25 a.C) fueron tratadas por incisiones discontinuas, al igual que hiciera Hipócrates de Cos, seguidas de la cauterización y ligadura alta de la vena; también describió por primera vez la amputación de una extremidad con gangrena distal, y dedicó gran parte de su libro al tratamiento de las heridas, especialmente las producidas por armas de guerra, describiendo ligaduras vasculares con lino mojado en agua fría para cohibir la hemorragia, y si fracasaba, empleaba estopa humedecida en vinagre.

Especial relevancia tiene la figura de Antilo de Pérgamo (siglo II) (el más famoso cirujano de la antigüedad tardía) por haber realizado una aportación tan increíble para la época, cual era el conocimiento y cura de los aneurismas de las extremidades. Distinguió dos tipos de aneurismas en los miembros, unos que aparecían por dilatación y otros por lesión o traumatismos. Elaboró una técnica quirúrgica protocolizada para su extirpación a cielo abierto, mediante la ligadura proximal y distal al aneurisma, seguido de incisión y vaciamiento del saco aneurismático, dejándolo abierto para su cicatrización por segunda intención.

Galen (131-200 d. C)¹³ junto con Hipócrates, se pueden considerar las figuras de la medicina de la Antigüedad. Fue el primero en definir y describir los aneurismas en la fosa cubital, sobre todo los traumáticos, producidos por las lesiones entre los gladiadores, así como en reconocer y diferenciar las arterias y venas. Realizó disecciones en animales, especialmente en monos, trasladando los conocimientos adquiridos al hombre, descubriendo que por las arterias circulaba sangre y no aire (como se suponía hasta entonces), con movimiento centrífugo, que el corazón expelía sangre, que los dos ventrículos se comunicaban por “*poros invisibles*” y que si se ligaba una arteria, desaparecía el pulso (6). Galeno conservó la vieja teoría de los cuatro humores, heredada de la medicina hipocrática: la *sangre* relacionada con el corazón, la *flegma* con el cerebro, la *bilis amarilla* con el hígado y la *bilis negra* con el bazo. Continuó con la idea heredada de Platón, según la cual el *pneuma* regulaba la vida; consideró tres clases de *pneuma*: el *psíquico*, que transcurre por el cerebro y los nervios; el *vital o animal* regulado por la marcha del corazón y las arterias y el *natural o vegetativo* controlado por el hígado y las venas.

Utilizó la misma técnica que Hipócrates para tratar las varices, pero si existía una úlcera la rociaba previamente con vino, utilizado como antiséptico.

Desde el siglo II y hasta el s. XVI, los postulados del médico griego Galeno dominarán la concepción científica de la circulación sanguínea, que consistía en (fig. 3):

¹³ Nacido en Pérgamo (Asia Menor), ejerció como médico de gladiadores y a los 33 años marchó a Roma, donde fue médico de emperadores y aristócratas. La base del procedimiento metódico de Galeno es el pensamiento teológico de Aristóteles, que arranca de la idea de que la naturaleza ha creado todas las partes del organismo de la forma más práctica; y reavivó el interés por la anatomía como elemento fundamental para la medicina. A ello se debe que Galeno trate en su escrito “Sobre la utilidad de las partes del cuerpo” la anatomía bajo el aspecto funcional. Si Hipócrates basándose en la observación clínica, nos legó un método de estudio de la enfermedad, Galeno aportó el método experimental. Con estos dos elementos, observación y experimentación, se sentaron las bases de la investigación médica.

ESQUEMA DEL MOVIMIENTO DE LA SANGRE. SEGÚN GALENO

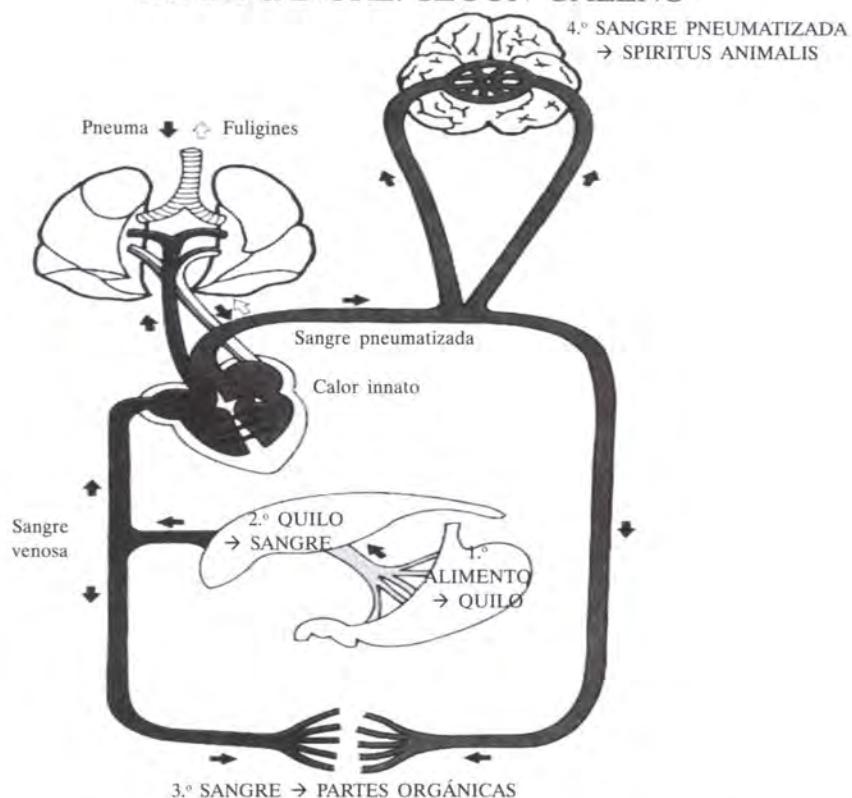


FIGURA 3.—Esquema de la circulación según Galeno.

- Circuito simple abierto (la sangre se consume en los órganos a los que llega).
- La sangre atraviesa el *septum* (la pared que separa los ventrículos) a través de poros hacia el ventrículo izquierdo y se mezcla con el aire (pneuma) procedente del pulmón, que llega a través de la aurícula izquierda, desde donde es enviada al resto del organismo.
- La función hematopoyética se sitúa en el hígado (la sangre se fabrica en el hígado a partir de los alimentos digeridos en el estómago).

1.4. MEDICINA BIZANTINA

Alejandría fue el centro intelectual y médico más importante, desde la fundación del Imperio de Oriente (330 a 642 d. C) hasta su conquista por los árabes. Se trató de una época con pocas aportaciones a la cirugía vascular. En el siglo V, desde Bizancio se extendió el culto a la salud en torno a los hermanos gemelos y cirujanos San Cosme y San Damián, que entre las muchas curaciones milagrosas que se les atribuyeron, la más conocida es la de la pierna transplantada según reza en la "Leyenda áurea de Jacobo de Vorágine del siglo XIII"¹⁴, siendo considerado este hecho según la leyenda, como *la primera referencia de una anastomosis vascular*.

Hay que reseñar a Aetius de Amida (s. VI) que describió el tratamiento de un aneurisma humeral mediante ligadura proximal y el primero en ligar venas varicosas. También destacó Pablo de Egina (s. VII) que redactó el "Recordatorio" en siete tomos. En el sexto volumen trató la cirugía, y describió por primera vez el "aneurisma varicoso", y por todo ello recibió el apelativo de "Padre de la cirugía". Sus textos tuvieron gran repercusión en la cirugía medieval y se hicieron famosos en el mundo árabe.

1.5. MEDICINA ÁRABE

La cirugía del Islam y en especial la hispano-árabe, experimentó un evidente perfeccionamiento.

Destacó en este periodo el célebre cirujano cordobés *Abulcabis de Córdoba*¹⁵ (939-1010), en cuya obra "Kitab al-Tasrif"

¹⁴ Según cuenta la leyenda, un hombre anciano sirviente de la iglesia tenía cáncer en una pierna; después de rezar durante un tiempo prolongado, se durmió y soñó que los hermanos Cosme y Damián se colocaban al lado de su cama y procedían a retirar la pierna enferma y a colocar otra de un esclavo musulmán que había fallecido recientemente. Cuando se despertó, se quedó estupefacto al comprobar que tenía una pierna blanca y otra negra.

¹⁵ Fue médico personal del califa Abderraman III en Córdoba, y se ocupó sobre todo de la cirugía. Durante el siglo XIII, las escuelas de Padua y Pavía estuvieron influenciadas por Abulcabis.

(La prescripción) recopiló los conocimientos de la época (sobre todo de Pablo de Egina), traducida al latín por Gerardo de Cremona, y por esta vía penetraron en Europa los conocimientos helénicos. Lo más notable de su obra, está relacionada con la cirugía, especialidad en la que destacó dentro del mundo árabe, como Celso en el mundo latino y Pablo de Egina en el Bizantino. Recomendó la seguridad en el diagnóstico antes de cualquier intervención. Decía según la transcripción original:

“Pero el motivo por el que en este nuestro tiempo, no encuentra ningún cirujano profesional radica en que el arte médico es extenso. Quién lo quiera practicar, pues, debe familiarizarse primero con la anatomía...”.

Consideraba absolutamente necesario el conocimiento de la anatomía para una buena técnica quirúrgica. Desde el punto de vista angiológico, Abulcabis mencionó en su obra: *la coagulación de la sangre, la tromboslebitis migrans, la ligadura de las arterias, ligadura de aneurismas, amputaciones y la compresión para conseguir la hemostasia*. También habló de un tratamiento de las varices por medio de incisiones en pequeños cortes y vendaje compresivo. Concedió gran importancia a la cauterización y a la compresión para el control de la hemorragia. Explicó con interés las técnicas de sutura (hace mención a la sutura con hormigas siguiendo métodos hindúes), colocación de apósitos y vendajes fenestrados que permitieran las curas de las heridas. Dibujó numerosos instrumentos quirúrgicos (tenazas, trépanos, sondas, escalpelos, lancetas, espéculos, etc.) y la forma de emplearlos en 100 láminas, siendo utilizados hasta mediados del siglo XIII. Describió cuatro métodos de hemostasia: *cauterio, ligaduras, sustancias hemostáticas y vendajes*, así como la “*Litotomía*”, que consiste en colocar al enfermo con la cabeza más baja que el abdomen, y que hoy conocemos como posición de Trendelenburg. Contra el dolor y como anestésicos utilizó el frío y las esponjas somníferas impregnadas en opio o en mandrágora.

En el mundo árabe, *Alá Al-Din Ibn Al hazam Al-Qarashie*, más conocido como *IBN AN Nafis* (1210-1288) (7) puso en tela

de juicio la obra del maestro Avicena “*Canon de Avicena*”, en el “*Comentario de la Anatomía del Canon de Avicena*”¹⁶ que versa sobre anatomía, patología y fisiología e incluye la primera descripción de la circulación pulmonar. En los siguientes párrafos según la transcripción original, se habla del doble circuito, la ausencia de poros en el septum, la estructura de los pulmones, la función pulmonar y la circulación coronaria:

“... la sangre de la cámara derecha del corazón debe llegar a la cámara izquierda pero no hay una vía directa entre ambas. El grueso septo cardíaco no está perforado y no tiene poros visibles como alguna gente piensa ni invisibles como pensaba Galeno. La sangre de la cámara derecha fluye a través de la vena arteriosa ó vena arteriales (arteria pulmonar) hasta los pulmones donde se distribuye a través de su parénquima, se mezcla con el aire, pasa a la arteria venosa ó arteria venales (vena pulmonar) y alcanza la cámara izquierda del corazón y allí forma el espíritu vital...”

“El corazón sólo tiene dos ventrículos... y entre éstos no hay absolutamente ninguna abertura. La disección demuestra la falsedad de lo que dijeron, ya que el septo entre estas dos cavidades es de hecho más grueso en esta parte que en ninguna otra. La función de esta sangre (que está en la cavidad derecha) es ascender a los pulmones, mezclarse con el aire de los pulmones, y después pasar a la cavidad izquierda a través de la arteria venosa...”

“Los pulmones se componen de partes, una de las cuales son los bronquios; la segunda, las ramas de la arteria venosa; y la tercera, las ramas de la vena arteriosa, estando todas ellas conectadas por un parénquima laxo y poroso”.

“... los pulmones necesitan la vena arteriosa por el transporte que ésta realiza de la sangre que ha sido diluida y calentada en el corazón, así que lo que rezuma a través de los poros de las ramas de este vaso en los alvéolos de los pulmones se mezclaría con lo que hay en ellos de aire y se combinarián con él, dando

¹⁶ Fue una muy leída, con influencia en Europa hasta 1800 y que trata la medicina general, los medicamentos, la patología de la cabeza a los pies, la cirugía, la ciencia de la fiebre y la farmacología.

como resultado algo parecido al espíritu vital, cuando esta mezcla tiene lugar en la cavidad izquierda del corazón. La arteria venosa transporta esta mezcla a la cavidad izquierda.”

“...de nuevo su (de Avicena) argumento de que la sangre que está en la parte derecha es para nutrir el corazón no es del todo cierta, ya que el corazón se nutre a partir de la sangre que pasa por los vasos que penetran el cuerpo del corazón...”

La sangre aireada se purifica y pasa a través de la arteria venalis (venas pulmonares) para alcanzar la cavidad izquierda de las dos que posee el corazón, después de haberse mezclado con el aire y convertido en apropiada para la evolución del espíritu animal. Los comentarios de Nafis fueron desconocidos en Europa, hasta que tres siglos más tarde, el aragonés Miguel Servet redescubrió la circulación menor.

1.6. EDAD MEDIA EN EUROPA

La Edad Media en Europa comenzó con la creación de los diferentes países y naciones. La invasión bárbara produjo un retroceso científico y por consiguiente el desprecio de los cirujanos de la época, lo cual favoreció la aparición de los barberos-cirujanos y operadores ambulantes.

Paulatinamente, primero a través de la Medicina Monástica y después por la Escuela de Salerno se fueron recuperando los conocimientos médicos perdidos. La Escuela de Salerno (s. XII) fue el primer centro de medicina de la Edad Media en Europa Occidental. Allí se enseñó y practicó la cirugía, y se retomó en los estudios de anatomía la práctica de las disecciones en animales. Esta escuela fue la antesala de las futuras Universidades¹⁷, perdurando su enseñanza hasta finales del siglo XIX. A finales del siglo XII, surgió en el campo de la cirugía, Rogelio de Palermo,

¹⁷ La primera Universidad española se creó en 1218 en Salamanca (al desaparecer la de Palencia) y creó el 27 de marzo de 1566 su primera cátedra de cirugía cuyo titular fue Andrés Alcazar.

quién describió la ligadura de los grandes vasos por vía transcutánea para hacer hemostasia. Otra figura medieval estuvo representada por un profesor de la Universidad de Montpellier llamado Guy de Chauliac (XIV), discípulo del no menos famoso Henry de Mondeville¹⁸ (XIV). En su obra “*Chirurgia Magna*”, que fue libro de texto durante 200 años, tiene interés para la cirugía vascular, por la descripción que hizo de la amputación del miembro por estrangulamiento, y las instrucciones que dio para el tratamiento de las heridas de bala. La herida se limpiaba primero del presunto “veneno” (la pólvora envenenaba) y después se estimulaba la supuración con sustancias irritantes, ya que Chauliac consideraba que el pus era depurativo.

1.7. RENACIMIENTO

El Renacimiento (s. XV y XVI) (8) marcó una impronta en la evolución de la medicina en general y de la cirugía vascular en particular, gracias al levantamiento de la prohibición de practicar disección en cadáveres. Las primeras autorizaciones se concedieron a la Escuela Anatómica Italiana de las Universidades de mayor prestigio: Padua, Bolonia, Pisa y Florencia, que atrajeron a estudiantes de todo el continente.

El gran innovador de la época sería Miguel Servet y Reves¹⁹ (1511-1553) ilustre médico y teólogo nacido en Villanueva de Sigüenza (Huesca), quien ha pasado a la historia por ser el autor de la primera descripción impresa de la circulación menor de la sangre, en el texto titulado: “*Christianismi restitutio*” que tras muchas vicisitudes fue editado en Lyon en el mismo año de su muerte.

¹⁸ Fue catedrático de las Facultades de Medicina de Montpellier y París. Por su experiencia como cirujano en las campañas militares fue uno de los primeros en señalar el tratamiento de las heridas sin pus y creó nuevos métodos para la extracción en éstas de cuerpos extraños y para cortar las hemorragias.

¹⁹ Murió quemado en Lemán (Suiza) el 27 de octubre de 1553 al ser condenado a la hoguera tanto por los católicos de Viena del Delfinado como por los protestantes dirigidos por Calvino el teócrata ginebrino.

te²⁰. Se puede considerar como uno de los precursores de la “*Angiología*” por su contribución al mejor entendimiento fisiológico de la circulación menor.

Una de las figuras de más renombre fue, Andrea Vesalio (1514-1564)²¹, compañero de estudios de Servet. Vesalio trató de comparar ciertos hallazgos anatómicos de las disecciones con la sintomatología previa del individuo, relacionando anatomía con medicina. En muchas ocasiones sus disecciones eran autopsias con el fin de buscar la enfermedad causante de la muerte. Conoció muy de cerca los aneurismas de aorta y explicaba por su presencia un conjunto de síntomas clínicos.

Fue el gran anatomista de la época, y su obra “*De Humanis Corporis Fabrica*”, publicada en Basilea en 1543 e ilustrada por Calcar (discípulo de Tiziano), prevalecerá durante mucho tiempo siendo una de las grandes obras que nos ha dejado el Renacimiento, y que constituye una crítica abierta contra Galeno, sus conceptos y sus errores, iniciando una renovación en base a establecer un orden en las partes que componen el cuerpo humano. En ella la angiología está contemplada en el Libro III. Vesalio no fue capaz de comprender la complejidad de la distribución de los vasos, pero describió la vena mesentérica inferior y las venas hemorroidales. Fue el primero en describir **un aneurisma de aorta abdominal, y en 1542 empleó tallos de gramíneas entre las arterias, lo que constituyó las primeras prótesis vasculares.**

Por tanto, la gran influencia de Vesalio, se debió a su visión y enfoque para el estudio de la “Anatomía”. Esto supuso el

²⁰ Los ejemplares fueron quemados por lo que cualquier edición de esta obra constituye hoy una joya bibliográfica de incalculable valor. Esta obra cayó en el olvido durante 141 años, hasta que el inglés Wotton exhumó en 1694, la piedra preciosa del texto servetiano, segregado de la ganga teológica de la *Restitutio*.

²¹ Nació en Bruselas en 1514. Inició sus estudios a los 16 años, pronto pasó a París junto a Jacobo Dubois, el pontífice del galenismo, pero insatisfecho se trasladó a Padua donde fue nombrado profesor de Cirugía, iniciando la revisión de la anatomía, a la que creyó necesario sistematizar. Al abandonar Padua, entró al servicio de la Casa de Carlos V y en 1557 a la de Felipe II.

primer paso importante, para que un siglo más tarde se llegase al concepto de la circulación sanguínea, verdadero origen de la “Angiología”.

Realdo Colombo (1511-1559) (9) no tuvo reparos en asegurar que la sangre pasaba del ventrículo derecho al izquierdo a través de los pulmones y que el corazón trabajaba con la contracción (no aceptó la idea de la aspiración galénica) y con ritmo continuo; fue el primero en utilizar el término “circulación sanguínea”. Fue maestro del palentino Juan Valverde de Hamusco, quien en 1556 publicó en Roma, y en castellano, la obra “*Historia de la composición del cuerpo humano*”.

Tomás Porcell (1528-1583) nació en Cagliari, capital de la entonces provincia aragonesa de Cerdeña. Cursó medicina en la Universidad de Salamanca y destacan sus aportaciones anatómicas sobre angiología:

“las venas que del tronco inferior de la vena cava salen y se injieren en los riñones, que se llaman venae emulgentes eran muy más gordas de lo que suelen ser, y todas llenas también de una sangre muy colorada”...

En 1547 se publicó en Astorga el “*Libro de Albeytería*” por el albéitar Francisco de la Reina vecino de Zamora, donde expón la forma que tenía la sangre de circular por venas y arterias en un sentido ascendente y descendente, de tal manera que andaba entorno y en rueda como él dice, por todos los miembros hasta el emperador del cuerpo que es el corazón.

Un dato relevante de la circulación lo constituyó el descubrimiento de la válvulas venosas por Fabricio d'Acquapendente (1533-1619), maestro de Harvey en la Universidad de Padua. Describió la utilidad de las mismas, ya que permitían regular la progresión de la sangre y el sentido de la circulación sanguínea en los miembros, impidiendo que el flujo sanguíneo corriera como un torrente por manos y pies. Por lo tanto, Fabricio comparte la idea de que la sangre sale por las venas al exterior, y la función

de las válvulas es controlar el flujo para que no se produzca la inundación de las extremidades y desabastecimiento de otros órganos vitales. La observación de las varices, parecen confirmar esta falsa teoría, ya que según esto, las varices aparecerían sólo en personas que hiciesen trabajos duros, y las válvulas se verían obligadas a retener la sangre durante más tiempo, provocando dilatación de las venas. Adaptó estos descubrimientos a la teoría de Galeno, por la que la sangre sigue un movimiento centrífugo para la alimentación de las vísceras. Fabricio corrigió años más tarde su error, en su obra “*De Venarum Ostiolis*”, describiendo el papel exacto de las válvulas.

Figura destacada en el área quirúrgica, sería *Ambrosio Paré* (1510-1592)²², cirujano militar, quién abierto a sus propias observaciones, demostró su espíritu renacentista. Por entonces, se pensaba que las heridas por arma de fuego, estaban envenenadas a causa de la pólvora, y que era necesario cauterizarlas con hierro candente. Entre sus aportaciones a la cirugía vascular, destacó, el prescindir del aceite hirviendo en el tratamiento de las heridas de guerra, y el uso de las ligaduras vasculares para la hemostasia en las amputaciones, abandonando la práctica común y dolorosa de la hemostasia mediante hierros candentes. Paré descubrió, que no existía tal envenenamiento y cambió esta práctica. Él mismo nos narró:

“En aquel tiempo yo era un soldado bisoño, que jamás había visto la primera cura de las heridas por arma de fuego. Es cierto que había leído de Jean da Vigo, que las heridas producidas por arma de fuego resultaban venenosas a causa de la pólvora, y para su cura él recomendaba cauterizarlas con aceite de saúco caliente hasta escaldar, en el que debería de mezclarse una pequeña triaca, y a fin de no equivocarme antes de utilizar dicho aceite, sabiendo que tal cosa podría originar gran dolor al paciente, quise primero saber qué hacían en la primera cura otros cirujanos, que fue aplicar dicho aceite tan caliente como fuera posible dentro de la herida con tapones y sedales, y de ellos

²² Nacido en Bourg Hersent (1510-1590). Se inició en Paris como aprendiz de barbero cirujano. A los 22 años obtuvo el título de Compagnon Chirurgien en el Hospital Hotel-Dieu de París, ingresando como médico militar.

tomé valor para hacer como ellos hacían. Finalmente me faltó mi aceite y me vi obligado a aplicar en su lugar un digestivo hecho con yemas de huevo, aceite de rosas y teberinto. Aquella noche no pude dormir a placer temiendo que por falta de buena cauterización encontraría muertos o envenenados a los heridos a quienes no había podido poner el mencionado aceite lo que me hizo levantarme muy temprano para visitarlos; más allá de mi esperanza, encontré que aquellos a quienes había puesto el medicamento digestivo sentían poco dolor y sus heridas sin inflamación ni tumefacción, habían descansado bastante bien durante toda la noche; los otros, a quienes había aplicado el citado aceite hirviendo, los encontré con fiebre, grandes dolores y tumefacción en torno a sus heridas. Entonces resolví para mí mismo no quemar nunca más tan cruelmente a los pobres heridos por arcabuzazos”.

Aunque la técnica de la amputación con el control de la hemorragia mediante la ligadura de los vasos era conocida en la Antigüedad, siendo practicada por Herófilo y Erasistrato y más adelante por Celso, sin embargo esta técnica fue olvidada con el tiempo y Paré la rescató en 1552.

Tenemos que hacer mención a Leonardo Da Vinci (1452-1519), maestro en multitud de facetas, pero sobre todo por las láminas relacionadas con la disección anatómica y los esquemas de la circulación sanguínea.

En la cirugía militar española destacó a finales del siglo XVI, el médico militar Daza Chacón, por la obra titulada: “*Tratado de práctica y teoría de cirugía*”, donde señaló los accidentes que podían ocurrir en las heridas de guerra: *dolor, inflamación, calentura, flujo de sangre, espasmo, perlesia, gangrena y esfacelos*. Los remedios que propuso fueron, calmantes, sedantes, emolientes, estimulantes y amputación, para lo cual utilizaba la ligadura de vasos, y sólo si fallaba ésta, empleaba la cauterización, aunque era contrario a este proceder.

Falopio (1523-1562), haciendo vivisección de condenados a muerte sedados con opio, dejó constancia de la existencia de unas venas intestinales que contenían líquido amarillento y que iban hacia el hígado y los pulmones. Por su parte Eustaquio (1520-

1574), estudió el trayecto de la vena ácigos en el caballo y descubrió un vaso que salía de la región infraclavicular y que, atravesando el diafragma, terminaba en la región lumbar. Tanto Falopio como Eustaquio no dieron importancia a estos hallazgos, ya que consideraron los linfáticos como venas y desconocían su función.

1.8. BARROCO

Con el triunfo del absolutismo en Europa, y cuando las prácticas de disección de cadáveres habían dejado de ser una práctica tabú, y se transformaron en instrumento de investigación, las lecciones sobre el cuerpo humano a sus discípulos, por los médicos más experimentados, adquirieron una relevancia desconocida hasta entonces.

Con el siglo XVII llegó una de las máximas figuras de la historia de la angiología, que fue *William Harvey*²³ (1578-1657), quién siendo estudiante de medicina en Padua, demostró el retorno de la sangre al corazón, en contra de la teoría de Aristóteles que había declarado que la sangre iba hacia las extremidades para no volver. Siendo médico en Londres, empezó a madurar la idea de que la sangre circulaba por el sistema arterial y venoso, contrariamente al dogma galénico de que se originaba como una transformación de los alimentos. Esta suposición quedó reflejada en su libro “*Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus*” (1628), donde describió la circulación mayor (10): “*las venas mismas traen sin interrupción la sangre de cada una de las partes al corazón*”. Con ello demostró el paso de la sangre a través de lo que hoy conocemos como circuito cerrado en el que el corazón funciona como una bomba y las válvulas venosas como compuertas. Con su trabajo, Harvey sentó las bases de la medici-

²³ En Londres fue médico del hospital de San Bartolomé, profesor de anatomía y cirugía, y médico de cámara de Jacobo I y de Carlos I Estuardo. Descartes fue el primer defensor público de su revolucionario descubrimiento. Se le reconocieron sus méritos con una estatua en el Colegio Real de Medicina en Londres.

na moderna y de la fisiología experimental, en la que el movimiento y función del corazón y de las arterias, dice: “*no se llenan porque se distienden, como los fuelles, sino que se distienden porque se llenan, como los odres*”. Demostró que la fase de contracción comenzaba en las aurículas para propagarse a los ventrículos, y que los ventrículos se llenan debido a la sístole auricular y no por la atracción provocada por la diástole ventricular. Harvey también describió el movimiento de las arterias, atribuyendo a la sístole ventricular la propulsión energética de la sangre, cuando decía:

“Podemos tener una idea de esta pulsación generalizada de las arterias, que tiene lugar con la expulsión de sangre hacia ellas desde el ventrículo izquierdo, soplando en un guante y produciendo un aumento simultáneo de volumen en todos los dedos... De aquí que el pulso que notamos en las arterias no sea otra cosa que la penetración en ellas de la sangre que procede del corazón”.

Al estudiar la cantidad de sangre que pasaba por unidad de tiempo, comentó: “*Tanta sangre no puede proceder de las cosas que comemos...es muy superior a lo necesario para la nutrición de las partes*”. La corriente sanguínea, tan importante en volumen no podía ser abastecida sólo por los jugos de los alimentos, y buscando una respuesta a esta cuestión, dijo: “*... a no ser que la sangre volviera a fluir de las arterias a las venas y regresara al ventrículo del corazón. En consecuencia comencé a considerar, en secreto, la posibilidad, por así decirlo, de un movimiento en círculo*”.

Sin embargo, en el circuito de Harvey había una laguna, que él no pudo explicar, y se trataba de comprobar la conexión que tenía que haber entre el sistema arterial y venoso, ya que el corazón impulsaba la sangre por las arterias y regresaban por las venas. Tuvo que esperar unos años más, hasta que Malpighi con la ayuda del microscopio demostrara la presencia de capilares.

Por todo ello, Harvey murió a los 79 años, dejándonos una obra original que revolucionó el siglo XVII y constituyó el origen real de la “**Angiología**”.

Otras figuras destacadas fueron, Marcelo Malpighi (1628-1694) fundador de la anatomía microscópica, y descubridor de los capilares pulmonares; Thomas Willis (1622-1675) que describió el polígono que lleva su nombre; Theodor Kerkring (1640-1693) descubridor de los vaso vasorum; Antón Nuca (1650-1692) que contribuyó al desarrollo del sistema linfático.

En España destacó el catalán Juan D'Alos por su contribución al desarrollo del aparato cardiovascular con su obra *“De corde hominis disquisitio physiologico-anatomica”* (1694); en ella, además de tratar las cuestiones fisiológicas, se ocupa de la anatomía cardiaca, de la transfusión sanguínea, la inyección intravenosa, y sobre todo de la anatomía patológica del corazón y de las arterias.

En 1622, Gaspare Aselli profesor de anatomía quirúrgica en Pavía, haciendo la vivisección de un perro que había comido hacía poco tiempo, encontró los “*vasos quilíferos*” (vasos linfáticos intestinales) y escribió:

“El día 23 de julio de 1622... practiqué la vivisección de un perro... y tomando un bisturí muy afilado corté delicadamente uno de esos cordones. Vi que salía un líquido lechoso, y no pudiendo contener mi deleite giré hacia aquellos que me observaban, y como Arquímedes, exclamé ¡Eureka! al mismo tiempo que los invitaba a contemplar este interesante espectáculo fuera de lo común...”

Este episodio, es sin duda, uno de los grandes hitos en el nacimiento de la linfología. Convencido de la doctrina galénica, pensó que todo el sistema quilífero desembocaba en el hígado. Este error anatomofisiológico fue corregido por Jean Pecquet (1622-1674) siendo estudiante en Montpellier, al comprobar que los vasos lechosos llegaban a la “Cisterna Magna” hoy conocida como cisterna de Pecquet, y descubrir que el conducto torácico desembocaba en la vena subclavia. Todo esto lo dejó escrito en su obra *“Experimenta Nova Anatómica”*. En 1639 el médico Nicolaas Tulp descubrió los vasos linfáticos intestinales en el hombre, que habían sido descubiertos anteriormente por Aselli en el perro.

Entre 1651 y 1652, el danés Tomás Bartolin y el sueco Olaus Rudbeck coincidieron en el descubrimiento de los *vasos linfáticos*, hecho que les llevó a un enfrentamiento en el que se acusaron de plagio.

1.9. SIGLO XVIII

El 15 de junio de 1759 fue una fecha histórica para la cirugía vascular, porque Hallowel reparó una arteria humeral, lesionada durante una flebotomía, sin comprometer la luz. Este hecho representó la primera arteriorrafia (lateral) que se realizó. Hasta 1872 no realizaría Nicasie la primera venorrafia.

Los hermanos Hunter, fueron las figuras destacadas del siglo que nos ocupa. William Hunter (1718-1783), realizó la primera descripción del síndrome de vena cava superior en 1757, e importantes contribuciones sobre los falsos aneurismas y las comunicaciones arteriovenosas. Por su parte John²⁴ (1728-1793), es conocido por su contribución al tratamiento de los aneurismas poplíteos, mediante la técnica de la ligadura, evitando la amputación innecesaria a miles de soldados y personas civiles de la época. Todo ello se basó en los trabajos experimentales que realizó en las astas de ciervo, lo cual le permitió percatarse de que la circulación colateral sería suficiente para conservar las piernas, en el caso de tener que ligar la parte sana de la arteria femoral o poplítea portadoras de un aneurisma. De esta forma se evitaban las amputaciones y se puede decir que constituyó el comienzo de la “cirugía conservadora del siglo XIX”. Como patólogo quirúrgico describió el shock, la flebitis, la hemorragia y fue el creador de la cirugía arterial experimental.

²⁴ Fue cirujano del hospital de Saint George y fundador de la cirugía científica. Malgaine (1806-1865) notable cirujano del siglo XIX, dijo: “la cirugía tal como estaba a finales de la Edad Media era apenas un oficio; Paré y otros la convirtieron en un arte, pero correspondió a John Hunter el que pasase a ciencia”. Fue médico militar, destacando su experiencia durante la “Guerra de los siete años”, acompañando a las tropas británicas en su asalto a la isla francesa Bell-Ile.

Otro nombre importante nacido en el siglo XVIII, fue el inglés Sir Astley Cooper (1768-1841) (cuya madre era prima de Isaac Newton), porque fue uno de los primeros en realizar una ligadura de la carótida, de la iliaca externa, e incluso de la bifurcación aórtica (por aneurismas).

Valentine Mott (alumno de Cooper) elevó a ciencia la cirugía norteamericana, y fue quien realizó la primera desarticulación de cadera en Norteamérica, falleciendo curiosamente, él mismo, de una gangrena en la pierna.

Como hemos visto, la relación entre la herida y la pérdida sanguínea era conocida por el hombre primitivo, por ello la primera actuación vascular de urgencia que tuvo que realizar, fue el control de las hemorragias, producidas fundamentalmente en los traumatismos vasculares. Las primeras técnicas que se aplicaron fueron la compresión, vendaje compresivo y la cauterización; otro método empleado por los pueblos primitivos fue las “telarañas”, el cual siguen utilizando algunos payeses de la zona del Marcéeme, según Xavier Freixas Dargallo. Otros pueblos primitivos, como los Masais de Kenia, son los únicos que hacen ligaduras de vasos con tendones finos.

El cirujano francés Jean-Louis Petit (1674-1750)²⁵, fue el que desarrolló el “torniquete” para facilitar la hemostasia durante las amputaciones, siendo la primera gran técnica quirúrgica relacionada con la patología vascular.

Otro cirujano militar francés, Dominique Jean Larrey (1766-1842)²⁶, fue famoso por mejorar los métodos quirúrgicos,

²⁵ Uno de los fundadores de la Academia de Cirugía Francesa

²⁶ Fue cirujano de Napoleón Bonaparte. Creó las “ambulancias volantes”, que consistían en un carro tirado por animales, mientras trabajó como médico militar del Estado Mayor en el Ejército del Rhin. Formó equipos constituidos por tres cirujanos a caballo y otra persona, ocupándose de atender a los heridos, y transportando vendas y canastas para trasladar a los heridos a retaguardia. Pronto las canastas fueron sustituidas por carruajes ligeros con ballestas.

concretamente la técnica de amputación y las ligaduras vasculares, y por contribuir eficazmente a mejorar la cirugía de campaña con la creación de la “*ambulancia volante*”, que permitió trasladar bajas desde zonas farragosas de combate a las de retaguardia para ser tratadas más adecuadamente. Esta idea fue reproducida posteriormente en las guerras de Corea y Vietnam, pero con los medios aéreos de la época.

Las limitaciones del momento (época preantibiótica) contribuyeron a los pobres resultados de los pioneros en la reconstrucción vascular, ya que la sepsis fue el gran factor que favoreció la trombosis casi inevitable de la misma. Hubo que esperar al descubrimiento de la antisepsia por Lister en 1867, y sobre todo al descubrimiento de la heparina (MacLean) y la penicilina por Fleming, para que se dieran los primeros pasos en firme en el campo de las reconstrucciones vasculares.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ghalioungui, P.: La medicina en el Egipto faraónico. En Historia Universal de la Medicina. Barcelona. Salvat Editores S.A. 1972. Tomo I.
2. Latorre Villalonga, J., Callejas Pérez J.M., Capdevilla Mirabet, J.M., Jiménez Cossío, J.A., Estevan Solano, J.M., Cairols Castellote, M.A.: La angiología y cirugía vascular a través de la historia. Centro de documentación Uriach. Benalmádena 1991.
3. Zaragoza Juan, R.: La Medicina de los pueblos Mesopotámicos. En Historia Universal de la Medicina. Barcelona. Salvat Editores S.A. 1972. Tomo I.
4. Friedman, S.G.: A history of vascular Surgery. New York: Future Publishing Company Inc 1989.
5. Laín Entralgo, P.: La medicina hipocrática. En Historia Universal de la Medicina. Barcelona. Salvat Editores S.A. 1972. Tomo II.

6. Guijarro Escribano, J.F., Moratinos Palomero, P.: Influencias y aportaciones de la cirugía castrense al desarrollo de la cirugía vascular. *Med. Mil* 2003; 59(4): 46-52.
7. Barón Fernández, J.: Ibn An-Nafis y la circulación de la sangre. *Medicina e Historia* n.º 4, julio 1971.
8. Granel, Luis S.: Cirugía del Renacimiento. Italia, España e Inglaterra. En *Historia Universal de la Medicina*. Barcelona. Salvat Editores S.A. 1972. Tomo IV.
9. Samaniego Arrillaga, E.: Angiología. Medicina y sociedad en la historia. Centro de documentación científica FAES. Publicado por laboratorios FAES S.A.
10. López Piñero, J.M.: La doctrina de Harvey acerca de la circulación de la sangre en la España del siglo XVII. *Medicina moderna y sociedad española*. Págs. 134-148. 1976. Valencia. Cátedra de Historia de la Medicina.

UNA VISIÓN SOBRE LA PESCA Y LA ACUICULTURA. PRINCIPALES DESAFÍOS

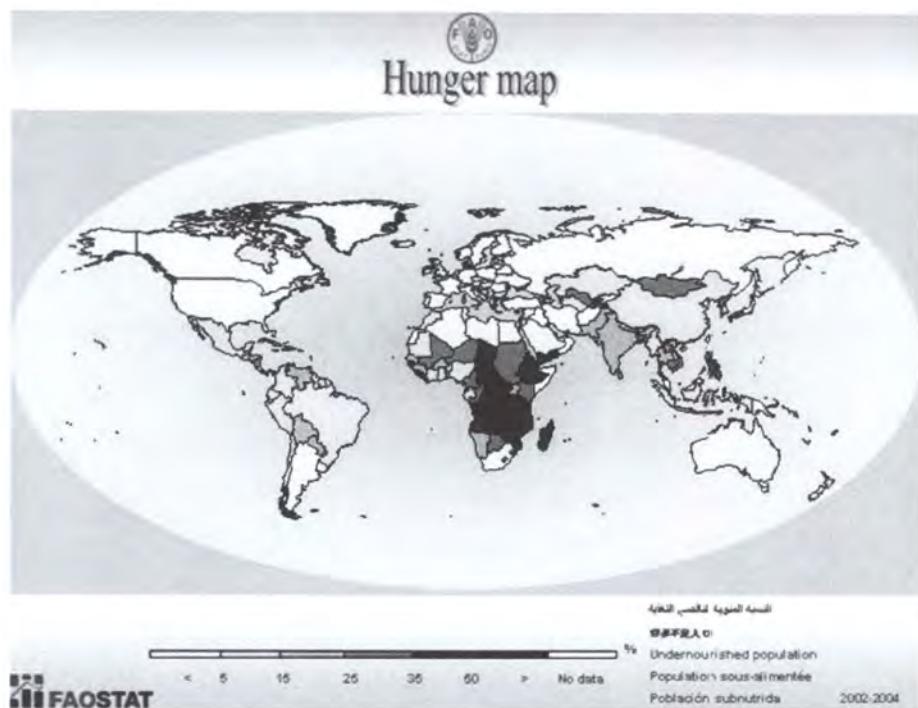
ILMO. SR. D. ALBERTO LÓPEZ GARCÍA-ASENJO¹

9 de enero de 2008

Nos encontramos ante una situación compleja en la que, sin haber logrado resolver los problemas tradicionales, nos enfrentamos a nuevos retos que nos exigen trabajar con fórmulas novedosas con una visión amplia y con determinación. En efecto, el impacto del cambio climático sobre los recursos naturales y el creciente aumento de los desastres naturales tienen una notable repercusión en las zonas costeras, y que afecta a más de 200 millones de personas a nivel mundial.

En esta actuación a desarrollar a corto, medio y largo plazo, no debemos perder en ningún momento la referencia de los principios básicos del ser humano, como es el derecho a la alimentación. En estos momentos, más de 850 millones de personas pasan hambre y la volatilidad de los precios, las perturbaciones en la economía, y los efectos del cambio climático, hacen presagiar que esta situación se verá agravada, lo que nos aleja de los Objetivos del Milenio en la lucha contra la pobreza.

¹ Representante Permanente Adjunto de España ante la FAO y el PMA. Ex Director General del Estructuras y Mercados Pesqueros y Presidente del FROM.



Si partimos de la base que en estos momentos la población mundial se sitúa en 6.000 millones de habitantes, y que este número se incrementará a más de 9.000 millones en el año 2050, resulta necesario trabajar todos en la mejora de la distribución de los alimentos disponibles, en lograr una mejor conservación de los alimentos y en saber aprovechar de forma más eficiente los recursos disponibles, para alcanzar este objetivo.

El mar está llamado a tener un protagonismo importante para atender este reto, no sólo con el aporte de los productos de la pesca y de la acuicultura que conocemos actualmente, sino con la utilización para consumo humano directo de algas, así como la reutilización eficiente de los subproductos.

Para ello, debemos saber preservar nuestros recursos en un contexto mundial de compromiso con la aplicación efectiva del Código de Conducta sobre Pesca y Comercio Responsable, con

una adecuada asignación y uso de los derechos de pesca, con un esfuerzo por trabajar en las nuevas demandas del consumidor en materia de calidad de etiquetado de los productos de la pesca. Bajo estas premisas, quisiera hacer una serie de reflexiones sobre la gestión de los recursos y la necesaria cooperación internacional en la ordenación de la flota a nivel mundial, el desarrollo de la acuicultura como elemento complementario de la actividad pesquera y el mercado cada vez más global y en cuya evolución debemos estar particularmente atentos.

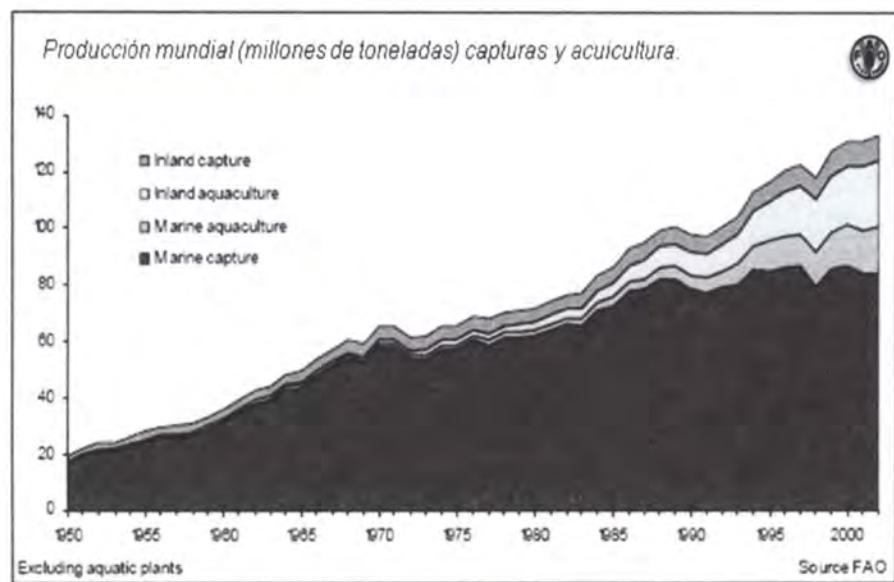
SOBRE LOS RECURSOS PESQUEROS

La idea del mar como una fuente inagotable de alimentos ha dejado de tener vigencia en este momento, dado que diferentes factores han contribuido a acrecentar en exceso la presión sobre los recursos pesqueros.

El incremento de los avances tecnológicos ha contribuido de manera fundamental en este proceso de cambio, generando un aumento del esfuerzo pesquero que pone en peligro la sostenibilidad en el tiempo de las poblaciones de peces, y por tanto el sustento de gran parte de la población altamente dependiente de la pesca.

Otro de los factores que ha contribuido al incremento de la incidencia sobre las poblaciones de peces es el aumento del consumo de pescado por parte de los países desarrollados, que tras sufrir varias crisis alimentarias, ven en el pescado una fuente de proteínas «sanas».

La acuicultura está siendo una pieza fundamental para hacer frente al fuerte incremento del consumo de pescado por parte de nuestra sociedad. Vemos un gran desarrollo de esta actividad, frente al descenso de las capturas de las poblaciones salvajes, pasando de ser considerada como una aportación suplementaria, a ser considerada como una estrategia en el futuro próximo. Aunque deberá hacer frente a sus propias limitaciones, entre otras:



- la competencia con otras actividades humanas (turismo, agricultura, uso del agua, etc.) por el medio donde se desarrolla,
- el aporte de nutrientes energéticamente eficientes (en términos energéticos es un derroche utilizar nutrientes para la alimentación en las actividades acuáticas basada en los eslabones superiores de la cadena trófica, o que presenten una huella ambiental desproporcionada),
- el control de las enfermedades y patologías causadas por el estrés de la concentración de individuos en una instalación,
- minimizar el impacto que tienen las actividades acuáticas en el medio ambiente, etc.

En otro orden de cosas, hemos podido asistir a un cambio en el orden mundial respecto a la explotación de los recursos pesqueros: la extensión de las Zonas Económicas Exclusivas a 200 millas náuticas. Este hecho ha provocado que los países ribereños hayan aumentado sus expectativas de desarrollo, tanto para abas-

tecer de alimentos a su propia población, como fuente generadora de riqueza como materia prima destinada a los países consumidores de pescado.

Este hito en la historia de la pesca mundial ha supuesto el desarrollo de la capacidad pesquera de estos países ribereños. Siendo ésta, lógicamente, una aspiración legítima, es necesario destacar la responsabilidad de los Organismos Internacionales, como la FAO, en lograr que este desarrollo se efectúe dentro de la perspectiva de la sostenibilidad de los recursos pesqueros, como garantía del bienestar de las generaciones futuras.

En relación con lo que estamos tratando, un país como España que tiene gran tradición pesquera, puede aportar una extraordinaria experiencia en la cooperación internacional en materia de pesca marítima y de la acuicultura, exportando lo mejor de nuestro sector, y eliminando los errores de los que hemos aprendido, y ahora comprendemos, y que no queremos que se repitan en otros países.

La sociedad tiene cada vez más presente la preocupación ética respecto al bienestar humano, pero a la vez compatible con la sostenibilidad del ecosistema.

En este ámbito, la pesca y la acuicultura son sectores estratégicos y complementarios en el diseño y aplicación de políticas para:

- la cooperación al desarrollo,
- del medio ambiente sostenible, y
- del comercio responsable.

No es mi intención efectuar un análisis detallado de cifras, que dejaremos para un estudio más pormenorizado, y que organismos internacionales como la FAO realizan de manera periódica (como los informes SOFIA de FAO). Lo que sí quisiera es llamar la atención sobre algunos aspectos que si son indicativos de las tendencias de futuro de la actividad pesquera y acuícola.

Si analizamos qué ha pasado en los últimos años, observamos que la producción total (pescado de captura y la acuicultura) mundial sigue un patrón con clara tendencia ascendente, suponiendo en 2005, 141,6 millones de toneladas métricas (Mtm), correspondiendo 93,8 Mtm a la captura, y 47,8 Mtm a la acuicultura total: **la acuicultura representa casi el 51 % sobre el peso de la captura.**

Dentro de este contexto, debemos destacar la estabilidad en las capturas durante los últimos años mientras que la **producción acuícola muestra un progresivo incremento año tras año.**

Cuadro 1
Producción mundial de la pesca y la acuicultura y su utilización

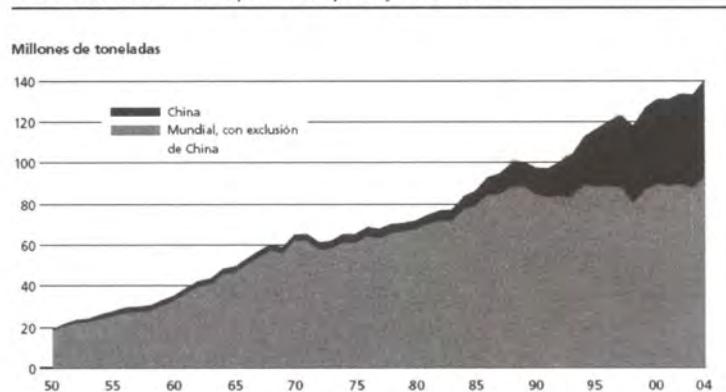
	2000	2001	2002	2003	2004	2005 ¹						
	(Millones de toneladas)											
PRODUCCIÓN												
CONTINENTAL												
Captura	8,8	8,9	8,8	9,0	9,2	9,6						
Acuicultura	21,2	22,5	23,9	25,4	27,2	28,9						
Continental total	30,0	31,4	32,7	34,4	36,4	38,5						
MARINA												
Captura	86,8	84,2	84,5	81,5	85,8	84,2						
Acuicultura	14,3	15,4	16,5	17,3	18,3	18,9						
Marina total	101,1	99,6	101,0	98,8	104,1	103,1						
CAPTURA TOTAL	95,6	93,1	93,3	90,5	95,0	93,8						
ACUICULTURA TOTAL	35,5	37,9	40,4	42,7	45,5	47,8						
PRODUCCIÓN TOTAL MUNDIAL	131,1	131,0	133,7	133,2	140,5	141,6						
UTILIZACIÓN												
Consumo humano	96,9	99,7	100,2	102,7	105,6	107,2						
Usos no alimentarios	34,2	31,3	33,5	30,5	34,8	34,4						
Población (miles de millones)	6,1	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5						
Suministro de pescado como alimento per persona (kg)	16,0	16,2	16,1	16,3	16,6	16,6						

Nota: No se incluyen las plantas acuáticas.

¹Estimación preliminar.

Dentro de este panorama llama la atención la importancia que China tiene en la tendencia creciente de la producción total mundial. Cabe señalar que, al igual que en la agricultura ha logrado un desarrollo encomiable, con una reducción muy notable del número de hambrientos gracias a la «revolución verde», en el ámbito de la pesca y de la acuicultura observamos asimismo el logro de la «revolución azul».

Producción mundial de la pesca de captura y la acuicultura



Contribución del pescado al suministro de proteínas animales (promedio 2001-2003)



EL CONSUMO

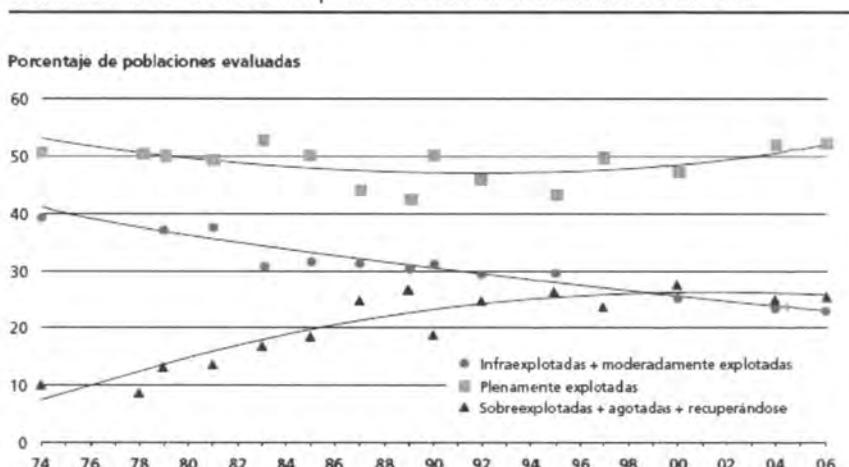
Por otro lado, en cuanto a la utilización de la producción, el **consumo humano** experimenta una tendencia **ascendente en los últimos años**, en los que llega a las 107, 2 Mtm en 2006, mientras que la producción destinada a usos no alimentarios se estanca en este periodo.

El **consumo humano per cápita** tiene un ligero **aumento** desde los 16,0 kilos de pescado como alimento por persona en el año 2000, hasta los 16,6 kilos en 2005, pero es necesario tener en cuenta que la población mundial ha sufrido un incremento de 400 millones de personas (de 6.100 millones en 2000 hasta 6.500 millones en 2005).

LAS CAPTURAS

La FAO dispone de los datos de seguimiento del estado de las pesquerías a nivel mundial desde 1974. En este periodo, es reseñable el número de pesquerías declaradas como **infra explotadas o moderadamente explotadas**, pasando del 40% en este año,

Tendencias en el estado de las poblaciones marinas mundiales desde 1974



a tan solo al 23% en 2006, es decir que se ha reducido a casi la mitad, en tan solo 33 años, el número de stocks de los que se puede considerar que la actividad humana no ha incidido negativamente.

Sin duda el avance de la tecnología ha hecho posible que la capturabilidad sea mayor y haya contribuido a este declive.

Si descomponemos este 23%, vemos que sólo el 3% corresponde a grupos de poblaciones que se encuentran **infra explotadas**, correspondiendo el 20% restante a grupos de poblaciones **moderadamente explotadas**.

En 2006, un 52% de las poblaciones se encuentran ya plenamente explotadas. A parte de este segmento, lo más preocupante se encuentra en el segmento del 17% de pesquerías sobre explotadas, el 1% en recuperación de una situación de agotamiento, y sobre todo el 7% de poblaciones agotadas.

En esta perspectiva hay que hacer notar que el 30% de las capturas mundiales se basan en las poblaciones de 10 especies de peces: anchoveta peruana, colín de Alaska, bacaladilla, listado, arenque atlántico, estornino, anchoita japonesa, jurel chileno, pez sable y rabil.

Este grupo importante de especies se encuentra en una situación de plena explotación, o sobre explotadas.

EL ENFOQUE DE PRECAUCIÓN Y SU RELEVANCIA EN LA GESTIÓN DE PESQUERÍAS

Desde el final de la segunda guerra mundial, las flotas pesqueras se beneficiaron de importantísimos avances tecnológicos, que han mejorado tanto la potencia de los buques (modernización de los motores, hélices y diseño de cascos, de maquinillas de pesca y de haladores), como su capacidad de posicionamiento en el mar y localización de la pesca (aparatos de puente como el

radar, el GPS, las sondas, el sonar, etc.). Todo ello ha aumentado mucho su efectividad, lo que se ha traducido en un aumento de la mortalidad que estas flotas son capaces de generar en las poblaciones marinas.

Durante la segunda mitad de este siglo, hemos podido asistir a varios colapsos de poblaciones explotadas. En el caso de los cetáceos, algunas poblaciones, han sido llevadas casi hasta la extinción (caso de la ballena azul), pero no solo se han registrado colapsos en este tipo de especies tan sensibles a la explotación, como son los mamíferos marinos, sino que también las poblaciones de peces han registrado este tipo de fenómenos. Baste recordar el caso del arenque del Mar del Norte, o los más recientes casos de las poblaciones de peces de Terranova (bacalao, platija americana, limanda y mendo). En ambos casos, estas poblaciones se vinieron abajo a pesar de haber sido seguidas científicamente. España tampoco se ha salvado de los colapsos, recordemos la desaparición de la pesquería de besugo en el Cantábrico que ocupó a principio de los años ochenta.

En 1988, la FAO afirma que el desarrollo sostenible se caracteriza por una gestión de los recursos naturales que asegure su continuidad para las generaciones futuras, sin degradar el medio donde se desarrollan ni disminuir su variabilidad genética.

En 1992, la Conferencia sobre Desarrollo Sostenible de la ONU, celebrada en Río, declara que para proteger el medio ambiente es necesario aplicar ampliamente el enfoque de precaución y puntualiza que la incertidumbre científica no debe utilizarse como razón para posponer una toma de medidas encaminadas a asegurar la conservación de los recursos.

De esta Conferencia surge la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo: «Aquel desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades», y 2 grandes compromisos:

- Restaurar, a más tardar en el año 2015, los recursos pesqueros sobreexplotados.
- Disminuir, para el año 2010, la pérdida de biodiversidad e integrar plenamente el enfoque por ecosistemas en la gestión de los recursos naturales.

Existe diferencia entre los conceptos de «enfoque de precaución» y «principio de precaución».

El *principio de precaución* es más rígido y se aplica en los casos en los que un error puede conllevar consecuencias irreversibles para la salud humana o para el ecosistema. Por ello este principio debe ser aplicado con criterios mucho más estrictos que el *enfoque de precaución*, el cual permite una cierta flexibilidad, ya que éste se aplicaría en situaciones donde un fallo provocaría consecuencias reversibles, y por tanto nos permite ser algo más arriesgados y poder tener en cuenta, a la hora de tomar las decisiones, otro tipo de criterios, como socio-económicos, técnicos etc.

Se considera en general que la aplicación del principio de precaución en la gestión de pesquerías sería excesivamente rígida, y por ello se ha decidido aplicar el enfoque precautorio, para garantizar la sostenibilidad de los recursos.

En 1995, la FAO publicó el Código de Conducta para la Pesca Responsable, en el que se afirma que *el derecho a pescar lleva consigo la obligación de hacerlo de forma responsable, asegurando la conservación no solo de las especies objetivo sino también de las especies asociadas*. También indica que los estados deben fomentar la toma de datos científicos, la investigación, y la cooperación bilateral y multilateral en el estudio de las poblaciones explotadas.

En 1995, la Conferencia de Naciones Unidas sobre Conservación y Gestión de Poblaciones de Peces Transzonales y Altamente Migratorias, celebrada en Nueva York, mantiene que *los Estados deberán determinar unos niveles de referencia para cada población explotada, así como determinar las medidas a tomar cuando estos*

niveles se traspasen. También indica que para fijar estos niveles, se deberá tener en cuenta las incertidumbres respecto al tamaño, capacidad y ritmo reproductor de cada población, así como en las estimaciones de las mortalidades y en el impacto de los artes de pesca (incluyendo aquí los descartes). Cuando estos niveles se rebasen los Estados adoptarán, sin demora, las medidas necesarias para intentar restablecer las poblaciones de peces. Estas medidas de emergencia, deberán tener carácter temporal y se basarán en los datos científicos más fidedignos de que se disponga.

Los llamados puntos de referencias son valores estimados mediante procedimientos científicos (proyecciones) para cada población que nos indican los niveles que debería tener la mortalidad por pesca o la fecundidad del stock, para que la población se encuentre en una situación predeterminada. Estos niveles de referencia son pues una guía para los gestores de las pesquerías.

El enfoque de precaución distingue *dos tipos de puntos de referencia*: los *puntos objetivo o de gestión*, que son los niveles que habitualmente se usarán para calcular el total de capturas que puede proporcionar esa población (TAC), mientras se encuentre dentro de los límites de seguridad, y *los puntos límites o de conservación*, que son puntos que disparan la señal de alarma, que activan los procesos de recuperación y en los que la probabilidad de que fueran rebasados debería ser muy baja.

La cantidad de puntos de referencia que pueden definirse es ilimitada, pero en general, pueden aludir al nivel de Biomasa reproductora (SSB), o a la Mortalidad por pesca (F).

Los puntos objetivo o de gestión corresponden a los niveles que habitualmente se usarán para calcular el total de capturas que puede proporcionar esa población (TAC), mientras se encuentre dentro de los límites de seguridad, mientras que los puntos límites o de conservación aluden a puntos que disparan la señal de alarma, que activan los procesos de recuperación y en los que la probabilidad de que fueran rebasados debería ser muy baja.

Cuando la mortalidad por pesca del año sobrepasa el punto límite de referencia (F_{lim}), el stock se está «sobre pescando», mientras que si la biomasa de reproductores de este stock está por debajo del límite de referencia (B_{lim}), hablaremos de que este stock ha sido «sobre pescado». La peor situación para un stock es que se este sobre pescando un stock sobre pescado, situación en la que se encuentran varios de nuestros stocks.

En la Conferencia de Nueva York se puso de manifiesto que un stock sobre pescado debería tener como objetivo de recuperación conseguir al menos llegar al nivel de biomasa reproductora a la cual se produce el máximo rendimiento en equilibrio (B_{msy}). Así mismo, la mortalidad por pesca que produce el rendimiento máximo sostenible en condiciones de equilibrio (F_{msy}), debería ser considerada como punto límite de mortalidad por pesca.

Actualmente, las distintas comisiones y organizaciones internacionales que tienen encomendado el asesoramiento y/o gestión de las pesquerías, como el ICES, la NAFO, la ICCAT, la NASCO el CCMLAR, están tratando de acordar puntos de referencia para cada uno de sus stocks, y de traducir las indicaciones de la ONU en reglamentos concretos, acordando para ello la manera de actuar en el caso de que la biomasa reproductora o la mortalidad por pesca se aproximen demasiado o rebasen los puntos de referencia límites del stock.

SOBRE LA PUJANZA DE LA ACUICULTURA EN EL CONTEXTO MUNDIAL

En este panorama, ¿cómo interactúa la actividad acuícola?

Es tal vez el mejor ejemplo de cómo el desarrollo tecnológico no se puede considerar la fuente de todos los problemas. Precisamente la tecnología en el sector acuícola ha hecho posible que esta actividad esté experimentando un crecimiento continuado, contribuyendo notablemente al aporte de alimentos proteicos fundamentales en un amplio conjunto de población mundial que no tiene un acceso fácil a proteína de origen animal.

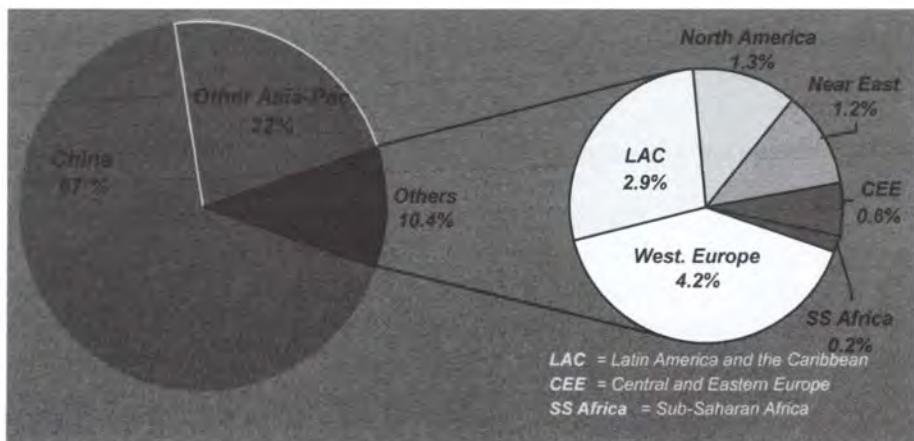
Es sin lugar a dudas el sector productivo que ha experimentado un mayor crecimiento en el período comprendido entre 1980 a 2000, con aumentos porcentuales superiores a diez enteros.

Por otra parte, la acuicultura también está incidiendo en la búsqueda de un alimento de alto valor económico, ayudando a la supervivencia socio-económica del sector acuicultor.

Producción mundial de la acuicultura: tasa anual media de crecimiento de los distintos grupos de especies

Período	Crustáceos	Moluscos	Peces de agua dulce	Peces diadromos	Peces marinos	General
	(Porcentaje)					
1970-2004	18,9	7,7	9,3	7,3	10,5	8,8
1970-1980	23,9	5,6	6,0	6,5	14,1	6,2
1980-1990	24,1	7,0	13,1	9,4	5,3	10,8
1990-2000	9,1	11,6	10,5	6,5	12,5	10,5
2000-2004	19,2	5,3	5,2	5,8	9,6	6,3

Revisando las cifras, actualmente la acuicultura contribuye con la mitad del aporte de pescado destinado a la alimentación humana, mostrando un comportamiento de crecimiento continuado (en contra de la estabilidad mostrada en la pesca marítima), con una tasa anual media de crecimiento muy significativo de



crustáceos y peces marinos, productos fuertemente demandados a nivel mundial.

La mayor parte de la acuicultura se produce en países en vías de desarrollo. Es de destacar la importancia de la región Asia-Pacífico, con casi el 90% de la producción mundial, dejando el 10% restante para las producciones de Europa, América y África.

En este contexto es necesario enfatizar la importancia de China. Este país por si solo produce aproximadamente las 2/3 partes de la producción mundial acuícola.

Diez mayores productores acuícolas de pescado para la alimentación humana:
volumen y crecimiento reciente

Productor	2002 (Toneladas)	2004 (Toneladas)	TCA (Porcentaje)
Diez mayores productores en volumen, 2004			
China	27 767 251	30 614 968	5,0
India	2 187 189	2 472 335	6,3
Viet Nam	703 041	1 198 617	30,6
Tailandia	954 567	1 172 866	10,8
Indonesia	914 071	1 045 051	6,9
Bangladesh	786 604	914 752	7,8
Japón	826 715	776 421	-3,1
Chile	545 655	674 979	11,2
Noruega	550 209	637 993	7,7
Estados Unidos de América	497 346	606 549	10,4
TOTAL PARCIAL DE LOS DIEZ PRINCIPALES	35 732 648	40 114 531	6,0
RESTO DEL MUNDO	4 650 830	5 353 825	7,3
TOTAL	40 383 478	45 468 356	6,1
Diez productores con mayor crecimiento en 2002-04			
Myanmar	190 120	400 360	45,1
Viet Nam	703 041	1 198 617	30,6
Turquía	61 165	94 010	24,0
Países Bajos	54 442	78 925	20,4
República de Corea	296 783	405 748	16,9
Irán, Rep. Islámica del	76 817	104 330	16,5
Egipto	376 296	471 535	11,9
Chile	545 655	674 979	11,2
Tailandia	954 567	1 172 866	10,8
Estados Unidos de América	497 346	606 549	10,4

Nota: No se incluyen en los datos las plantas acuáticas. TCA = tasa de crecimiento anual medio en 2002-04.

Por tanto, se percibe el gran potencial que la acuicultura presenta para garantizar la creciente demanda de productos de la pesca. Según estimaciones de FAO, para el año 2030 será necesario aportar 37 Mtm más a la actual producción que como recordaremos asciende a 47,8 Mtm.

EL EMPLEO

Un elemento importante a considerar en la actividad pesquera y acuícola es el empleo que se genera.

País	Actividad		1990	1995	2000	2003	2004
China	PE + AC	(número)	9 092 926	11 428 655	12 935 689	13 162 812	13 018 332
		(índice)	70	88	100	102	101
	PE	(número)	7 351 927	8 759 162	9 213 340	8 838 638	8 528 361
		(índice)	80	95	100	96	93
	AC	(número)	1 740 999	2 669 493	3 722 349	4 324 174	4 489 971
		(índice)	47	72	100	116	121

Nota: PE = pesca, AC = acuicultura; Índice: 2000 = 100; ... = datos no disponibles.

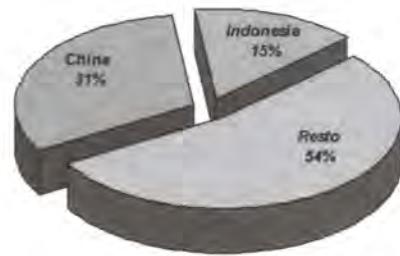
¹ Los datos para 2003 y 2004 son estimaciones de la FAO.

A nivel mundial, en 2004 las estimaciones sobre el empleo en la pesca y en la acuicultura lo sitúan en 41 millones de personas, lo que representa el 3,1% de la población que trabaja en el sector agrícola, que se cifra en 1.360 millones de trabajadores.

El número de empleados en 1990 suponía unos 27,7 millones, a los que la pesca empleaba el 86% del total. Mientras que en 2004 el empleo se estima en unos 41,4 millones, con una tendencia de crecimiento continuado. Pero la proporción empleados en pesca y en acuicultura cambia ya que la primera representa ahora el 73%, apreciándose por tanto un incremento del empleo en la acuicultura que pasa de 3,8 millones a 11,3 millones.

Ambos subsectores muestran unas tendencias diferentes ya que mientras que la acuicultura aporta continuadamente cada año más trabajadores, el número de trabajadores dedicados a la pesca extractiva disminuyó en el periodo 2001 a 2004.

Analizando la distribución por regiones, se pone de manifiesto que 2 países asiáticos son responsables del 46% del empleo mundial en ambos subsectores, China con el 31% e Indonesia con el 15%.



Vamos a analizar una vez más el caso de **China** por su importancia en el contexto mundial.

Es muy interesante apreciar la tasa de crecimiento que la actividad ha tenido desde 1990 pasando de unos 9 millones de personas empleadas, a unos 13 millones en China. Una vez más se nota un diferente comportamiento del empleo en el sector pesquero, con tasas de crecimiento más bajas (de 7,3 millones en 1990 a 8,5 millones en 2004), en relación con el empleo en el sector acuícola que ha pasado de 1,7 millones de empleados a 4,5 millones.

Apreciamos que si bien en 1990 el empleo en acuicultura representa el 23% del empleo en la pesca china, en 2004 esta tasa se incrementa al 53%. En este marco, si comparamos la tasa que representa cada sector respecto al total, observamos que mientras que el 1990 la pesca empleaba al 81% del total, en 2004 este porcentaje descendía al 65%, mientras que el empleo en acuicultura proporcionalmente se incrementa (del 19% al 35% del total del empleo generado).

SOBRE LA SITUACIÓN DE LA FLOTA PESQUERA

En cuanto a la flota pesquera, los datos actualmente utilizados nos indican que en 2004 la flota mundial consta de unas 4 millones de embarcaciones de éstas, 1,3 millones corresponden a embarcaciones con cubierta (casi todas con motor) y 2,7 millones son embarcaciones abiertas (sin cubierta) lo que supone sobre el

67% del total en número. De éstas, sólo 1/3, es decir unas 900.000 embarcaciones tienen motor, mientras que los 2/3 restante son propulsadas a remo o a vela.

No obstante, es necesario reconocer que no se dispone de una estadística mundial referente al tonelaje y número de barcos por países y años, por lo que es muy complicado efectuar estudios que nos permitan determinar la evolución y tendencias de las flotas.

En cuanto a los pesqueros con cubierta, que podríamos denominar globalmente como flota industrial, Asia cuenta con el mayor número de unidades con más del 86% sobre el total estimado, seguido de Europa con el 7,8%, América con el 3,4%, África con el 1,3% y Oceanía con el 0,4%.

La mayoría de los Estados reconocen, en alguna medida, que existe una sobrecapacidad de la flota sobre la disponibilidad de los recursos, por lo que en muchas ocasiones se ha establecido planes de reordenación de la flota pesquera para adecuarla a los stocks disponibles para garantizar la sostenibilidad de las poblaciones, aunque este problema no se ha abordado con la misma intensidad en todos los Estados.

Cuando se habla de sobrecapacidad, es importante tener en cuenta que no todas las grandes potencias pesqueras han reaccionado en el mismo sentido, y/o con idéntica intensidad, para intentar corregir sus desviaciones y ajustar la sobrecapacidad al recurso para que éste sea sostenible.

Así por ejemplo si consideramos las cifras aportadas por China vemos que ha habido un incremento de flota desde 487.297 embarcaciones el año 2000 al 513.913 en 2005. Bien es cierto que China ha desarrollado un plan quinquenal en el periodo 2002-2007 para la reducción de 30.000 embarcaciones.

Un hecho significativo es que muchas veces la caída en el número de embarcaciones no es pareja a la de la potencia instalada cuya tendencia es más suave.

Por otra parte, encontramos otro caso en la Unión Europea en sus consecutivas Políticas Comunes de Pesca, donde se ha procedido a una regulación eficaz del esfuerzo pesquero, y una reducción paulatina del número de unidades desde su instauración.



SOBRE EL MERCADO DE LOS PRODUCTOS DE LA PESCA Y LA ACUICULTURA

El mercado de los productos de la pesca es uno de los más abierto y globales del todo el sector agroalimentario, la mejora en la capacidad de distribución, la eficiencia en la logística y el fenómeno migratorio que se ha experimentado ha puesto de relieve la necesidad de trabajar con unas reglas de juego a nivel mundial en un comercio responsable en el que se incluya normas medioambientales y laborales comunes.

En 2004 se ha alcanzado la cifra récord de 71.500 millones de dólares US, y los datos disponibles para 2005, con un 40% de la producción comercializada destinada al consumo humano, se ha obtenido una cifra de 78.400 millones de US\$. Este dato representa un incremento del 23% respecto a 2000, y del 51% respecto a 1994.

En este ámbito es de particular interés algunos aspectos:

- En el comercio de productos de la pesca actualmente los países en vías de desarrollo dependen muy significativamente de sus relaciones con los países desarrollados, tanto para la exportación a estos, como para las importaciones con destino a la alimentación de su población, o para materia prima de la industria de elaboración.
- Si analizamos la evolución de los productos de la pesca comercializados, desde 1978 al 2004 debemos destacar el aumento del pescado fresco en este comercio.
- En cuanto a los productos elaborados, la congelación es el principal método de producción, con un 53% sobre el total, mientras que el curado (23%) y el enlatado (24%) representan conjuntamente el resto.
- Existen diferencias regionales con un predominio del congelado en Europa, y una fuerte presencia del curado en África, fundamentalmente por diferencias en las infraestructuras en la cadena de distribución.
- La participación de los productos de la pesca en el volumen del comercio total se sitúa en torno al 1%.
- Un 75% de la producción mundial se dedica a consumo humano directo, destinándose el resto a la producción de harinas y aceites de pescado.
- En los países en desarrollo, el comercio de productos de la pesca suele representar en torno al 16% de sus exportaciones agrícolas, aunque motivado por el alza de los combustibles, se ha observado recientemente una distorsión.
- El comercio de los productos pesqueros ha superado los volúmenes de negocio de productos de referencia como el café, el arroz, con cifras superiores a 20.400 millones de US\$.

Desde esta perspectiva, donde las conclusiones de las Rondas de Negociación Doha, así como los Acuerdos de Partenariado Económico van a acelerar un proceso irreversible de liberalización de mercados, debemos dotarnos de una regulación universal que permita favorecer la transparencia de mercado y un cambio de cultura basado en la cooperación. Ligado a este asunto, no debemos olvidar el creciente interés por el impacto ambiental que tiene el trasiego de los productos alimentarios y coste energético que ello supone por lo que tenderemos a que los productos comercializados tengan el mayor agregado posible desde el origen.

A MODO DE CONCLUSIÓN

Considero que es importante trabajar sobre los mecanismos ya existentes con la necesaria renovación y adaptación de los instrumentos que nos hemos dotado. Sin lugar a dudas, el Código de Conducta para la Pesca Responsable es un pilar en el que se debe asentar la estrategia que denomino de las «C»:

- Cooperación. Con una visión amplia, inclusiva, abierta y con una proyección de corto, medio y largo plazo que cuente con la participación de todos los interesados.
- Concertación. Que nos permita implicar a todos los protagonistas y lograr un compromiso en la búsqueda de los objetivos.
- Complementariedad. El sector de la pesca y de la acuicultura no deben ser considerados como competidores entre sí, sino como factores que colaboran y permiten alcanzar sinergias en el ámbito de la seguridad alimentaria.
- Coherencia. En el que podamos dar continuidad a las fórmulas que han dado resultados exitosos y sepamos adaptar los elementos ineficientes de nuestras políticas.
- Calidad. En donde la innovación y el desarrollo y la trazabilidad nos permitirán satisfacer una demanda cada vez más exigente de los consumidores.

- Crecimiento sostenible. Desde un cumplimiento trasversal de las políticas medioambientales y de colaboración.
- Comunicación y divulgación. Es importante que sepamos trasladar a la sociedad el trabajo que se viene realizando e implicar a la sociedad civil y a las organizaciones de ámbito local, nacional e incluso mundial en esta estrategia.

HELICICULTURA MODERNA EN ESPAÑA

EXCMO. SR. D. JUAN CARLOS FONTANILLAS PÉREZ

Académico Correspondiente

6 de febrero de 2008

¿QUÉ ES LA HELICICULTURA?

La Helicicultura es el arte de criar caracoles con objeto de aprovechar su carne y sus productos.

La utilización del caracol como animal comestible es tan antigua como la misma humanidad. Se han encontrado restos fósiles de Moluscos en cavernas prehistóricas. Los romanos fueron consumidores y también importantes criadores, ya que idearon los primeros recintos conocidos para criar caracoles. Estos tenían secciones separadas para las diferentes especies.

EL CARACOL Y LA HELICICULTURA EN LA ÉPOCA ROMANA

Según Plinio, fue Fulvius Hirpinus el que estableció en Tarquenia, una ciudad toscana no muy lejos de Roma, la primera coclearia o lugar de cultivo, aproximadamente en el año 50 a.C., en la que engordaban a los caracoles con vino y con salvado, alcanzando una merecida importancia.

En ellas se criaban también otras especies procedentes de Iliria, del norte de África, de Boreales, de Capri y de Liguria. Algunos de estos parques de crianza de caracoles se establecieron en Pompeya, junto al Vesubio, donde siglos más tarde los arqueólogos descubrieron miles de conchas que demuestran el comercio de caracoles en aquella época.

Por otra parte, Plinio hablaba ya entonces de los caracoles asados, degustados con vino y servidos como entretenimiento de las comidas.

Según una investigación hecha por la Universidad de Cádiz, los caracoles formaban parte de los ingredientes (salsa que se usaba como condimento en la época antigua y que era muy apreciada) que contenían las vasijas de Garum que se han encontrado en los restos de un pecio de época romana hundido en la Costa Mediterránea.

EL CARACOL EN LA EDAD MEDIA Y EN LA EDAD MODERNA

La Edad Media también fue una época de apogeo de los caracoles. Se consumían en abundancia, entre otras razones porque esa “carne” era apta para la abstinencia cuaresmal. Se comían los caracoles fritos con aceite y cebolla, en brochetas o hervidos, y en algunos monasterios europeos fue un plato habitual. Parece ser, que a principios del siglo XVIII, el caracol desapareció de las mesas de los nobles. Fue un político y gastrónomo francés, Talleyrand, quien volvió a ponerlo de moda. Su resurgimiento llegó porque le pidió a su jefe de cocina que los preparara para la cena que ofreció al Zar de Rusia. Desde ese momento, la fama de los caracoles volvió a correr como la pólvora por toda Europa.

EL CARACOL Y LA HELICICULTURA EN LA ÉPOCA ACTUAL

Hasta hace poco la actividad helicícola se limitaba a la simple búsqueda de caracoles, la mayoría de las veces para consumo

propio o bien para vender en mercados. A partir del siglo pasado, las cualidades gastronómicas del caracol empezaron a ser tan apreciadas que pasó a convertirse en un alimento muy solicitado, y ya en los años 60 comenzaron los primeros intentos de cría del caracol por parte de criadores particulares en instalaciones rústicas al aire libre.

En España, el consumo de caracoles terrestres tiene un notable arraigo en nuestra cultura, ya que han formado parte desde siempre de la alimentación. Hoy constituye un plato típico e imprescindible en ciertas festividades, y es considerado un lujo en determinados restaurantes. En Logroño se consume la sopa de caracoles a la riojana el día de San Juan; en Huesca y en otros puntos de Aragón, el día de San Jorge, se consumen asados con ajo y aceite; en Álava, el 28 de abril, día de San Prudencio, se elabora un plato muy típico que consiste en introducir una minúscula seta dentro del caracol; en Mallorca toman caracoles con pollo el 3 de mayo, fiesta de la Invención de la Santa Cruz. En Lérida se celebra la fiesta del caracol de Lérida, el Aplec, en la que destacan las carreras de caracoles. En 2006 ha cumplido su XXVII aniversario y fue declarada Fiesta de Interés Turístico Nacional en el 2005.

El tipo de caracol que se consume en España varía de una región a otra, e incluso dentro de un mismo tipo hay marcadas preferencias por determinados tamaños. Así, el caracol más consumido en Andalucía es el llamado caracol blanquillo, cuyo nombre científico es *Theba pisana*. Le sigue la cabrilla, u *Otala lactea*, y a mucha distancia el *Hélix aspersa*. El caracol más consumido en España, con mucha diferencia, es el blanquillo, aunque el más universal, tanto en nuestro país como en el resto del mundo es el *Hélix aspersa*.

Dentro del *Hélix aspersa* hay que distinguir las variedades Petit gris y Gros gris, cuyas diferencias en tamaño y calidad de carne determinan los distintos mercados. En España se consume también el *Iberus gualterianus* o *alonensis*, conocido popularmente por “vaqueta”, el caracol más exquisito y caro de nuestra gastro-

nomía, y que se encuentra en proceso de extinción debido a los abusos en su recolección. En Andalucía está protegido, aunque casi nada se está haciendo para su recuperación. En otras Comunidades Autónomas se permite su recolección, y en alguna se está tramitando su protección.

SISTEMAS DE CRÍA UTILIZADOS EN ESPAÑA

Cría al aire libre

La cría al aire libre se puede efectuar de dos formas:

- 1) **Cría verdadera:** desde el nacimiento hasta el momento del consumo. Los caracoles se colocan en parques cerrados, reproduciendo las condiciones ambientales en las que los caracoles se desarrollan en la naturaleza, mediante sistemas controlados de riego.
- 2) **Cría parcial**, cuando se limita a introducir en recintos cerrados, caracoles recogidos en el campo en época primaveral, para su engorde y posterior venta.

Cualquiera de los sistemas elegidos necesita la construcción de unos parques especiales, con unas características determinadas que nos permitan el manejo de los caracoles y su control, a fin de conseguir un resultado final favorable.

Elección de la localidad:

La elección de la localidad para instalar un criadero al aire libre es uno de los factores determinantes para el buen desarrollo de la explotación. Es necesario que sea una zona con abundante vegetación, alta humedad, clima con temperaturas extremas poco marcadas y abundantes lluvias.

El terreno ha de ser calcáreo, neutro o básico débil, de tierra blanda, sin piedras ni rocas y con una ligera inclinación para

favorecer el drenaje e impedir el encharcamiento del mismo, lo cual sería fatal para los caracoles.

En lo que respecta a la orientación debe ser hacia el mediodía, para evitar un exceso de humedad. Es también conveniente que esté protegido de fuertes vientos que producirían una deshidratación de los caracoles.

Por otro lado, el terreno deberá ser sombreado ya que de lo contrario, obligaría al caracol a protegerse de los rayos solares introduciéndose en su concha, disminuyendo, por lo tanto, su actividad y productividad. Para evitar en lo posible este inconveniente se colocan refugios adecuados en el interior del parque como tejas, cajas de madera, ladrillos, etc. Los refugios deben retirarse en los meses muy fríos para evitar que los caracoles situados en ellos mueran congelados por falta de protección térmica.

Estos parques en España se encuentran exclusivamente en la cornisa cantábrica como Galicia, Asturias y Cantabria, y se complementan con pequeños invernaderos tipo túnel con el fin de ampliar algo los meses de actividad.

En los últimos años han surgido un tipo de criaderos en invernaderos con diseños muy poco funcionales, lo que les ha llevado al fracaso a la gran mayoría.

Sistema mixto

El sistema ideal para la cría del caracol es el mixto. Este método permite incrementar considerablemente la superficie de cría en relación con el sistema de criaderos al aire libre y obtener un mayor aprovechamiento de la superficie del local.

La explotación se realiza en una nave de obra perfectamente aislada, en la que se desarrollan las fases de reproducción, incubación y primera fase de cría, y en túneles invernadero en los que se llevarán a cabo la segunda fase de cría y la fase de engorde.

La nave consta de salas específicas para cada fase del sistema productivo, un almacén para el pienso, sala de embalaje y máquinas. El ambiente de estas salas está totalmente controlado respecto a temperatura, humedad y fotoperíodo

Un ejemplo de este tipo de explotación es la empresa *Morellana de Helicicultura*, que tiene como fin la producción de caracol *Helix aspersa*.

Es la explotación helicícola de sistema mixto más avanzada técnicamente de las existentes en nuestro país, y sin ninguna duda la empresa con mayor producción de puestas controladas de España. Tiene una producción anual aproximada de 50 Tm. de caracoles y 3.000 Kg. de caviar, cuyo destino es el mercado nacional.

Las instalaciones constan de una nave climatizada de 1000 m². El sistema de cría elegido es un sistema intensivo mixto en recinto cerrado y controlado mediante la tecnología más avanzada en estos momentos, disponiendo de sistemas electrónicos de control que regulan la temperatura, humedad y medidas sanitarias preventivas con instrumentos de medida y control que permiten incrementar considerablemente la producción respecto a otros sistemas.

El ambiente en la nave está controlado respecto a temperatura que es de 18-20º C y humedad relativa del 80% con foto periodo de 12 horas luz y 12 oscuridad.

El elevado porcentaje de humedad relativa necesario en la nave se consigue con un sistema fog-system.

La temperatura óptima se sitúa en torno a los 20º C y se consigue con calefacción por suelo radiante.

El sistema productivo consta de dos fases: una formada por reproducción, que se desarrollará en la nave climatizada y otra de engorde que se desarrolla en invernaderos de doble capilla totalmente automatizados.

Los invernaderos disponen de una estación meteorológica para el control de apertura y cierre automático de los dispositivos cenitales.

El interior de los invernaderos dispone de pasillos vegetales que crean un microclima a ras de suelo que llega hasta los 30 cm., protegiendo a los caracoles de cambios bruscos de temperatura.

Así mismo dispone de refugios y comederos adaptados para los alevines que impiden al mismo tiempo que el pienso se humedezca con el agua de riego.

La sala de incubación está diseñada para poder controlar los alevines recién nacidos con el menor espacio posible, facilitando su manejo.

Los ponederos disponen de sustrato especial convenientemente esterilizado donde los reproductores depositan puestas de color blanco nacarado formadas por 80-120 huevos.

PATOLOGÍA

Las enfermedades de los caracoles se producen, la mayoría de las veces, por deficiencias en el manejo, siendo solamente en algunos casos, causantes de altos porcentajes de mortalidad.

Acariasis

Una de las enfermedades considerada como de las más graves para los caracoles es la acariasís producida por un pequeño parásito, *Riccardoella limacum*, que vive en su cavidad paleal o pulmón y que produce importantes pérdidas en las explotaciones helicícolas intensivas.

La distribución geográfica del *R. limacum* es universal, encontrándose incluso en lugares tan distantes de nuestro país como son Australia o Nueva Zelanda.

El control y erradicación de esta enfermedad en las explotaciones helicícolas es de suma importancia para su funcionamiento y obtención de una buena rentabilidad.

La acariasis se transmite de un caracol a otro de forma lenta pero progresiva. Puede contagiarse también por proximidad, es decir, los Ácaros adultos pueden pasar de caracoles enfermos a otros sanos que, aunque no estén en contacto directo con ellos, se encuentren a una distancia relativamente pequeña. Otra forma de contagio muy a tener en consideración en explotaciones de caracoles es a través de los utensilios (comederos, bebederos, etc.) y ropas del operario que los maneja.

Nematodos

Los Nematodos del suelo pueden localizarse en casi todos los órganos del caracol. Su poder patógeno depende principalmente de la cantidad de parásitos. Estos Nematodos, de los que existen numerosas especies, se hallan muy distribuidos en las plantas y en el suelo y pueden confundirse con las larvas de otros Nematodos.

Transmisión de la enfermedad

El contagio tiene lugar a través de la tierra utilizada en los ponederos o por piensos compuestos en mal estado. Otro foco de contaminación es el acumulo de excrementos en los cuales estos parásitos se multiplican con gran facilidad.

En individuos ligeramente afectados no existen síntomas de enfermedad, pero a medida que avanza el grado de parasitación, el caracol va perdiendo su actividad de forma progresiva, se paraliza la función reproductora y finalmente deja de comer y muere.

Esta enfermedad afecta generalmente a animales menores de tres meses, y sobre todo a recién nacidos.

Pseudomonas

Solamente la especie *Pseudomonas aeruginosa*, está asociada con procesos infecciosos en el hombre y en animales.

Los animales afectados por Pseudomonas, presentan un cuadro clínico muy típico y de desarrollo rápido.

En caso de infecciones graves el número diario de animales muertos es elevado y si no se corrige rápidamente puede afectar en pocos días a la totalidad de la explotación.

Hongos

Hay dos Géneros de hongos que producen graves problemas en los caracoles, los Géneros *Fusarium* y *Verticillium* que afectan a las puestas.

El Género *Fusarium* parasita a los huevos embrionados, originando la enfermedad de la «puesta rosa». Esta enfermedad se caracteriza por la modificación de la turgescencia y de la habitual coloración blanco-nacarada de los huevos, hacia tonalidades parduzcas, grises, beige, amarillentas y rosadas. Este tipo de puestas se desecan antes de llegar a producirse la eclosión de los huevos.

El Género *Verticillium* se desarrolla a expensas de los embriones dando lugar a una red compacta de micelio que invade el huevo, provocando en ocasiones el aborto de los mismos. Cuando pueden evolucionar hasta el nacimiento, estos caracoles suelen morir poco tiempo después.

DEPREDADORES

En las edificaciones climatizadas no es usual el ataque de depredadores, puesto que su construcción imposibilita su acceso a los caracoles. En cambio en un sistema semi extensivo la con-

centración masiva de animales y pienso atrae frecuentemente a ratas y ratones.

Insectos

Los Insectos más perjudiciales son Coleópteros de los Géneros *Stafilinidos*, *Carabidos* y *Lampyridos* como las luciérnagas.

Reptiles

Los lagartos suelen causar algunas bajas en los criaderos al aire libre, aunque no son demasiado importantes.

Aves

Los Córvidos, tanto cuervos como grajillas y urracas, producen pérdidas en criaderos al aire libre, y son difíciles de ahuyentar cuando descubren un criadero.

GLOBALIZACIÓN, SEGURIDAD ALIMENTARIA Y SEGURIDAD JURÍDICA

PROF. DR. PEDRO DÍAZ PERALTA¹

13 de febrero de 2008

1. INTRODUCCIÓN. NUEVOS CONCEPTOS EN UN NUEVO MARCO

La expansión del comercio internacional de alimentos y sustancias destinadas a la cadena alimentaria trae a primer plano la cuestión de la armonización de las normas de seguridad alimentaria aplicables en campos que tradicionalmente han sido de la exclusiva competencia de los estados.

A pesar de que, en ausencia de normas específicas, son de aplicación por defecto los estándares de organismos internacionales de referencia, como son los del Codex Alimentarius (FAO/WHO) o los de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), la mayoría de los sistemas nacionales de los países más avanzados (incluyendo los de la Unión Europea como un todo) suelen aplicar a sus importaciones de productos alimentarios los

¹ Profesor Asociado de Deontología, Medicina Legal y Legislación. Departamento de Toxicología y Farmacología, Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid. Miembro del Cuerpo Nacional Veterinario y de la Asociación Española de Derecho Sanitario.

estándares recogidos en sus propias normas, que en algunos casos se sustentan en otros intereses legítimos² tales como las prioridades de protección del medio o las prioridades de consumidores y usuarios.

Aunque el acuerdo SPS³, anexo al acuerdo de la Organización Mundial del Comercio (OMC), permite a los estados establecer sus propios estándares basados en la evidencia científica con tal de que no supongan una barrera *no arancelaria* al comercio y que sean consistentes y no arbitrarios, la diferente concepción del análisis de riesgos se convierte en muchos casos en fuente de disputas entre países cuyas normas de seguridad alimentaria difieren.

Indisolublemente unida a la regulación de los flujos comerciales en el marco de la globalización, la aplicación de buenos principios de gobernanza⁴ al análisis y gestión de riesgos debe

² Anania, G, Bohman H.E., Carter, C.A., McCall, A.F., *Agricultural Policy Reforms and the WTO*. 2005, p. 514: La debilidad del acuerdo SPS es consecuencia de las diferencias de enfoque en el análisis de riesgos entre EE.UU. y otros países del grupo de los grandes productores y la UE y otros países del grupo de los grandes productores aplican el principio de que los estándares científicos sólo deben fundamentarse en la evidencia científica mientras que los Estados miembros de la Unión Europea dan protagonismo también a otros «factores legítimos» como la protección de los consumidores. Estas diferencias de enfoque son muy evidentes en el caso de la moratoria de facto de algunos países de la UE en la autorización de variedades vegetales consideradas Organismos Modificados Genéticamente.

³ Hace referencia al Acuerdo sobre medidas sanitarias y fitosanitarias de 1 de enero de 1995, (anexo del Acuerdo de la Organización Mundial del Comercio), que permite a los Estados adoptar las medidas necesarias para proteger la salud de las personas y los animales (medidas sanitarias) y preservar los vegetales (medidas fitosanitarias) siempre que estén basadas en la «evaluación del riesgo».

⁴ *Gobernanza* es un concepto ligado estrechamente a globalización y que recientemente ha incorporado la Real Academia Española: «Arte o manera de gobernar que se propone como objetivo el logro de un desarrollo económico, social e institucional duradero, promoviendo un sano equilibrio entre el Estado, la sociedad civil y el mercado de la economía». Es por tanto, la búsqueda de equilibrio entre la tendencia centrípeta en la actuación de los podes-

constituir una prioridad en sí para las autoridades nacionales competentes en el campo de la seguridad alimentaria⁵.

En este sentido, se han propuesto definiciones separadas de riesgo e incertidumbre considerando que el riesgo surge de la evaluación de probabilidades conocidas mientras que incertidumbre surge de la evaluación de las desconocidas⁶.

El hecho de que algunas decisiones de gestión de riesgos se basan en una apreciación de raíz probabilística en el análisis de riesgos, da lugar a la creación de una situación de incertidumbre de la que surge también la inseguridad jurídica para operadores y reguladores⁷.

Esta distinción puede ser también aplicada a los diferentes enfoques del principio de precaución. Los estados pueden invocar el principio de precaución para excluir alimentos, materias primas alimentarias o productos derivados de la biotecnología por razones no basadas estrictamente en la evidencia científica⁸. Mien-

res tradicionales del Estado y la fuerte tendencia centrífuga inherente a la globalización que escapa en muchos casos al propio control del Estado, desde el momento en que sus consecuencias traspasan sus fronteras.

⁵ Para una definición de *gobernanza* en relación con el principio de precaución, ver Harremoës, Poul *et al. The precautionary principle in the 20th century: late lessons from early warnings*; Agencia Europea de Medio Ambiente. 2002, p. 212.

⁶ Von Furstenberg, G.M. *Acting under uncertainty*. 1990. p. 203-204.

⁷ García de Enterriá, E. *Justicia y seguridad jurídica en un mundo de leyes desbocadas*. Civitas 1999. Para el Prof. García de Enterriá la seguridad jurídica, recogida en el art. 9.3 CE como principio constitucional, es una exigencia social inexcusable y constantemente deficiente.

⁸ Para una visión de conjunto ver Tickner, J. A. *et al. Precaution, environmental science, and preventive public policy*. 2003. Harremoës, P. *et al. The precautionary principle in the 20th century: late lessons from early warnings*. 2002 Echols, M.A. *Food Safety and the WTO: The interplay of culture, science and technology*. 2001, Girela, M.A. *Food Safety: Science, Politics and the Law*. European Food and Feed Law 1, 2006, p. 34. Wilson, J.S. Tsunehiro, Otsuki, Majumdar, Baishala. *Balancing food safety and risk. Do drug residue limits affect international trade in beef?* The Journal of International Trade & Economic Development, 12. (4) 377-342.

tras que las definiciones ortodoxas del principio de precaución «no especifican en algunos casos las circunstancias bajo las cuales debería aplicarse, dando lugar a inseguridad jurídica»⁹, para otros autores es la herramienta más adecuada para la evaluación del riesgo que surge del comercio internacional de alimentos¹⁰.

Los procedimientos nacionales para asegurar la aplicación de las normas según la mejor evidencia científica difieren entre países con requisitos equivalentes de seguridad alimentaria. La Unión Europea, de acuerdo con el marco diseñado en el Libro Blanco sobre Seguridad Alimentaria¹¹, (que define el papel de la Comunidad Europea en el comercio global de alimentos inocuos y seguros) ha separado netamente en su estructura funcional los procesos de evaluación de riesgos y de gestión de riesgos.

Sin embargo, en otros países avanzados —como es el caso de EE.UU.— no existe esa clara separación entre instituciones dedicadas a la evaluación científica y los gestores del riesgo. Este hecho determina que, en ocasiones, la gestión de riesgos se conduce en términos económicamente soportables, tomando en cuenta la relación coste/ beneficio, frente a la evaluación científica en sí, en especial cuando ésta encierra incertidumbre¹² lo que no quiere decir que la respuesta no sea equivalente en eficacia a la que podría adoptarse por los procedimientos establecidos en la Unión Europea, aunque si que difiera en coste económico.

Estas divergencias entre riesgo y precaución pueden derivar en la existencia de casos de legislación internacional «de doble umbral», que no es más que la consecuencia de la aplicación de diferentes criterios de seguridad alimentaria. Un caso ilustra-

⁹ Spanggaardt, T, *The marketing of GMOs A supra-national battle over Science and precaution* Yearbook of European Environmental Law. (3) 2004

¹⁰ Myers, N. *The Precautionary Principle Puts Values First*. Bulletin of Science, Technology & Society 2002; 22: 210-19.

¹¹ Comisión de las Comunidades Europeas. *Libro Blanco sobre seguridad alimentaria*. COM (1999) 719 final. Bruselas. 2000.

¹² Zwanenberg, P. Stirling, A. *Risk and precaution in the US-EU. A response to Vogue*. Yearbook of European Environmental Law (3) 2004

tivo es la comercialización de alimentos que contienen o constituyen organismos modificados genéticamente y el diferente tratamiento de la administración de sustancias farmacológicamente activas que puedan generar residuos.

Debido al hecho de que el control de estos residuos afecta también a la salud humana, estas diferencias de reglamentación pueden variar el nivel de protección efectiva de la salud pública aunque con conclusiones dispares. La conocida disputa sobre el asunto Hormonas en el seno del Órgano de Solución de Diferencias de la OMC es un ejemplo sobradamente conocido¹³. Valga también como ejemplo la ordenación de los medicamentos de uso veterinario y su relación con los problemas de resistencias cruzadas en terapéutica humana.

Para los países con menos recursos financieros e institucionales (las llamadas economías emergentes), dotarse de un sistema suficiente que garantice un mínimo estándar de seguridad alimentaria requiere previamente de acciones concretas de lo que se llama fortalecimiento institucional¹⁴. A caballo de la amplia aceptación de las tendencias imparables que se esconden tras estos nuevos conceptos de globalización, gobernanza y fortalecimiento institucional, cabe preguntarse si resulta necesario (y prioritario) proceder a una redefinición del principio de precaución para prevenir la incertidumbre científica y la inseguridad jurídica aparente al comercio mundial de alimentos, cuando los intereses en

¹³ Alemano, A. *Judicial enforcement of the WTO Hormones Ruling within the European Community: Toward EC Liability for the non-implementation of the WTO Disputes Settlement Decisions*. Harvard International Law Journal, 2004, 45 (2), p.558. La disputa por el uso de hormonas como promotores del crecimiento en producción animal ha enfrentado, a partir de documentación científica con resultados aparentemente dispares, a los principales países exportadores de carne de vacuno con la Unión Europea, con la protección de los consumidores como telón de fondo. Los particulares afectados tienen bloqueado el recurso a las decisiones del Órgano de Solución de Disputas y del Órgano de Apelación de la OMC.

¹⁴ Esta sería una de las posibles traducciones de otro concepto puesto en boga con la globalización y correspondería a la traducción de la expresión «capacity building».

juego van más allá de las prioridades de política interna de los países afectados.

2. GLOBALIZACIÓN Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

Desde que el concepto se ha popularizado en las postrimerías del siglo XX, se han sucedido propuestas, estudios y definiciones sobre el significado de globalización hasta el punto que no es descabellado afirmar que cada persona con acceso habitual a la sociedad de la información posee su propia concepción empírica de lo que significa. De acuerdo con nuestra Real Academia de la Lengua, es la «tendencia de los mercados y de las empresas a extenderse, alcanzando una dimensión mundial que sobrepasa las fronteras nacionales.» Definición que se complementa perfectamente cuando el sujeto también abarca a las tendencias culturales, a la innovación científica y técnica y a los recursos de la propia sociedad de la información.

Algunas notas características de este proceso son:

- Globalización no es Colonización
- Rápido intercambio de teorías científicas e innovaciones (INTERNET)
- Posición líder de los Organismos Internacionales reguladores en el Comercio
- Armonización de normas técnicas y especificaciones (ISO, CODEX)

En el campo alimentario, la globalización es ya una realidad. De acuerdo con la FAO, el comercio mundial de alimentos, que representa entre 300.000 y 400.000 millones de dólares, se mueve al alza y a veces parece avanzar más rápido que la capacidad de las instituciones nacionales para asegurar su control. Como ejemplo, el valor de los productos exportados en 2000 supuso para la UE el 14% de su Producto Interior Bruto (PIB), mientras que para Estados Unidos el 12% de su PIB o para Japón, el 11% del

PIB. La Unión Europea representaba en ese año por sí sola más del 20% del total de importaciones y exportaciones mundiales cuando su población sólo es el 6% de la población mundial y es el principal mercado de importación para más de 130 países.

Uno de los aspectos críticos de los fenómenos de globalización es la identificación generalizada de este proceso con la desregulación, en cuanto supone una pérdida de protagonismo de los estados en la ordenación de los sectores mediante su sustitución por sistemas de autocontrol de los propios operadores, siguiendo el espíritu del neoliberalismo¹⁵.

El sector alimentario, donde esta desregulación coincidió con el desarme arancelario generalizado que impulsaron las sucesivas rondas de negociaciones en el marco de la OMC y a partir de la Ronda Uruguay, se han interpuesto dos posturas altamente antagónicas. Por un lado la de las grandes potencias exportadoras que abogan, en línea con la marea de globalización, que la autorregulación puede por sí sola corregir los desfases y opacidades de este proceso de expansión. Frente a ella, otra más prudente y en alza en los últimos tiempos, que capitaliza el consenso generalizado de que globalización sin regulación puede conducir a resultados contraproducentes.

De hecho fiar exclusivamente en la co-responsabilidad del propio mercado resulta insuficiente para garantizar el respecto a las normas de juego. Así se han comprobado en las últimas alertas sanitarias (leche infantil elaborada en China a la que se había añadido el tóxico melamina como coadyuvante tecnológico)

¹⁵ Steger, M. *Globalization. A very short Introduction*, 2003, p. 40- 55 De acuerdo con este autor «Muchos asocian globalización económica con el polémico asunto del libre comercio (...) Defensores del libre comercio argumentan en público que la eliminación o reducción de las actuales barreras arancelarias favorece las opciones de los consumidores e incrementa la riqueza mundial». Sin embargo el autor puntualiza: «está menos claro que los beneficios obtenidos del libre comercio se hayan repartido equitativamente entre los países», con riesgo de aumento de las desigualdades sociales.

La dimensión ética

La globalización no implica un reparto equitativo de los recursos en el campo agroalimentario. El hecho de que la Unión Europea haya desarrollado un concepto *«de máximos»* para definir seguridad alimentaria no deja de ser sintomático. No se debe hacer olvidar que, en su origen, el término seguridad alimentaria tenía una connotación sustancialmente diferente o *«de mínimos»*, tal como aparece en las conclusiones de la Conferencia de la FAO sobre el Carácter Multifuncional de la Agricultura celebrada en Maastricht en 1999: «Los consumidores deben tener acceso a alimentos seguros y nutritivos que cubran sus necesidades alimenticias»¹⁶.

Frente a esta definición original se ha configurado en la Unión Europea un concepto de seguridad alimentaria *«de máximos»*, basada en la aplicación del artículo 152 del Tratado de la Comunidad Europea, en las líneas directrices recogidas en el Libro Blanco sobre Seguridad Alimentaria y en los principios del Reglamento (CE) 178/2002¹⁷, cuyo art. 14 dice así:

1. No se comercializarán los alimentos que no sean seguros
2. Se considerará que un alimento no es seguro cuando
 - (a) sea nocivo para la salud
 - (b) no sea apto para consumo humano

¹⁶ Para diferenciar este concepto de mínimos, se viene utilizando la expresión en inglés *«food security»* que implica aseguramiento contra situaciones de escasez o carestía, frente a *«food safety»* que se interpreta generalmente como *«inocuidad»* de los alimentos.

¹⁷ Libro Blanco sobre Seguridad Alimentaria (Papel de la Comunidad Europea en el comercio mundial de alimentos inocuos):

- contribuir al desarrollo de estándares técnicos para alimentos y piensos y al desarrollo de la legislación sanitaria y fitosanitaria
- modernizar la legislación adoptando un paquete de normas transparentes y coherentes
- incrementar la capacidad del sistema de asesoramiento científico de manera que se pueda garantizar un alto nivel de protección de la salud y de los intereses de los consumidores

Esta diferencia de conceptos se manifiesta especialmente en la postura de la UE ante la autorización de productos obtenidos de la biotecnología, en la que priman las consideraciones «legítimas» de una sociedad que no sufre tensiones alimentarias sobre otras consideraciones que serían igualmente de legítimas para otras sociedades menos avanzadas como la capacidad de alimentar a la población mundial con los recursos disponibles, en pleno renacer de los temores de Malthus.

Una de las críticas mejor fundamentadas proviene de los trabajos del Premio Nóbel de Economía Amartya Sen sobre capacidades electivas, que enlaza con la noción de justicia distributiva¹⁸. El estudio de la implicación de los fenómenos de globalización en la seguridad alimentaria mundial (y en la seguridad jurídica de los operadores) implica también la introducción de valores contradictorios: por ejemplo, la defensa del medioambiente en relación al déficit mundial de alimentos.

Globalización y nuevos desafíos en derecho alimentario y protección de los consumidores

Como un ejemplo de las denominadas barreras no arancelarias¹⁹, los estados soberanos pueden imponer restricciones a la

¹⁸ Ver Amartya Sen, «*How to Judge Globalism*», The American Prospect, 2002. Amartya Sen entiende que en la capacidad electiva de los ciudadanos interviene también la garantía de acceso a unos niveles mínimos de atención sanitaria, educación y alimentos, y que la percepción de estos mínimos varían según las necesidades concretas de cada sociedad, siendo radicalmente diferentes, por ejemplo, para los que viven en un área amenazada de hambruna respecto de los ciudadanos de una sociedad avanzada. De los aspectos éticos y sociales de esta desigualdad proviene sus objeciones al proceso de Unidad Europea, en particular a las consecuencias del Acuerdo de Maastricht.

¹⁹ Anadón, A., Martínez- Larrañaga, M. R., Díaz, P. y Aranzazu Martínez, M., (2007) *Barreras comerciales y seguridad alimentaria*. Eurocarne 153, p. 19-34 «Algunas de las barreras no arancelarias (es decir, las no basadas en la imposición de aranceles o contingentes de importación) pueden estar justificadas para proteger la salud de los consumidores o la producción interna pero otras, en muchos casos, tan sólo perjudican al libre comercio».

importación de alimentos que se basan no sólo en prioridades internas tales como protección de la salud y de los intereses de los consumidores, sino otros valores no-económicos como la protección de la biodiversidad o la sostenibilidad. Las prioridades internas varían en los países occidentales: la Unión Europea presta gran importancia a residuos y contaminantes (la «amenaza silenciosa») mientras que estados Unidos y otros países terceros ponen el acento en los estándares microbiológicos (la «amenaza evidente»).

Muchas de estas restricciones consisten en la imposición de estándares de salud y seguridad alimentaria más exigentes que los de los países importadores. En otras palabras, los estados se muestran reacios a la cesión de soberanía que implicaría la aceptación de estándares internacionales en lugar de los suyos propios²⁰, lo que en el campo de la seguridad alimentaria se plasma en el rechazo de los criterios de los organismos internacionales de referencia y la aplicación preferente de los habitualmente más exigentes requisitos internos de los países más industrializados. Esta imposición de los países más avanzados tiene resultados económicamente gravosos para los países exportadores, para los que resulta difícil y costoso adaptarse a normas sanitarias más exigentes que las propias.

En general los estados pueden negociar por Tratado un régimen bilateral de responsabilidad con los Estados asociados con el daño pero han demostrado ser muy reacios a obligarse a aplicar un régimen internacional de responsabilidad que exponga a los individuos y a las sociedades jurídicas a responder por el daño.

En sentido contrario, la ausencia de normas armonizadas internacionales de obligado incumplimiento, impide la aplicación de los valores no-económicos antes mencionados, como una expresión más de lo que se ha llamado «el absolutismo del mercado»²¹. La influencia de la soberanía de aplicación de la legislación

²⁰ Echols M.A. *Food Safety and the WTO: The interplay of culture, science and technology*. 2001.

²¹ Delmas-Marty, M. *Le droit pénal comme éthique de la mondialisation*. SCI. CRIM. DR. PENAL COMP., 1. 2004, p. 1. Este autor defiende la introduc-

alimentaria interna alcanza también a las medidas en caso de incumplimientos. Los criterios para definir las infracciones y sanciones son los de elección de los propios estados donde se materializa el riesgo y no los resultantes de la aplicación de Tratados Internacionales, por ausencia de los mismos²². Esta circunstancia afecta directamente a la seguridad jurídica de los operadores, titulares de licencias de comercialización, distribuidores de sustancias farmacológicas destinadas a animales que entran en la cadena alimentaria y del propio comercio de productos de origen animal.

Como ejemplo de legislación aplicable «de doble umbral» y sus consecuencias es el caso del empleo de BST o somatotropina bovina así como de la somatotropina recombinante (STbr) —un análogo obtenido por biotecnología— en producción de leche de vaca. El uso de estas hormonas, consideradas como seguras en EE.UU y prohibidas en la Unión Europea en base a razones de protección de la salud de los consumidores, da lugar a un aumento de la producción de leche estimada entre el 10 y el 25 % en lactación, con un incremento de rentabilidad de las explotaciones y una mejora de competitividad de los productos lácteos obtenidos, que pueden crear condiciones desiguales de acceso a los mercados y afecta a la libre competencia. Otro ejemplo es el de empleo de antibióticos utilizados como aditivos en alimentación animal, como es el caso de coccidiostáticos e histomoniásicos, sustancias que tienen un elevado margen de seguridad en su aplicación pero que sufren restricciones en la UE en base a prioridades de salud pública y cuyo uso conlleva una ganancia zootécnica importante y, una mejora de la competitividad de las producciones por abaratamiento de costes.

El análisis de los factores señalados plantean la necesidad de introducir y reforzar, en el ámbito de la Unión Europea, la

ción de valores no comerciales para equilibrar las consecuencias de la globalización con el respecto a determinados derechos del hombre.

²² Díaz Peralta, P., Anadón, A. (2008). *International principles on offences under food law and legal uncertainty. Liability and State responsibility*. European Food and Feed Law Review 3 (4), 232-245.

aplicación de criterios coste/ beneficio, tanto en la aplicación del análisis convencional de riesgos como en la del principio de precaución²³, en coincidencia con los puntos de vista de los distintos sectores productores, en el sentido de introducir un criterio de equilibrio que tenga en cuenta también la relación coste/ beneficio a la gestión de riesgos a la hora de aprobar nuevos productos destinados a alimentación animal o permitir el acceso a cereales u oleaginosas modificadas genéticamente por parte de los productores.

Globalización y biotecnología

Entre las prioridades de los países más desarrollados se encuentra la preocupación por garantizar un futuro mejor a las generaciones venideras a través de la conservación del medio ambiente rural y la introducción de prácticas agrarias respetuosas con el medio. Surge así el concepto de Desarrollo Sostenible, que apareció por primera vez en el marco de la Comisión de Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas, en el Informe Brundtland o 'Nuestro Futuro Común' de 1987²⁴. Como una derivación del concepto, surge la denominada agricultura ecológica, que supone una alternativa clara y respetuosa con el medio frente al modelo intensivista a ultranza que dio lugar a la «Revolución Verde» sustentada en los avances científico-técnicos que se aplicaron a la tecnología agraria²⁵.

²³ Girela M.A. *Dangerous Interpretations of the Precautionary Principle and the fundational values of European Union Food Law: Risk versus Risk*. Journal of Food Law & Policy. Vol 4:1 2008, 1-43

²⁴ Dentro de la Unión Europea, esta preocupación ha orientado la política agrícola común (PAC) a través del artículo 6 del Tratado de la Comunidad Europea: «adoptado como objetivo, «con el fin de armonizar el desarrollo económico con la protección efectiva y duradera del medio ambiente, garantizando la supervivencia de los ecosistemas» (Comunicación de la Comisión: Desarrollo sostenible en Europa para un mundo mejor: Estrategia de la Unión Europea para un desarrollo sostenible. Bruselas 15/05/2001. COM (2001) 264 final).

²⁵ Este modelo trajo consecuencias nefastas. Algunos ejemplos son los problemas para la salud pública y para la biodiversidad provocados por la persistencia en el medio de pesticidas órgano-clorados, tales como el DDT o

En las discusiones multidisciplinares sobre innovación en biotecnología, protección de derechos de propiedad intelectual y políticas de protección sanitaria y protección del consumidor relacionadas con los organismos modificados genéticamente tanto en la Unión Europea, y en Estados Unidos, un aspecto sensible es la valoración de la confusión que puede inducir al consumidor la información del etiquetado de alimentos que contienen OGM, así como en qué medida tal confusión puede ser atribuible a una «cultura del miedo»²⁶.

En general se pueden señalar algunos puntos sensibles en la regulación internacional de productos de biotecnología que afectan a la seguridad jurídica de los operadores y del tráfico internacional de estos productos:

- Diferencias de enfoque en el análisis y gestión de riesgos
- Diferencias normativas sobre etiquetado de alimentos y OGMs,
- Acceso en equidad en las negociaciones comerciales sobre transferencia de tecnología.
- Innovación biotecnológica agraria y competitividad agrícola, protección legal de la propiedad intelectual inmaterial, biopiratería y Derecho a la alimentación
- Leyes de protección de patentes de biotecnología para su uso agrario y alimentario.

La dificultad para distribución de responsabilidades por daños relacionados en casos de contaminación cruzada con OGM (reguladas en el ámbito de aplicación del Protocolo de Cartagena de la Convención de Bioseguridad) y la aplicación del principio de precaución en el comercio internacional de alimentos transgénicos y materias primas para alimentación animal, es una fuente de con-

el DDE, que han pasado a formar parte de la memoria colectiva, o el desastre ecológico del mar de Aral, cuyos recursos hídricos fueron sobreexplotados en la antigua Unión Soviética mediante la puesta en regadío de amplias zonas con el fin de obtener determinados cultivos industriales (algodón)

²⁶ Sunstein, Cass R. *Laws of fear: beyond the precautionary principle*. (2005)

flictos no sólo desde el punto de vista de la evaluación del riesgo, sino desde la aplicación del Derecho Internacional²⁷. También se ha señalado la posible aplicación del Acuerdo SPS en determinados supuestos en relación a la biotecnología, como en la Decisión del Organismo de Apelación de la OMC en el asunto Tortugas²⁸. Esta batalla supranacional entre ciencia y precaución²⁹ hace considerar la necesidad de introducir cláusulas contractuales específicas en contratos nacionales e internacionales, para promover la seguridad jurídica en las transacciones entre particulares.

TABLA 1.
PRINCIPALES MEDIDAS ARMONIZADORAS EN INTERCAMBIOS INTERNACIONALES

<p><u>COMERCIO ALIMENTARIO</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — El Acuerdo de La Organización Mundial de Comercio (OMC) — El Acuerdo sobre Medidas sanitarias y fitosanitarias (SPS) incluido en el anexo 1A del Acuerdo OMC — Organismos subsidiarios de Armonización (Art.3,4 SPS): <ul style="list-style-type: none"> ▪ Codex Alimentarius Commission ▪ IPPC International Plant Protection Convention ▪ OIE Organización Internacional de Sanidad Animal <p><u>BIOTECNOLOGIA (OMG)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad de la Convención sobre Biodiversidad (adoptada en Montreal el 29 enero de 2000) <p><u>ESTANDARES TECNICOS INTERNACIONALES:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — La Organización Internacional de estandarización: (<i>The International Organization for Standardization - ISO</i>)

²⁷ Bevilacqua, D. «*The International Regulation of Genetically Modified Organisms: Uncertainty, Fragmentation and Precaution*». European Environmental Law Review. December 2007) p 314-335.

²⁸ Se refiere al denominado Shrimp-Turtle Case. Este litigio enfrentó a India, Pakistán, Tailandia y Malasia, por un lado contra los Estados Unidos, por la decisión de este último país de que las embarcaciones dedicadas a la captura de crustáceos (gambas y camarones) utilizaran dispositivos eficaces para prevenir la captura de especies amenazadas de tortugas. La decisión del Órgano de Apelación (1998) reconocía el derecho de los Estados Unidos a adoptar medidas comerciales para proteger el medio ambiente, siempre que no tuvieran efectos discriminatorios para algunos exportadores frente a otros.

²⁹ Ver Spanggaardt, T, *The marketing of GMOs A supra-national battle over Science and precaution* op. cit.

3. CRISIS ALIMENTARIAS Y EVALUACIÓN CIENTÍFICA DEL RIESGO: EL PAPEL DEL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN

La inseguridad científica en los procedimientos de evaluación de riesgos puede surgir de cinco características del método científico: método utilizado, variables a estudiar, modelo científico utilizado, método de muestreo y medición de los resultados. La incertidumbre surge cuando se obtienen datos controvertidos o falta información esencial³⁰.

Por otro lado la delgada separación que separa la calificación de algunas medidas basadas en la aplicación del principio de precaución entre «legítima protección» y «barrera comercial» es tan tenue en algunos casos, que se convierte por sí en uno de los factores de los que surge la inseguridad jurídica.

En general, la aplicación de buenos principios de gobernanza al proceso de análisis y gestión de riesgos abarca también a las funciones de las autoridades encargadas de la autorización y control de alimentos y OGM. Sin embargo, los procedimientos internos de evaluación científica de riesgos en países con similar nivel de fortalecimiento institucional dan lugar en ocasiones a diferencias notorias en cuanto a los resultados de la evaluación, que derivan en la existencia de legislación de doble umbral antes mencionada.

³⁰ Ver *Comunicación de la Comisión sobre la aplicación del principio de precaución*. COM/2000 1 final:

«(punto 6) (...) las medidas basadas en el principio de precaución deberán ser, entre otros aspectos:

- proporcionales al nivel de protección elegido,
- no discriminatorias en su aplicación,
- coherentes con medidas similares ya adoptadas,
- basadas en el examen de los posibles beneficios y los costes de la acción o de la falta de acción (y pueden incluir un análisis económico coste/beneficio cuando sea conveniente y viable),
- sujetas a revisión, a la luz de los nuevos datos científicos, y
- capaces de designar a quién incumbe aportar las pruebas científicas necesarias para una evaluación del riesgo más completa.»

3.1. Inseguridad jurídica e incertidumbre científica en relación a la aplicación del principio de precaución. Los efectos diferidos

Tal como se ha señalado al principio, los estados pueden invocar el principio de precaución para excluir alimentos, productos alimentarios y productos de la biotecnología por razones no estrictamente basadas en la evidencia científica.

Por otro lado, la falta de un adecuado régimen internacional de responsabilidad aplicable al comercio de alimentos, es un obstáculo para la armonización del tratamiento legal en casos de infracciones por incumplimientos debido principalmente a la ausencia de Tratados internacionales vinculantes en este campo.

En el tratamiento legal de incumplimientos graves, la influencia de la propia legislación interna de los estados es determinante para establecer o no la sanción a imponer³¹ limitando cualquier intento de armonización en esta materia³². Junto con la propia discrecionalidad de los estados a la hora de decidir las

³¹ Keily, T, *How Does the Cookie Crumble? Legal Costs under a Uniform Interpretation of the United Nations Convention on Contracts for the International Sale of Goods*. Nordic Journal of Commercial Law. 2003, 1: La influencia de la legislación interna (*homeward trend*) es la propensión a interpretar una convención internacional a través de la lente de las normas internas y en concordancia con los principios generales del Derecho interno. Keily define esta tendencia como la «tentación de los jueces y de las partes envueltas en un conflicto comercial en prestar atención a lo que le es familiar o lo que parece ser en un primer vistazo»

³² Ver Codex Alimentarius Comisión: CÓDIGO DE ETICA PARA EL COMERCIO INTERNACIONAL ref. CAC/RCP 20-1979, Principios Generales (Art. 4.2)

(...) Ningún alimento puede ser introducido en el comercio internacional que:

- (a) Esta contaminado con sustancias venenosas, nocivas o peligrosas para la salud
- (b) Esta compuesto en todo o parte de materias descompuestas, putridas, sucias o alteradas que lo hagan impropio para el consumo
- (c) esta adulterado
- (d) es fraudulento
- (e) está destinado a subproducto no apto para consumo humano

normas aplicables a los incumplimientos, son factores que determinan la inseguridad jurídica para los operadores internacionales. En este ámbito se hace necesario también establecer una neta diferencia entre la aplicación del principio de precaución y la potestad de los estados de adoptar medidas provisionales o cautelares amparadas por su propia legislación³³.

Se ha señalado también, como efecto colateral, que la incertidumbre que rodea la aplicación del principio de precaución es otro factor que puede obstaculizar a su vez el desarrollo experimental en nuevas aplicaciones y recursos y en especial en el campo de la biotecnología³⁴ y es un factor que contribuye a la inseguridad jurídica. La interpretación de la aplicabilidad general de los Acuerdos que quedan fuera del ámbito del Acuerdo OMC, como es el caso del Protocolo de Cartagena, ha sido objeto de discrepancias cuando afecta al comercio internacional de sustancias reguladas en las fronteras entre legislación sanitaria y medioambiental, y en particular el comercio internacional de sustancias que contienen organismos vivos modificados genéticamente (LMO)³⁵.

³³ Díaz, P., González, F. (2008). *Medidas cautelares y provisionales previstas en la legislación y su aplicación en el campo de la seguridad alimentaria. Nuevas perspectivas de la normativa agraria en España*. 2008, p. 77. Frente al principio de precaución, «(...) que opera cuando hay insuficiencia de datos científicos concluyentes», cuando la autoridad competente decide aplicar medidas cautelares y provisionales «debe contar con certidumbre en cuanto a las causas que las motivan y el origen de la decisión, aunque puede guardar incertidumbre en cuanto al resultado. Como ha apuntado el Consejo de Estado, es a la Administración pública que las aplica a la que le incumbe acreditar con plenitud los hechos en los que funda la legitimidad y la legalidad de su actuación.»

³⁴ Ver Informe *UNU-LAS Trading Precaution: The Precautionary Principle and the WTO*. Según el informe, la aplicación del principio de precaución en el campo de la biotecnología necesita una redefinición urgente para evitar conflictos comerciales.

³⁵ Trachtman. *Domain of WTO Dispute Resolution*. Harvard International Law Journal 1999, p.333. Según este autor, la interpretación de las normas contenidas en el Convenio de Biodiversidad y en particular en el Protocolo de Cartagena, debe realizarse de acuerdo con las normas contenidas en el Protocolo en sí. Por otro lado, las obligaciones que surgen de los Acuerdos OMC, como aquellas incluidas en el ámbito SPS.

Podemos señalar algunos casos en que se relacionan incertidumbre científica e inseguridad jurídica:

- la incertidumbre científica e inseguridad jurídica derivada de la aplicación del principio de precaución a terceros cuando opera la influencia de la legislación interna del estado.
- el papel de la evaluación y gestión de riesgos en las fronteras entre medioambiente y seguridad alimentaria: OGM y bioseguridad
- las partes envueltas en disputas comerciales prefieren las represalias comerciales frente a las compensaciones de daños
- ausencia de un régimen internacional de responsabilidad y de normas de «soft law» que regulen la compensación de daños,
- los estados son reacios a ceder soberanía en materia de protección de la salud e intereses de los consumidores
- la llamada *lex mercatoria* se impone a los valores no comerciales como expresión del ‘absolutismo del mercado’
- el acceso y la compatibilidad de funciones de los Organismos de Solución de Disputas (OSD) previstos en los tratados OMC y en el Protocolo de Cartagena,
- recepción en el ordenamiento nacional y comunitario de las resoluciones de los OSD

En general el efecto de la tendencia de las instituciones administrativas y judiciales nacionales acudir al derecho propio (*homeward trend*) en litigios comerciales internacionales se hace más patente, como factor de inseguridad jurídica, en los casos en los que hay envueltos operadores de países terceros o se relaciona con la aplicación de legislación de «doble umbral» que se estudia a continuación

TABLA 2
PRINCIPIOS DE HECHO EN COMERCIO INTERNACIONAL

PRINCIPIOS DE HECHO	MEDIDAS LEGALES
Sin normas no hay comercio	Legislación alimentaria (legislativo) Estándares internacionales
Los alimentos nocivos son un riesgo para la salud pública	Aplicación y desarrollo de la legislación y control oficial (poder ejecutivo)
Sanción en caso de incumplimientos, efectivas, proporcionales y disuasivas	Control jurisdiccional de aplicación de la legislación alimentaria (poder judicial)
Ausencia de Tratados internacionales sobre responsabilidad en comercio internacional de alimentos	Aplicación de legislación interna

3.2. Incertidumbre científica e inseguridad jurídica. Legislación de doble umbral. Efectos diferidos y ALARA. Evidencia razonable del daño.

Se puede hablar de existencia de legislación de doble umbral en seguridad alimentaria cuando dos estados que cuentan con niveles equiparables de protección de la salud de los consumidores a través de la implantación de sistemas de seguridad alimentaria —como es el caso de los países occidentales en general y de los estados miembros de la Unión Europea en particular—, difieren en la gestión de riesgos asociados al consumo de un determinado alimento. En consecuencia, una determinada concentración de un peligro conocido en ese alimento se considerará como inocua para un sistema mientras que el mismo nivel podría convertir idéntico alimento en un producto no apto para el consumo en el otro estado.

En aplicación del principio de soberanía, algunas de las prácticas siguientes pueden estar autorizadas en algunos países y en otros no:

- Comercio de alimentos y materias primas para alimentación animal considerados no aptos para el consumo.
Alimentos contaminados

- Alimentos irradiados
- Prohibición de uso de antibióticos como aditivos en nutrición animal
- Efectos adversos asociados a OMG³⁶:
- Residuos de medicamentos veterinarios en los que no se ha establecido ADI (Ingesta Diaria Admisible)
- Comercio internacional de material de riesgo (Encefalopatía Bovina Espongiforme BSE/TSE):
- *Feed ban* o prohibición de uso de subproductos de origen animal en alimentación animal: prohibido y penalizado en la UE y autorizado con restricciones en EE.UU.
- Comercio internacional de productos de origen animal que contienen residuos de sustancias farmacológicamente activas en niveles no autorizados (pesticidas, promotores de crecimiento, antibióticos, etc):
- Uso de promotores en alimentación animal: hormonas en producción de carne y leche o coccistáticos en especies distintas a las aves (Monensina sódica, salinomicina)
- Restricciones administrativas (el producto es seguro pero nadie ha presentado la solicitud de autorización o se prohíbe por razones distintas a las científicas³⁷
- Vinos importados en USA procedentes de viñedos de Sudamérica han sido fumigados con el fungicida Procymidona

Por otro lado, y tomando en cuenta el estado actual de la ciencia un punto clave en la evaluación de la incertidumbre cien-

³⁶ Entre ellos, veintiocho casos comunicados en USA (FDA) de respuesta alérgica en respuesta a la presencia de proteína Cry9c insertada en maíz StarLink®. No obstante, una Comisión de expertos dictaminó que no se podía establecer una relación de causalidad entre el consumo de este maíz y la aparición de los cuadros adversos.

³⁷ Por ejemplo, comercialización de carne obtenida de animales a los que se ha administrado el antiinflamatorio fenilbutazona, que está prohibida en el territorio de la Unión Europea, pero autorizada con condiciones en otros países.

tífica e inseguridad jurídica derivada de la aplicación del principio de precaución es la aparición y evaluación de efectos diferidos, desde el momento en que las evidencias del daño pueden dilatarse en el tiempo y manifestarse en un momento muy posterior.

Conceptos tales como razonable evidencia del daño, ALARA³⁸ (tan bajo como sea razonablemente alcanzable) o el principio de equivalencia sustancial entre sustancias naturales y sus análogos obtenidos de la biotecnología o las condiciones de aprobación asincrónica de transgénicos, puede dar lugar a situaciones de inseguridad para los operadores en el campo de la biotecnología; algunos elementos diferenciales que se aplican para guiar el análisis y la gestión de riesgos difieren también en el resultado de la evaluación científica.

Respecto a las autorizaciones asincrónicas de OGM tales como maíz o soja transgénica destinados a la cadena alimentaria, su relación en la presencia adventicia de OGM no autorizados, que en algunos casos puede conducir a una prohibición de uso generalizada en el estado de destino, está relacionada con el hecho de que la variedad esté autorizada en un estado pero todavía no se ha completado el proceso de autorización en otro.

Evaluación de riesgos en residuos en productos de origen animal

El comercio internacional y la puesta en el mercado de productos de origen animal que contienen residuos de sustancias peligrosas constituyen un serio riesgo para la salud pública.

Para evaluar la seguridad en el uso de pesticidas, promotores de crecimiento, antibióticos, o medicamentos de uso veteri-

³⁸ Ver Hutt, Peter B., Merrill; R. A., Grossman, L. A. *Food and Drug Law (Cases and Materials)* Aunque el concepto es de aplicación habitual en los procedimientos y directrices de la legislación norteamericana, en la legislación de la Unión Europea aparece más raramente: ver *Informe sobre la aplicación de la Recomendación del Consejo que limita la exposición del público en general a los campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz)* (2003).

nario, etc, sus residuos deben encontrarse a un nivel tan bajo como sea posible y siempre por debajo del Límite Máximo de Residuos establecido (LMR). La utilización de medicamentos de uso veterinario y en general de sustancias farmacológicamente activas en alimentación animal se ha restringido en la Unión Europea salvo en un número reducido de supuestos, desde la entrada en vigor del Reglamento (CE) 1831/2003.

Para ser considerados como seguros, los residuos de medicamentos de uso veterinario deben situarse por debajo del LMR. La cuestión es que en casos de doble umbral determinadas normas adoptadas en aplicación de la política alimentaria pueden determinar la imposición de restricciones de hecho a los productos de origen animal, en determinados países de importación. Este es el caso de los productos obtenidos de animales en cuya producción se han utilizado sustancias sobre las que opera una producción total (hormonas en animales cuyos productos entran en la cadena alimentaria) o a un nivel más elevado.

A nivel internacional, el Codex Alimentarius es responsable de la adopción de LMR a partir de la evaluación científica del Comité sobre Residuos de Medicamentos Veterinarios en Alimentos (CCRVDF). Sin embargo, la Unión Europea, por ejemplo, tiene unos requisitos sobre residuos más exigentes que el Codex Alimentarius, requisitos que deben conocer los operadores internacionales que deseen importar estos productos en la UE³⁹. Con respecto a las disputas comerciales sobre comercio internacional de carne tratada con hormonas, los resultados de las disputas comerciales en el marco de la OMC son bien conocidos. En el caso de

³⁹ En lo que se refiere a los residuos de sustancias farmacológicamente activas en alimentos, las medidas en casos de incumplimiento están previstas en la Directiva 96/23/EC. El problema surge con la evaluación de sustancias farmacológicamente activas analizadas por la FAO y la OMS en las *Jornadas sobre residuos de medicamentos veterinarios sin LMR establecido*, celebradas en 2004 en Bangkok, Tailandia.

De no establecerse LMR es necesario determinar un LMPR alternativo, o el Límite de Funcionamiento de la Técnica analítica, para evitar casos de inseguridad jurídica entre los operadores.

residuos de sustancias prohibidas en un estado pero que pueden estar autorizadas en otro para unos determinados usos o especies de destino (clenbuterol, tetraciclina, cloranfenícol) la regla que se sigue es que debe adaptarse a la legislación del país de destino.

4. ¿HACIA UNA REFORMULACIÓN DEL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN?

Se han señalado diversos puntos débiles en la aplicación del principio de precaución, que son comunes también con el análisis convencional de riesgos. Entre ellos la imposibilidad de establecer estándares de control en el caso de hechos absolutamente desconocidos o la evaluación de efectos diferidos en el tiempo, en los que el análisis de riesgos convencional no puede anticipar sus efectos nocivos para la salud pública.

En otros casos, la aplicación del principio puede generar riesgos no previstos. Por ejemplo, la prohibición absoluta de determinados antibióticos aditivos en alimentación animal ha generado la sobrecarga del terreno de algunas sustancias utilizadas con fines zootécnicos.

Existen varios casos conocidos de efectos diferidos en el tiempo, como es el caso del uso del DES (Dietilestilbestrol) principio activo que se utilizaba como anabolizante en producción animal hasta su prohibición y que daba lugar a tumores uterinos que se desarrollaban al alcanzar la pubertad. Otros casos conocidos son el uso de pesticidas como DDT o Dieldrin que fueron inicialmente comercializados en la década de los años 50 y 60 del siglo pasado al ser considerados en un primer momento como seguros. En USA, la legislación específica de control (*the Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act - FIFRA* y *the Toxic Substances Control Act - TSCA*) no entraron en vigor hasta 10 años más tarde⁴⁰. En todos estos casos la aplicación de un enfoque

⁴⁰ De valor anecdótico mencionar que en otoño de 2003, la antigua Comisión de Medio Ambiente de la Comisión Europea, Margot Wallström, se

precautorio por sí sólo no fue capaz de anticipar adecuadamente el riesgo.

Se han propuesto varios mecanismos compensatorios:

1. poner en marcha mecanismos específicos para asegurar el pago de compensaciones por daños en el campo de la seguridad alimentaria, al igual que existen mecanismos similares en el campo medioambiental⁴¹.
2. Redefinir el Principio de Precaución, en especial en su formulación y aplicación en el ámbito de la Unión Europea.

En la actualidad parece avanzar el consenso internacional hacia la formulación de una versión «suave» del principio de precaución («soft version»). Esta postura se basa en varios postulados, algunos de los cuales se han propuesto por diferentes instituciones internacionales y grupos de estudio⁴²:

- a) Introducir sistemáticamente en la aplicación del principio el análisis coste/ beneficio
 - Aunque está incluido en la formulación del art. 7 del R (CEE) 178/2002⁴³ sobre principios de legislación

sometió voluntariamente a un análisis de sangre. Los resultados mostraron vestigios de 28 sustancias no autorizadas (incluyendo DDT y PCB).

⁴¹ Ver Díaz Peralta, P., Anadón, A. (2008). *International principles on offences under food law and legal uncertainty. Liability and State responsibility*. European Food and Feed Law Review 3 (4), p. 239 En la actualidad se han establecido por Tratado varios regímenes de responsabilidad *ratio materiae*, que cubren los daños en actividades medioambientales ultra peligrosas 1) Recursos naturales en áreas sensibles, 2) Uso de energía nuclear, 3) Transporte de sustancias peligrosas, 4) Gestión de residuos industriales peligrosos y 5) Actividades peligrosas para el medioambiente. Otros regímenes son responsabilidad y compensación por daño (convención de Lugano y Protocolo de Basilea del 1999) y cobertura de daños causados por la caída de Objetos Espaciales.

⁴² Ver Informe UNU-IAS *Trading Precaution: The Precautionary Principle and the WTO*.

⁴³ Las medidas adoptadas con arreglo al apartado 1 serán proporcionadas y no restringirán el comercio más de lo requerido para alcanzar el nivel ele-

alimentaria, en la aplicación práctica no se tiene en cuenta «la viabilidad técnica y económica y otros factores considerados legítimos para el problema en cuestión» en la apreciación de los costes derivados de su aplicación.

— Esta medida debe completarse con la aplicación práctica del concepto «evidencia razonable de daños» para completar en términos coste/ beneficio la aplicación del principio en su aplicación convencional.

b) Elaborar una versión suave del principio de precaución:

— En ausencia de evidencia científica de riesgos, las medidas tendrán una duración limitada cuyo límite temporal debe ser establecido por la autoridad encargada de la gestión de riesgos

— Este límite temporal debe considerarse a efectos de caducidad de las medidas cuando no haya evidencia de daños.

— La formulación del principio debe servir para evitar que opere más allá de su fin en relación a la protección de la salud pública.

c) El principio de precaución no debe utilizarse como un factor legítimo para justificar acciones arbitrarias de las autoridades encargadas de la aplicación de la regulación alimentaria o del control:

— Fallos o deficiencias provocadas por la aplicación del principio producen pérdidas económicas y/o lucro cesante que son difíciles de reparar.

vado de protección de la salud por el que ha optado la Comunidad, teniendo en cuenta la viabilidad técnica y económica y otros factores considerados legítimos para el problema en cuestión. Estas medidas serán revisadas en un plazo de tiempo razonable, en función de la naturaleza del riesgo observado para la vida o la salud y del tipo de información científica necesaria para aclarar la incertidumbre y llevar a cabo una determinación del riesgo más exhaustiva.

- Introducir mecanismos de coordinación con las partes afectadas, incluida la audiencia a las partes, cuando la aplicación de estas medidas provisionales den lugar a situaciones que desemboquen en una falta de competitividad en la industria agroalimentaria o biotecnología de alto perfil, y que no se justifiquen en términos de protección de la salud pública.

5. PRESENTE Y FUTURO

El diseño futuro de las políticas de la seguridad alimentaria en la Unión Europea pasa necesariamente por la revisión de las políticas de protección de los consumidores que se diseñaron en la década de los 90 para dar respuesta a conocidos problemas de salud pública, entre ellos la extensión de la encefalopatía espongiforme bovina, que tuvo consecuencias graves para la salud pública, la sanidad animal y la economía de los sectores afectados.

No obstante, los nuevos retos que han aparecido en el horizonte están centrados en las enfermedades emergentes y en los problemas de salud pública relacionados con la expansión del comercio internacional y los fenómenos ligados al cambio climático.

La respuesta a estos fenómenos no pasa obligatoriamente por un aumento continuo de la complejidad de la legislación alimentaria en la UE, porque puede derivar en un aumento parejo de la desconfianza de la población. Así se recoge en algunos de los escenarios contemplados en el Documento SANCO sobre nuevos desafíos para aplicación de las políticas de seguridad alimentaria⁴⁴.

El panorama cambia rápidamente y parece avanzar el consenso en que la desregulación no puede corregir los desequilibrios

⁴⁴ Ver SANCO: *Future challenges paper: 2009-2014: Escenario WAVE: La complejidad de la legislación va pareja a la desconfianza de la población.*
http://ec.europa.eu/dgs/health_consumer/events/future_challenges_paper.pdf

del mercado. En este contexto, es necesario realizar un análisis más detallado de las posibles consecuencias del diseño de políticas maximalistas de protección de los consumidores, cuyas consecuencias más inmediatas son:

- Aumento de la dependencia energética y alimentaria en la UE
- Pérdida de competitividad de la industria relacionada con las nuevas tecnologías en el campo de la seguridad alimentaria y bioseguridad

En el ámbito extracomunitario, los nuevos escenarios también evolucionan rápidamente. Algunos de los que pueden ser más relevantes en el futuro serán:

- Ecologización de la OMC y su evolución hacia un sistema de acuerdos bilaterales frente al multilateralismo actual
- Cambio climático y aseguramiento de recursos alimentarios a la población mundial
- El papel de la biotecnología en la producción de alimentos
- Introducción de otros referentes éticos en el concepto de bienestar y calidad de vida
- Mayor concienciación sobre la necesidad de proteger el medioambiente mundial

*CUANTO MÁS RÁPIDO ES EL CAMBIO
MÁS PROBABLE ES QUE SE TOME COMO CAOS*

(Smyth, S. *Regulating the liabilities
of agricultural Biotechnology*)

AVANCES EN REPRODUCCIÓN Y PROBLEMAS QUE PLANTEA SU APLICACIÓN EN LA ESPECIE HUMANA

EXCMO. SR. D. FÉLIX PÉREZ Y PÉREZ

Académico de Número
5 de marzo de 2008

La biotecnología se ha definido como el conjunto de operaciones basadas en planteamientos científico-técnicos aplicados a los procesos de reproducción, a fin de incrementar su rendimiento en beneficio de diferentes planteamientos. Tratemos de la inseminación artificial (I.A.), fecundación *in vitro* (F.I.V.), clonación, células madre, desprogramación de células adultas y embrones híbridos.

INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

La IA es la tecnología más antigua aplicada a la reproducción animal y humana; se trata de diferentes operaciones que conducen a la fecundidad de la hembra sin el concurso del macho. Desde el punto de vista conceptual, esta técnica comienza a aplicarse en los siglos XVI y XVII en animales inferiores para llegar al siglo XVII (1779) en que el monje italiano Lazzaro Spallanzani la practica por vez primera en el perro, con resultados inequívocos. El monje italiano, impresionado por este episodio, exclama: «mi mente, llena de admiración y estupor, no tiene

otro pensamiento que el altísimo porvenir que con tales resultados se abre a la reproducción».

La IA se difunde a principios del siglo XIX, de tal manera que en este momento histórico el 100 % de la reproducción en el ganado vacuno se lleva a cabo en muchos países por la referida técnica. Conviene aclarar que en principios se habló de «fecundación artificial», denominación incorrecta puesto que no hay artificio alguno, ya que la conjugación de los gametos resulta absolutamente natural; a partir de 1984 se denominó a la referida técnica «inseminación artificial», teniendo en cuenta que lo que se inyecta en los genitales femeninos son semillas, a semejanza de técnicas agrícolas. Esta denominación resulta incorrecta, puesto que los espermatozoides no son semillas sino gametos, de ahí la propuesta que nuestra escuela hizo en su día, señalando como correcta la denominación de «gametización instrumental».

Al año siguiente de su aplicación en Veterinaria (1780), se practicó por primera vez la IA en la especie humana. Un médico de Burdeos aplicó la misma en una mujer. Poco después la Santa Sede respondió a este episodio con un Decreto del Santo Oficio declarando «non licere» a la IA en la especie humana.

A pesar del pronunciamiento de la Iglesia, comenzó a desarrollarse en países como Estados Unidos, Canadá, Inglaterra, Alemania, etc. Se crearon biobancos o centros de almacenamiento de material seminal abastecidos por donantes. Estos centros, posteriormente legalizados, desde el principio funcionaron bajo rigurosas condiciones sanitarias de los donantes (desde el punto de vista médico) garantías médicas (sanitarias, psicológicas, etc.) y se dispuso con rigor el secreta del donante, cuya aportación no debía ser otra que contribuir a resolver problemas de esterilidad en la especie humana, renunciando a su descendencia. Posteriormente se han planteado problemas como el de la *filiación*. Los hijos de la IA tienen derecho innegable, particularmente al llegar a la mayoría de edad, de saber quien es su padre, de esta manera el problema de la filiación se resuelve, de lo contrario podríamos caer en el incesto puesto que los numerosos hijos del donante

pueden contraer matrimonio entre sí, circunstancia poco deseable desde muchos aspectos. A este respecto Gebler, en su obra *Le droit français de la filiation et la vérité*, señaló claramente esta premisa.

Los planteamientos de la IA en la práctica son muy diversos y cada uno de ellos necesita resolver el problema de la paternidad. Nuestro Código Civil admite: *hijos legítimos*, aquellos que nacen del matrimonio legalmente constituido; *hijos naturales*, los nacidos fuera del matrimonio; *hijos adoptivos* son niños adoptados con fines benéficos para todo tipo de ayudas en su desarrollo y formación; *hijos genéticos* son quienes heredan la genética de ambos padres; *hijos biológicos* son quienes han sido cuidados por sus padres, en especial durante el desarrollo uterino.

Los aspectos que en la práctica pueden plantearse son los siguientes:

- Inseminación artificial entre marido y mujer: homóloga, admisible y generadora de hijos legítimos.
- Inseminación de la mujer con semen de otro varón: inseminación artificial heteróloga que solamente genera hijos legítimos si el marido desea (voluntad paternal - VP); en tal caso pueden adquirir la condición de hijos legítimos.
- Inseminación de la mujer con esperma de otro varón: inseminación heteróloga que genera hijos naturales.
- Inseminación de un ovocito de la mujer con esperma del marido pero incubado por la mujer donante del ovocito: hijos genéticos de la mujer y del marido. En el caso de que el embrión sea incubado por otra mujer (donante de útero) resultaría un caso distinto —tercería biológica— en la que habría padres genéticos, quienes donaron sus gametos, y madre biológica, la correspondiente al útero incubatriz.

Otro tema interesante es el derecho de la mujer soltera, viuda, separada, etc., a desarrollar su maternidad, en cuyo caso la legislación de la CEE y el Protocolo de Salud de la Comunidad consideran legal, y al mismo tiempo previenen el derecho de los nacidos (protección del niño) a quien se le somete a una situación monoparental, etc.

Otro tema importante es el de los hijos póstumos, nacidos de gametos procedentes de biobancos, utilizados después de la muerte de los donantes. Se consideran hijos legítimos a aquellos que nacen de una madre siempre que antes de la muerte del marido los gametos del mismo se hallen ya en su aparato genital.

El tema de la I.A. plantea problemas complejos pero, como señala el filosofo Vance Psackard, «las Ciencias superan a los actos y el científico tiene la obligación de comunicar los resultados sin oponerse al desarrollo de la Ciencia, lo cual iría en perjuicio del ser humano».

FECUNDACIÓN *IN VITRO*

La fecundación *in vitro* (FIV) comienza a desarrollarse a partir de la enorme proyección de la I.A. Tan pronto como el hombre conoce el material seminal y, a partir de las investigaciones del incipiente microscopio inventado por Leeuwenhoek, quien confunde a los espermatozoides —células móviles— con la imagen en miniatura del donante de las mismas, y que el útero representaría solamente el medio nutritivo (matriz) para alcanzar su pleno desarrollo; hipótesis que pronto se desplazó a favor de la teoría gamética, en virtud de la cual el resultado de la unión (fusión nuclear) de ambos gametos generan el nuevo ser.

A partir de este momento se manejan los ovocitos lo mismo que los espermatozoides, obteniendo del ovario (folículo de Degraff) mediante punción ayudada por técnicas ecográficas o por lavado genital. En el año 1994 Jean Thompson, joven investigador, prepara un medio de cultivo que permite el desarrollo *in vitro*

de ovocitos, algo parecido a los medios de conservación del material seminal (diluyo conservación).

La FIV sigue en principio los mismos parámetros que la I.A, con la diferencia de que la FIV-ET parte de la fecundación del ovocito fuera del organismo, para convertirlo en óvulo, desarrollándose sucesivamente en mórula, blastocisto... Se trata, por tanto, de una fecundación en tubo de ensayo (hectogénesis). Al efecto se establecerán biobancos que conservan ovocitos a disposición de ser fecundados *in vitro* y posteriormente incorporados al útero de la madre receptora, para su desarrollo.

La Ley 35/1988 de 22 de noviembre, sobre Técnicas de Reproducción Asistida, que mas adelante fue completada por la Ley 42/1988, de 28 de diciembre, sobre Donación y utilización de embriones y fetos humanos o de sus células, tejidos u órganos, representa la base legal de la FIV-ET. La Ley Orgánica 10/1995 de 23 de noviembre, de Reproducción Humana, regula asimismo en España el alcance de las lesiones producidas al feto, manipulación genética y, sobre todo, la creación de un Organismo de Registro Nacional de Donantes de Gametos y Preembriones, Bancos de semen y laboratorios de semen para capacitación espermática.

En la actualidad la FIV-ET se encuentra legalizada en tanto representa una biotecnología orientada a resolver problemas en la reproducción humana. También se encuentran reguladas por la Ley las condiciones de los biobancos, personal técnico de los mismos, condiciones para llevar a cabo la referida técnica, etc.; señalando la preocupación de todos los gobiernos por llevar a cabo con absoluta legalidad esta normativa. No obstante la Iglesia, ante el desbordante desarrollo de las biotecnologías aplicadas a la reproducción humana, encargó al Cardenal Ratzinger la elaboración de una *Instrucción sobre Bioética*, con la pretensión de informar a creyentes y no creyentes sobre el alcance de los avances biotecnológicos en reproducción humana. En 1983 (22 de noviembre), se anuncia la referida instrucción, elaborada por encargo de Juan Pablo II, que en España fue dada a conocer por el obispo Blázquez. El referido documento tuvo enorme repercusión en todo

el mundo. En el se prohibía la IA heteróloga y en especial la FIV. Los opositores a este documento señalaron que se trataba de un NO al progreso de la ciencia y, sin embargo, pronto se convencieron de que era un SÍ en defensa del hombre, arrollado por el desarrollo científico y técnico del momento.

El hombre no es *algo* sino *alguien*, no es un conjunto de células, órganos, tejidos, sistemas, sino una vida trascendente. No es admisible que el ser humano se genere en un tubo de ensayo, en tal caso la propiedad del ser humano pasada a ser del autor de este resultado. Este planteamiento iría en contra de la naturaleza y la dignidad del hombre. El referido documento admite la IA homóloga e incluso heteróloga, cuando se trata de salvar la esterilidad de la pareja, así como la investigación, proceso gestacional, diagnóstico precoz del sexo, etc.

Dos años más tarde de los éxitos de la FIV-ET se comunica que con esta tecnología ha tenido lugar el nacimiento de la primera niña probeta (1986), consecuencia de la FIV de un ovocito generado por la Sra. Brown, que, una vez fecundado por el gameto de su marido, introducido en su útero tenía lugar el nacimiento de la niña Louise Brown, episodio realmente sensacional.

CÉLULAS MADRE

Un aspecto importantísimo en estos últimos años ha sido el desarrollo de las células madre con diferentes fines, pero principalmente de carácter terapéutico. Las células madre pueden definirse como células, que también se han llamado troncales (aunque esta denominación no nos parece muy adecuada), son aquellas células indiferenciadas con potencia de desarrollo hasta células adultas y *diferenciadas con funciones específicas en el organismo*. Por tanto, las células madre sedan células iniciales, células de reserva, células de potencia, cuya misión fundamental es sustituir a las células específicas maduras agotadas que cumplen funciones concretas en el organismo.

Uno de los interrogantes importantes es ¿en qué consiste la totipotencia de estas células?, que a veces solamente es pluripotencia y en algunos casos, ya muy concretos, unipotencia, es decir, solamente poseen una determinada facultad sustitutiva. Los modernos avances en Biología Molecular parecen demostrar que la totipotencia de estas células consiste sencillamente en el máximo grado de metilación, de aquí que la metiltransferasa, enzima que consigue estos efectos, sea muy importante; a medida que pierden grupos metílicos, se convierten las totipotentes en pluripotentes y finalmente en unipotentes, cuando han perdido toda la metilación. Este proceso es muy importante para explicar la regresibilidad de las células totipotentes, células madre, etc.

Respecto al origen de las células madre, si hasta el momento teníamos tres puntos de partida fundamentales, el primero y más fácil era la obtención de las mismas a través de la mórula cuando esta tenía 6-8 células, en hembras que tienen una gestación de 9 meses, en cuyo grupo se encuentra la especie humana. En este momento las referidas células por su parte serían capaces de generar un individuo completo. Este fenómeno tiene gran importancia ya que en algunas especies animales, como el armadillo, si la mórula se rompe cuando existen solo dos blastómeros habrá un parto doble o gemelar, si hay cuatro habrá entonces un parto de cuatro individuos, siempre número par generando por tanto individuos que resultan absolutamente idénticos. La obtención de estas células (blastómeros) significa la posibilidad totipotente de conseguir individuos totales en este sentido, son células madre de una potencialidad absolutamente total, es decir, totipotentes.

Otro punto de partida sería la clonación, es decir, obtener células madre cuando se encuentran ya los núcleos fundidos y se separan los blastómeros, etc., y finalmente un grupo de células punto de partida, hoy prácticamente resuelto afortunadamente, es la obtención de células madre mediante rejuvenecimiento y reprogramación de células adultas existentes en los tejidos, lo cual representa un porvenir realmente extraordinario.

En condiciones normales las células del organismo se destruyen, como señalábamos anteriormente, por el propio desgaste, agotamiento, evolución degenerativa (envejecimiento), en estas condiciones son sustituidas por células madre. Esta muerte representa un fenómeno sencillo, sin trauma, que se denomina apoptosis, caída de la hoja, es decir, muerte silenciosa, sin trauma ninguno, sin discoloidalismo, es decir, trastornos vasculares, inflamatorios, tal como ocurre con la muerte de las células traumática; en este caso la muerte traumática es resuelta mediante la mitosis de las células que tienen esta capacidad de reacción, mientras que la apoptosis es completamente distinta, no existe reacción inflamatoria (discoloidalismo) y es una muerte sencilla, natural y sin consecuencias pero que en definitiva se trata de una sustitución por células madre.

El aprovechamiento de las células madre significa una condición prometedora en la terapia de procesos de enfermedades degenerativas, envejecimiento, Parkinson, Alzheimer, etc. Hace algunos años las células madre fueron utilizadas en el tratamiento de procesos degenerativos, insuficiencias del miocardio mediante la implantación de cardiomiositos para rejuvenecer a los correspondientes fatigados, degenerados e inactivos, del corazón, de esta manera se trata a enfermos que padecían degradación del miocardio, y como consecuencia de esto, de la inyección de cardiomiositos, tuvo lugar el rejuvenecimiento y por tanto la recuperación de la función perdida o casi perdida.

Al mismo tiempo se fueron utilizando estas células madre para tratar problemas degenerativos del hígado mediante la implantación de hepatocitos (células embrionarias del hígado), que actúan sustituyendo alas células degeneradas, envejecidas y no funcionales, se establece de esta manera una actividad normal y un rejuvenecimiento hepático.

Como indica el presidente Bush, no se puede crear una vida para destruir otra; la utilización de células madre mediante la destrucción del blastocisto, significa el sacrificio de blastómeros —muerte de futuros individuos— lo cual no siempre tiene éxito,

de manera que a veces nos encontramos con que para obtener un blastocisto curativo (células madre) hemos destruido cinco vidas, etc. No se puede destruir una vida para salvar otra cuando en definitiva el intento no tiene garantía absoluta, ni aunque lo tuviera.

Otra fuente muy importante de células madre a partir del año 1987, tuvo lugar como consecuencia de las investigaciones de Norma Ende y su hermano Milton (Premio Nobel), investigadores de la Universidad de New Jersey. Estos investigadores habían observado que las inyecciones de suero procedente de sangre obtenida del cordón umbilical eran mucho más activas que aquel suero obtenido de la sangre placentaria. El suero obtenido de sangre del cordón umbilical inyectado a niños enfermos, que padecían anemia falconiforme, mejoraban considerablemente.

Esta primera observación fue punto de partida de las investigaciones de M. Frasier, llegando a la conclusión de que la sangre procedente del cordón umbilical contiene células madre capaces de regenerar, cuando se inyectan en el organismo las tres líneas hemáticas: hematíes, leucocitos y plaquetas, conteniendo además antígenos antirrechazo; de otra parte, estas células son capaces de producir microglia, hallazgo importantísimo que está salvando muchas vidas en el momento actual, de esta manera se da la circunstancia de que matrimonios que tienen hijos con este problema, anemia falconiforme, tienen que vivir una vida excesivamente delicada mediante cuidados (niños burbuja), dada su debilidad orgánica (deficiencias inmunológicas) y, por tanto, tienen propensión a enfermedades. Estos niños pueden tratarse con gran eficacia mediante la inyección de suero procedente de sangre del cordón umbilical, a ser posible de sus hermanos. Este planteamiento ha tenido gran repercusión económica y social, y sobre todo desde el punto de vista ético. Las referidas células tienen también la posibilidad de generar microglia, de manera que desde hace unos años se ha empleado en el ratón este suero procedente de la sangre del cordón umbilical para establecer neurogénesis del sistema nervioso, que también ha sido utilizado en problemas de medula espinal similares. Estos descubrimientos han

sido llevados a cabo por el Instituto de Oncología de Nueva York, así como en el Centro de Investigaciones de Karolinska, en Noruega, etc.

En el 2007 se han publicado una serie de investigaciones llevadas a cabo por científicos alemanes referentes a la utilización de células madre para proteger del infarto de miocardio. En este caso la terapia ni siquiera intenta reparar el músculo del corazón dañado, sino simplemente le protege de las taquicardias ventriculares, causa importante de accidentes mortales. Las investigaciones publicadas en la revista *Nature*, llevadas a cabo en ratón, demuestran claramente que tanto las células procedentes de blastocitos como aquellas reprogramadas, procedentes de células adultas, resultan muy eficaces. El equipo de la Universidad de Bonn demuestra que la estrategia es realmente muy eficaz empleando cardiomiositos de distintos orígenes. Se trata de células adultas procedentes del músculo para ser reprogramadas.

La referida anemia infantil, cuya terapia eficaz resulta de las células madre vehiculadas por la sangre del cordón umbilical, ha planteado problemas importantes referentes a que los niños afectados manifiestan la enfermedad al cabo de unos años y que su salvación está en incorporar a su organismo células madre procedentes de la sangre de otro hermano. El problema se plantea a respecto a la moralidad de recomendar a los padres un segundo hijo para salvar al ya nacido. Una técnica importantísima es evaluar las células de la morula para descubrir los blastómeros compatibles, ya que de lo contrario sólo puede esperarse un 25 % de éxito. El blastómero inmuno compatible se desarrolla, se incorpora al útero, y del recién nacido resultará un 100 % compatible.

La desprogramación y reprogramación de células adultas para obtener células madre

Otro origen de las células madre es el que modernamente se ha desarrollado mediante la desprogramación de células adultas, partiendo de dos técnicas fundamentales, la del japonés

Yamanaka y la del norteamericano John Thompson. Las dos se basan en el fenómeno de la desmetilación, que mediante técnicas diferentes consiguen transformar células adultas en embrionarias. En la técnica japonesa, de cada 5.000 células consigue la reproducción de una, mientras que la técnica de Thomson necesita 10.000 para conseguir el mismo efecto. En todo caso, es algo revolucionario que permite obtener células madre partiendo de células adultas del propio individuo despejándose el enorme problema de conseguir células madre en base a la destrucción de embriones y por tanto de futuros seres vivos.

Embriones híbridos

Los *embriones híbridos* son una novedad biotecnológica que consiste en que, partiendo de un ovocito de origen animal y después de enuclearlo, se introduce en el mismo un 90 % como mínimo de ADN humano.

El problema parte del Reino Unido, que, al actualizar la Ley de Reproducción Asistida de 1990, intentan incorporar un tema de actualidad como son los embriones híbridos. Es evidente que los ovocitos de origen animal son abundantes y fáciles de conseguir, el resultado es realmente peligroso. La legislación del Reino Unido señala la destrucción del correspondiente conjunto embrionario antes de los 14 días y en todo caso la prohibición absoluta de incorporar el embrión a cualquier útero, que daría como resultado una quimera totalmente inadmisible por lo que representa la dignidad humana, etc.

Es posible que estas células embrionarias así obtenidas puedan ser aceptadas como base para el desarrollo de células normales en enfermedades degenerativas; sin embargo, hay que reconocer que estamos ante un tema muy peligroso desde el punto de vista ético y moral, que atenta seriamente contra la naturaleza y la dignidad del hombre.

CLONACIÓN

La clonación es otra biotecnología que empieza a aplicarse como consecuencia de los grandes avances en gametología, en inseminación y sobre todo en fecundación *in vitro*. La clonación es por tanto una biotecnología que, como todas, persigue manipular la reproducción, con el fin de conseguir los resultados más favorables de acuerdo con las distintas programaciones. La clonación es una reproducción asexuada en la que el individuo es una copia morfológica del original, si bien no hereda ciertas condiciones que dependen de los índices de transformación alimentaria, factores medioambientales y, sobre todo, equilibrio del sistema neurovegetativo, etc.

Un ejemplo de clonación es el que se presenta en las bacterias. Las bacterias se reproducen como consecuencia del estímulo alimentario y de desarrollo, de manera que al llegar a un determinado momento la materia crece y a partir de un límite, que es típico de la especie, se divide en dos y comienza un nuevo crecimiento para seguir rápidamente con otra multiplicación; de ahí que la multiplicación bacterial sea capaz de inundar en poco tiempo el organismo (epidemia). Sin embargo, este tipo de reproducción, lo mismo que la partogénesis y alguna modalidad de hermafroditismo, se caracterizan porque la descendencia no recibe más aporte genético que el original del que proceden y no hay heterosis, es decir, incorporación de material genético nuevo que, como es sabido, es factor de vigorosidad, de resistencia, etc.

En todo caso, hay que tener en cuenta que la clonación no es un proceso nuevo; con anterioridad al año 1905 se ha venido desarrollando, pero a partir de esta fecha la clonación se extiende especialmente a la producción vegetal, de manera que la palabra clonación viene de *kawu*, que significa esqueje. Si tomamos una rama, esqueje de un árbol, la clavamos en el suelo, en condiciones adecuadas, esa rama se desarrolla y produce un árbol exactamente igual del que procede (clonación), generando los mismos frutos y condiciones; este fenómeno distinto al injerto, que consiste en incorporar a una rama de un árbol otra de otro dis-

tinto, que al aprovechar los nutrientes (savia de este árbol) se desarrolla y origina frutos especiales de su procedencia y distintos al árbol en el que se ha injertado. Por tanto, tenemos que admitir que la clonación es un proceso de reproducción generado por el hombre, y muy antiguo.

La clonación se ha venido practicando en distintas especies animales desde hace muchos años. La clonación se inicia hacia la década de los 50 en base a planteamientos experimentales de los doctores Brices y King, que trabajaron principalmente en la rana pipi, en base a células tomadas de la mórula con diferente número de blastómeros (grado de madurez), llegando a la conclusión de que cuanto más precoces son los blastómeros que se transplantan, mayores son las posibilidades de éxito.

Más adelante se trabajó con renacuajo, animal en crecimiento, y las investigaciones de Gurdon (1960-1962), continuando posteriormente por Uehilinger, fueron dirigidos principalmente a analizar qué tipo de células donantes podrían ser las más adecuadas en estas especies. En todo caso, hay que señalar que hacia el año 1983 los doctores McGrath y Solter siguieron líneas de investigación muy diferentes, en unos casos haciendo el trasplante de todo el contenido nuclear MIC, contenido celular completo, etc., y en distintas especies animales, encontrando la dificultad de que el tema era que cuando se incorporaban el núcleo de la donante al ovocito enucleado, es decir, eliminando todo su material genético, el proceso no entraba en marcha, y para estimularlo emplearon distintos artificios, distintos métodos, tales como el arginato sódico, la promozza, el polietilenglicol, estímulos ultravioleta, estímulos eléctricos y finalmente con la telomerasa, fermento protector de los telómeros, que pone en marcha la actividad de los cromosomas en función a su estado de desarrollo e integridad.

En todo caso hubo multitud de fracasos, al extremo de que en 1984 los Doctores McGrath y Solter, que se habían dividido el programa para trabajar en distintos tipos de mamíferos, ratas, conejos, etc., llegaron a esta tremenda conclusión: *la clonación en*

mamíferos superiores es imposible, puesto que se necesita la impronta genética que tiene lugar cuando funciona un genoma de origen materna y paterno.

A base de estas declaraciones el verdadero autor de la clonación, Profesor Ian Wilmut, del Instituto Roslin de Edimburgo, que obtuvo la oveja Dolly, siguió trabajando con un método que es realmente impresionante, puesto que la aportación fundamental de Ian Wilmut fue que antes de incorporar los núcleos de la donante al ovocito enucleado realiza lo que se llamó la desprogramación, es decir, reduce a un nivel G-O de esta célula para que coincida con este mismo nivel de desarrollo del ovocito al que se incorpora el material.

Los avances en clonación obtenidos por el Dr. Wilmut fueron realmente sensacionales y abrió el camino para la obtención de multitud de clones, que posteriormente se realizaron en anfibios, roedores, antropoides, óvidos, etc., y hoy podemos decir que en casi todas las especies se ha realizado la clonación por el método de Wilmut.

El problema fundamental está en la obsesión de obtener clones de la especie humana, a cuyo efecto tenemos que admitir que la mayor parte de los países civilizados se han opuesto rotundamente con legislaciones prohibitivas del proceso. En Europa tenemos en primer lugar la Ley de Derechos Humanos de la Comunidad Europea y el Protocolo de Salud Pública de la Comunidad, así como leyes españolas referentes al caso.

La clonación, partiendo del episodio de 27 de febrero de 1997, que se hizo público referente a la obtención del primer mamífero clonado a partir de células adultas de un donante por el Dr. Ian Wilmut, en el Instituto Roslin de Escocia, fue el punto de partida; posteriormente se iniciaron distintos programas al efecto con diferentes planteamientos, de manera que hay tres tipos de clonación: la clonación reproductiva, clonación terapéutica o conductual y clonación por multiplicación de células madre.

Clonación reproductiva

La clonación reproductiva es sencillamente un método de reproducción asexuado en virtud del cual de un animal deseado se obtienen copias del mismo, que heredan todas las características morfológicas al efecto, este tipo de clonación productiva, en principio, se considera muy interesante, especialmente en investigación para obtener lotes homólogos como punto de partida para los experimentos, circunstancia realmente muy importante.

De manera que el único modo que tiene la clonación veterinaria es la producción de alimentos con una morfología adecuada, circunstancia muy importante cuando se trata de madres especializadas en producción de carne.

Clonación terapéutica

La clonación terapéutica tiene gran interés puesto que cuando se consigue un animal al que se ha incorporado un gen determinante de una condición favorable (efecto terapéutico), la clonación de éste animal nos evita nuevas manipulaciones y resulta un tema muy importante, convirtiendo a estos animales en biofarmacia, es decir, productores de medicamentos. A este efecto basta recordar, por ejemplo, la importancia que tienen los clónicos que transmiten capacidad para producir insulina o el factor IX estimulante de la coagulación de la sangre para el tratamiento de la hemofilia.

Así como otros genes incorporados a determinados animales, cuya clonación fácil determina su posibilidad terapéutica, como son aquellos a los cuales se han importado factores productores de hormonas de crecimiento, de hormonas de la reproducción, de factores anticoagulantes, etc.

Clonación por multiplicación de células madre

Otro tipo de clonación es la multiplicativa, que se refiere a la obtención de células totipotentes (madre) que a partir del blastocisto se utilizan blastómeros que dan como resultado individuos idénticos, mientras que aquellas mantienen la capacidad de totipotencia. De esta manera se sabe que algunas especies de abertura precoz del complejo embrionario hacen que el parto sea siempre de número de descendientes para engendrarse en condiciones iguales, tal como ocurre en el armadillo, etc.

Los acontecimientos científicos de estas últimas décadas han sido realmente fascinantes en este sentido, prueba de ello fue el Decreto de instrucción Biomédica al que anteriormente nos referíamos. De lo que se trata es de mantener el absoluto respeto a la vida, desde que nace hasta que el ser humano muere e incluso después. Los primeros pasos a este respecto los ha dado el equipo de investigación de la agencia Advanced Cell Technology (ACT). Se ha dicho que las primeras células, los blastómeros obtenidos, punto de partida de la clonación reproductiva se nos ha señalado como un montón de células que ni sufren ni padecen, que no son realmente seres vivos y que se puede trabajar con ellas, la realidad es que en el momento en que éstas células están incorporadas; estas células tienen las potencias vitales para el desarrollo, la interrupción de este desarrollo, esencialmente un aborto, es un crimen contra la humanidad que tiene que asumir la sociedad moderna, de seguir adelante.

Uno de los defensores de la clonación ha sido el doctor Miehael West, incorporando el concepto de preembrión que ha sido aceptado por algunas legislaciones (inglesa), en el sentido de que el preembrión sería el conjunto celular desarrollado hasta los 15 días. Este preembrión no sería un ser humano y, por tanto, podría trabajarse en el en clonación, células madre, etc.

La reflexión que nos podemos hacer fue señalada por Kant: la medicina ha utilizado venenos para curar y matar —depende de las circunstancias—. Es difícil concebir la existencia de una sustancia tóxica tan perversa que no sirva más que para matar.

La clonación en la especie humana es un peligro inminente puesto que la tecnología a este respecto resuelve el tema, es cuestión de propósito y de medios adecuados. El tema es previsible desde el episodio de la oveja Dolly (1997).

Juan Pablo II ha expresado con claridad: «cualquiera que sea el concepto que tengamos de la vida —vida trascendente, origen en la creación divina—, señala: es necesario tener un absoluto respeto a la vida, desde que nace —integración del genoma— hasta que el individuo muere y con todas las connotaciones que esto representa».

El Tribunal Supremo del Reino Unido subraya este problema pensando que lo que se crea en la clonación no son seres vivos y, por lo tanto, merecen el tratamiento como tales; en definitiva, se trata de un conjunto de células que ni sufren ni padecen, no es vida todavía, admitiendo el concepto de preembrión hasta los 15 días.

Otros defensores de la clonación humana, como el Dr. Avelino Antinori, de Italia, y el japonés Setsum, siguen en la idea de conseguir clonación humana. Los resultados serían atentatorios respecto a la naturaleza y la dignidad del hombre. Los clones carecen de heterosis y, por tanto, son muy poco resistentes a las enfermedades: los telómeros se acortan y, en consecuencia, ofrecen un periodo vital limitado y de otra parte sus condiciones mentales resultarían deprimidas. Se trataría de personas, interesantísimas para la donación de órganos referentes a la persona clonada (fabricas de órganos de repuesto), inadmisible.

LA NATACIÓN COMO MÉTODO DE ENTRENAMIENTO CRUZADO Y DE REHABILITACIÓN EN LOS CABALLOS

DR. CARLOS CORVALÁN ROMERO

Académico Correspondiente Extranjero

2 de abril de 2008

INTRODUCCIÓN

La natación ha sido utilizada desde hace tiempo como parte de un protocolo de entrenamiento cruzado en el caballo, considerándose un buen ejercicio para el desarrollo cardiovascular, con la ventaja de reducir al mínimo la tensión diaria que produce la pista en las extremidades de los caballos. El ejercicio de natación se puede ofrecer como alternativa en el trabajo diario del caballo atleta formando parte de su programa de entrenamiento, ya sea en piscina o en el mar. También como método alternativo de fisioterapia y rehabilitación de animales que tienen que retirarse de su preparación física por lesiones músculo-esqueléticas y en donde se quiere evitar la atrofia muscular que se produce durante el tiempo de reposo.

La finalidad de todos los métodos de entrenamiento es que el organismo vaya adaptándose de forma progresiva y fisiológica a realizar diferentes ejercicios; pasando de los más suaves a los más energéticos sin causar daño y, al mismo tiempo, desarrollando su velocidad y su resistencia a la fatiga y una mejora en las técnicas dependiendo de la actividad que desarrolla.

¿PERO QUÉ ES EL ENTRENAMIENTO?

El entrenamiento es la secuencia de ejercicios que buscan una adaptación del organismo a un determinado nivel de esfuerzo.

Un entrenamiento efectivo conlleva la aparición de estrés físico (microtraumas); éste hace activar los sistemas biológicos del cuerpo (cardiovascular, muscular, etc.) que responden con cambios capaces de superar el siguiente ejercicio y en consecuencia el siguiente estrés. La función crea el órgano y hay un sistema de adaptación y mejora de los diferentes sistemas orgánicos a los retos que se les plantean (entrenamiento) pero si se sobrepasan unos límites (que no están determinados y son distintos en cada individuo) en lugar de producirse el efecto deseado nos encontramos con un resultado negativo.

En los deportes humanos, hoy en día, los atletas se preparan sobre una base científica con complejos estudios y análisis fisiológicos. En el curso de su entrenamiento se realizan controles periódicos para conocer el estado físico e incluso psíquico a través de terapeutas especializados.

En veterinaria podemos contar con similares ayudas, pero la gran limitación es la falta de límite racional en el caballo, condición exclusiva del ser humano que determina el tope de su exigencia, que además no tiene la existencia de alguien que enérgicamente lo obliga para que sobrepase ese límite (incluso fustigándole).

Por éste motivo la percepción que debe desarrollar la persona que va a dirigir los ejercicios de un caballo debe ser infinitamente mayor y se debe estar atento a cualquier indicio que nos pueda indicar si se lo está obligando a traspasar ese límite.

Existen diferentes circunstancias que condicionan los estilos de entrenamiento de los caballos deportivos; en primer lugar la actividad ecuestres a que se dedica, tiempo disponible por el entrenador o jinete para dedicarle a cada caballo, instalaciones con limitaciones horarias, condiciones de las pistas, condiciones climáticas, etc.

TIPOS DE ENTRENAMIENTO

El entrenamiento básico

Es el inicial por el que pasan todos los caballos en las primeras semanas o meses de todos los programas de entrenamiento, son ejercicios de intensidad reducida.

Las velocidades a las que se desarrollan son de 3 a 8 m/s (200-500 m/min.) que da lugar generalmente a ritmos cardíacos inferiores a 180 lat/min, y que no sobrepasan el umbral anaerobio. Este entrenamiento básico puede durar de 5 minutos a varias horas de ejercicios de trote y/o canter, dependiendo de la aptitud del caballo, las condiciones ambientales, tiempo disponible, etc. Tal entrenamiento se diseña para mejorar la capacidad aeróbica y de los miembros, así como para educar el caballo.

El entrenamiento intensivo

Es la siguiente fase después del entrenamiento básico y se realiza, por ejemplo, en caballos de carreras y en los de concurso completo que necesitan aumentos graduales en la velocidad de sus ejercicios.

Las velocidades que se utilizan son las superiores a los 10-11 m/s (600 m/min), superando la producción de lactato correspondiente al umbral anaerobio, y produciendo la acumulación del mismo en sangre. Esto implica que la mayoría de la resíntesis del ATP durante la competición o la carrera procede del metabolismo anaerobio. En concurso completo sobre distancias de 1000 a 4000 m, el metabolismo anaerobio provee probablemente solamente 20-30% de la energía.

La medida del lactato en sangre después del ejercicio es el mejor método de supervisar la intensidad del ejercicio durante esta fase del entrenamiento. La intensidad apropiada es la que daría como resultado una lactacidemia de aproximadamente 4 a 8 mmol/l en los 3 a 5 min después de ejercicio.

El entrenamiento de Sprint

Es aquel en que se realizan ejercicios a velocidades muy similares a las que se desarrollan en la competición (16 m/s). Es la fase final del entrenamiento y se realizan sobre una distancia máxima de 800 m ya que las concentraciones de lactato en sangre que se recogen al finalizar el ejercicio sobre esta distancia son cercanas a las encontradas después de una carrera de distancia superior, lo que quiere decir que no es necesario hacer mas metros de estos 800 a velocidades máximas por que no se va a incrementar la intensidad del ejercicio. La lactacidemia y la frecuencia cardiaca después de este ejercicio máximo alcanzarían valores de 15-25 mmol/l y 210-230 lat/min, respectivamente.

Interval training (El entrenamiento con intervalos)

Es el entrenamiento en el cual se usan ejercicios múltiples intercalados con periodos de descanso para la recuperación parcial.

Estos ejercicios múltiples corresponden normalmente a esfuerzos máximos (usados en entrenamiento de sprint), donde los caballos ejercitan con un ritmo cardíaco de más de 200 lat/min. El entrenamiento con intervalos puede aumentar el riesgo de lesión, por lo que es muy importante que la velocidad del ejercicio esté supervisada y sea la apropiada, y los períodos de la recuperación entre los sprints sean los adecuados. Si como hemos indicado un caballo normalmente a velocidades máximas sobrepasa una frecuencia cardiaca de 200 lat/minutos y realizamos períodos de recuperación de unos 2 minutos caminando, debemos constatar que en ese breve lapso de tiempo la frecuencia cardiaca baje a 110-120 lat/min, para iniciar el siguiente sprint. Se ha sugerido que no se debe repetir el ejercicio de velocidad si el ritmo cardíaco no baja rápidamente por debajo de 120 latidos por minuto. La velocidad de partida (aceleración) de un caballo puede ser mejorada entrenando con múltiples sprints de 100 a 200 metros.

Entrenamiento de la especialidad

Este tipo de preparación persigue el entrenamiento de las técnicas que aumentan la aptitud del caballo para determinada disciplina. Por ejemplo, el entrenamiento especializado de un caballo de Doma o uno de Concurso de Salto, donde las habilidades para superar un obstáculo o adaptar cierto tipo de aires y movimientos hacen potenciar la competitividad de ese caballo en particular.

El entrenamiento de resistencia

Es el entrenamiento en donde los ejercicios están orientados a que determinados grupos musculares desarrollen mayor resistencia o fuerza, como en el levantamiento de pesas. Un ejemplo es el de los caballos que caminan llevando grandes pesos. Para esto se pueden colocar pesas especiales de plomo en la parte distal de las extremidades, o bien mediante treadmills que permiten administrar una resistencia graduable y al que se puede agregar la subida de pendiente que produciría una mayor dificultad y una consecuente fatiga.

Entrenamiento de recuperación

Los días de recuperación los consideramos como parte importante dentro de un programa de entrenamiento ya que son días señalados para la recuperación después de una carrera o del entrenamiento duro. Permiten la restauración de los almacenes de energía (glucógeno) y la reparación de lesiones de menor importancia, deben ser dosificados de manera que sin caer en un desentrenamiento, sean los necesarios para evitar el sobreentrenamiento. La recuperación puede ser activa con paseos de salud, libertad en un prado o de inmovilización dentro de su box.

He dejado como último el entrenamiento cruzado porque será nuestro referente cuando hablamos de la natación en los caballos.

El entrenamiento cruzado

Consiste en realizar el entrenamiento usando un ejercicio que no es el específico a la actividad a la que se dedica un caballo, por ejemplo la natación que es el tema que nos convoca.

Los atletas realizan a menudo sesiones de ejercicio que no son específicas de sus disciplinas atléticas. Un ciclista puede nadar en una piscina una vez o dos veces por semana. Esta práctica, llamada entrenamiento cruzado, tiene dos metas principales: primero, proporcionar el acondicionamiento del sistema cardiovascular y segundo, cambiar o eliminar la tensión de aquellas áreas del cuerpo que son utilizadas normalmente. Además, se consigue salir de la rutina diaria. La variación de la naturaleza de los entrenamientos mantiene al caballo interesado, lo que se considera muy beneficioso en su desarrollo deportivo.

Durante períodos de transición en un programa de entrenamiento un atleta debe continuar ejercitándose; sin embargo, puede utilizar diferentes modos de ejercicio con diferentes patrones de activación muscular de los usados durante la competición y el entrenamiento normal. Esto ayuda a evitar las lesiones por un sobreentrenamiento a la vez que mantiene el nivel de actividad física.

No debemos relacionar el entrenamiento cruzado con una actividad que solo se realiza cuando existe una lesión, sino que debemos integrarla como parte de un sistema de entrenamiento normal que nos ayudará a progresar en cualquier disciplina.

Los métodos de entrenamiento deben proporcionar el efecto de acondicionamiento deseado sin que las articulaciones, los huesos y los tendones se resientan. Hay un índice muy alto de lesiones músculo esqueléticas en caballos deportivos. Si con este entrenamiento cruzado podemos reducir este riesgo de lesión aunque sea en un pequeño porcentaje, habremos conseguido un logro muy importante.

Cómo se realiza el entrenamiento cruzado en los caballos

Algunas de las herramientas de las que se disponen actualmente para realizar un entrenamiento cruzado las describiremos brevemente a continuación.

1. Caminadores mecánicos

Cada día se ve como clubes hípicos, hipódromos y yeguadas están incorporando estos sistemas automáticos. Preparados para 6 o más caballos, de forma circular, funcionan en ambas direcciones. Aunque se usan para caminar y trotar, estas máquinas pueden llegar a funcionar a 30 Km. por hora permitiendo trabajos de galope de 8 m/s.

Los caballos se adaptan fácilmente y los accidentes son raros, aunque siempre se debe supervisar el trabajo. Al poder programar sesiones con cambio de sentido de la marcha (15 min/sesión) logramos organizar el ejercicio evitando tensiones indebidas en los miembros. La superficie donde ejercitan normalmente está cubierta de arena con trocitos de geotextil, o son superficies de caucho. Algunos entrenadores utilizan los caminadores mecánicos para el calentamiento y las actividades de recuperación post ejercicio, otros como ejercicio ligero de resistencia. Además, se pueden utilizar para la rehabilitación de lesiones de menor importancia.

2. Treadmills o cintas rodantes (ergométricas)

El uso de los treadmills para entrenar caballos va en aumento en los últimos años. Existen diferentes modelos disponibles, que se distinguen por tamaño, velocidad (los hay de alta velocidad, hasta 60 Km. /h (16 m/s), elevación hidráulica, con ajustes de pendiente, hasta un 10%, cargas de peso, etc.

El uso del treadmills en un programa de entrenamiento cruzado tiene varias ventajas. Uno, la cinta sobre la que se deslizan proporciona una superficie lisa, constante. Muchos modelos

también tienen amortiguadores de choque que proporcionan una superficie «amortiguada». Cuando las condiciones climáticas no lo permiten, el tener acceso a un treadmill en un recinto cubierto hace que no se interrumpa el entrenamiento de un caballo y éste se realice en las mejores condiciones.

Otra ventaja es la capacidad de controlar la intensidad y la duración de una sesión de ejercicio. Éste puede ser más intenso, controlando al caballo con un pulsímetro para medir la frecuencia cardiaca durante el ejercicio. Si la frecuencia cardiaca no supera los 140-160 lat/min, la energía es proporcionada sobre todo por el metabolismo aerobio; si llegamos a los 200 lat/min el metabolismo anaerobio es considerable. Por lo tanto, el entrenamiento se puede adaptar para acentuar el entrenamiento aerobio o anaerobio.

La naturaleza del entrenamiento en el treadmill dependerá en gran parte de la disciplina atlética y de la etapa en la que se encuentre en su programa de acondicionamiento. En general, los entrenamientos deben procurar una combinación del trabajo lento (entrenamiento aerobio) que consolida el esqueleto y mejora el estado general y de un trabajo más rápido (entrenamiento anaerobio).

Además se puede detectar problemas de cojeras incipientes mientras el animal se está ejercitando o bien ver el grado de recuperación de una antigua lesión, ya que el ejercicio en treadmill es particularmente útil para el trabajo de rehabilitación.

3. Treadmill con agua

Son los de más reciente aparición en el mercado. Estas máquinas, son una combinación de piscina y cinta rodante, un tanque de fibra de vidrio, con anchura de un treadmill normal, que se llena parcialmente de agua hasta la altura aproximada del codo del caballo. El suelo es la cinta rodante y de los lados pueden generarse chorros de agua.

Este treadmill se utiliza más para el trabajo de rehabilitación que para el entrenamiento, así que es más probable verlos en centros de entrenamiento que se especializan en la rehabilitación.

Como con la natación, la meta fundamental está en descargar el peso del esqueleto. La flotabilidad del agua, en efecto, reduce el peso corporal del caballo siendo menor la tensión en las estructuras de soporte de los miembros, articulaciones, tendones y ligamentos. En el caso de tendinitis, al existir algo de carga de peso, es un estímulo para la fuerza elástica del tendón. El programa de ejercicios debe proporcionar al tendón una tensión suficiente que permita la reorganización de las fibras del colágeno durante la cicatrización, pero no debe ser tan vigorosa como para re-lesionarlo.

4. La natación en piscinas

Por último nos referiremos al tema que nos ocupa: la natación en piscinas, que fue el primer ejercicio que se consideró como entrenamiento cruzado.

Conocemos en un concepto general que tanto en los humanos como en los animales ayuda a mejorar la aptitud general y mejora el tono del músculo, aumentando su masa, incrementando su resistencia y proporcionando un buen acondicionamiento cardiovascular y respiratorio, además de ser provechoso en la recuperación de una lesión o intervención quirúrgica.

La natación es una forma excelente de ejercicio porque la mayoría de los músculos usados normalmente en el movimiento están implicados sin las tensiones causadas funcionando en la tierra dura. Los caballos no usan los mismos grupos musculares durante la natación que los que se emplean durante los ejercicios con apoyo.

En tierra, cada pisada crea una onda expansiva que viaja encima del miembro y es absorbida por los huesos, los tendones

y las articulaciones. Mientras que estas tensiones son necesarias para mantenimiento de los tejidos sanos, si son severas, o repetitivas, estas ondas expansivas pueden dañar o debilitar realmente el miembro, particularmente uno normal o artrítico que se recupera de lesión o de una cirugía. La natación permite resolver y consolidar los músculos mientras que evita esta conmoción potencialmente perjudicial. También, debido a la resistencia que opone el agua al movimiento, los músculos tienen que trabajar más difícilmente que si lo harían en tierra.

Sin embargo todos los programas de entrenamiento eficaces deben contener los elementos de la tensión a que el animal probablemente deba hacer frente en la competición.

La natación es también un método excelente para el aumento de la movilidad articular después de lesiones o cirugías.

La dificultad en la respiración durante la natación es probablemente debido a la presión aplicada al pecho y al abdomen del caballo por el agua y el hecho de que el caballo no tiene el ritmo del cuerpo y los movimientos abdominales que sirven para ayudar al proceso de respiración durante el entrenamiento normal en la tierra. Como tal, el caballo tiene que confiar en los músculos respiratorios y puede ser que la natación sea una buena manera de entrenar estos grupos del músculo.

El corazón tiene que trabajar intensamente para resolver la demanda creciente de flujo sanguíneo de todos los músculos que están trabajando. Conocidas por tanto, estas ventajas, debemos saber como aplicarlas para que no sometamos a un ejercicio estresante al animal y que supere su capacidad de adaptación con el consiguiente efecto negativo sobre su evolución en el entrenamiento

La natación en piscina a pesar de ser muy popular en los años 70 en EE.UU., hoy en día solo se utiliza en aquellos países donde los deportes ecuestres tiene gran importancia condicionada a las pocas instalaciones que existen, quizás debido al costo de inversión inicial que tiene la construcción de una piscina.

¿Como tienen que ser estas piscinas?

Las hay de variadas formas: longitudinales, circulares o semicirculares, en donde el caballo se sumerge casi totalmente gracias a sus dimensiones adecuadas.

La piscina que existe en el Hospital de la UAX es circular con las siguientes medidas y particularidades: 2 metros el ancho de entrada que se prolonga en una rampa de 10 metros en donde la profundidad empieza de cero a 1,90 m (rampa de acceso y salida), a partir de aquí se ensancha a 3,60 m y llega a los 4 m justo cuando es la zona de máxima anchura y profundidad (de 2 m en toda la circunferencia) El ancho de la circunferencia es de 2,40 m. El caballo realmente tiene que nadar para propulsarse hacia adelante.

Características del ejercicio en la natación

La natación es una propiedad común a todos los animales, siendo instintiva en la inmensa mayoría de ellos. Los animales tienen mayor facilidad que el hombre para nadar, debido a que tienen mayor hábito de la posición horizontal, pueden nadar casi de la misma manera que caminan y en esta posición tienen, por configuración, la cabeza más alta que el cuerpo, lo que les facilita su emergencia para la respiración.

Los caballos deben nadar generalmente en agua fría, 20 a 23° como temperatura máxima; esta ayuda a disipar las cantidades enormes de calor que generan por el esfuerzo. La resistencia del agua es mayor a la del aire y por lo tanto requiere de un mayor esfuerzo para desplazarse.

Debemos observar con detenimiento cada caballo que entra a nadar para poder saber que tipo de movimientos realiza.

Cuando los caballos nadan emplean un aire de trote o de ambladura y un patrón de respiración caracterizado por la breve inspiración, seguida de una expiración prolongada. Sabemos que normalmente la mayoría, más del 90 %, lo hace en bípedos

ipsilaterales, amblando, realizando los miembros posteriores un movimiento de empuje muy potente. Sin embargo, no todos los caballos nadan de igual forma, algunos no nadan bien, a veces no mueven los miembros anteriores y solo se impulsan con los miembros posteriores, otros usan sólo tres miembros y a veces algunos usan los miembros anteriores y no mueven ambos o uno de los pies. En caso de que no mueva alguno de los miembros del lado interno se puede intentar hacer nadar al caballo a la otra mano para forzar más a ese miembro a moverse. Otras veces el caballo trata de usar más el pecho y cuello para impulsarse, extendiendo el dorso, incluso algunos tienden a colocarse de costado, lo que no es bueno, y no se puede corregir. Si ya nada con mala técnica no la mejora, siempre nadará así.

El caballo se impulsa pateando fuertemente hacia atrás extendiendo la cadera y luego venciendo la resistencia del agua para flexionar la cadera y así poder avanzar nuevamente.

La natación es un ejercicio tan completo que utiliza los músculos necesarios para correr, además de otros grupos musculares. Estos movimientos de tan amplia gama se consideran beneficiosos a la flexibilidad.

Las articulaciones que más trabajan en el miembro anterior son las del hombro y codo junto a los músculos braquiocefálico, serrato cervical y torácico; mientras que en el miembro posterior, tenemos a la sacro-ilíaca, coxo-femoral, femoro-tibiotuliana (babilla) y tarso (corvejón) junto a los músculos iliopsoas, glúteos, bíceps femoral, semitendinoso, el glúteo medio y el tensor de la fascia lata.

Finalmente es necesario recordar que desde el punto de vista biomecánico el caballo tiene grupos musculares de traslado al galope que también intervienen en el ciclo respiratorio. El acoplamiento respiratorio produce un ciclo de respiración completo por cada tranco al galope. Cuando el caballo nada sólo puede respirar una vez cada tres o cuatro segundos, ritmo que recupera a la normalidad cuando toca tierra.

La natación se considera un ejercicio de intensidad submáxima siendo un ejercicio aeróbico. La frecuencia cardiaca de un caballo nadando no supera, normalmente, los 180 lat/min.

El caballo desarrolla una velocidad de 1.2 a 1.7 m/s (4-6 Km./h) según su aptitud y actitud. Se ha descrito que unos 15-20 min de natación pueden compararse a una hora de trabajo en tierra y otros afirman que serían equivalentes a unos 3000-4000 m de trote o de canter en una pista, aunque no existen demasiados trabajos publicados sobre una posible equivalencia entre un ejercicio de natación y uno en pista.

Metodología para realizar la natación en los caballos

En primer lugar debemos realizar un exhaustivo examen general, realizando una buena anamnesis que nos permita conocer la historia clínica del caballo que va a nadar. La medición de sus constantes vitales (frecuencia cardiaca, respiratoria y temperatura corporal) nos permite tener una primera evaluación y nos ayuda a poder descartar a aquel caballo que no esté en condiciones de poder realizar este tipo de ejercicio. Hacemos especial hincapié en la exploración de la piel y de la limpieza de los cascos para evitar contaminar el agua que luego será utilizada por otros caballos. No deben entrar a nadar caballos que hayan comido recientemente, debemos verificar que tiene que haber pasado un mínimo de 3 h desde la última comida.

Para la medición de la frecuencia cardiaca durante la natación el caballo es monitorizado mediante la colocación de un pulsímetro, que mide la frecuencia cardiaca del caballo por medio de un impulso eléctrico cada 5 segundos.

Es un ejercicio que necesita de paciencia y cuidados, una mala lección podría acarrear un accidente o la negativa a entrar en la piscina a un caballo.

Es de suma importancia que sean dos personas las que guíen al caballo, una a cada lado con dos cuerdas largas atadas a la cabe-

zada que deben ser fuertes y estar bien sujetas. Hay que introducirlo muy despacio para que se vaya acostumbrando al contacto con el agua y su temperatura, hay caballos que saltan directamente dentro de la piscina, no debe ser motivo de alarma. Debemos mantener el nivel del agua a muy pocos centímetros del borde de la piscina, esto permite bajar por medio de las cuerdas la cabeza del caballo mientras nada, permitiendo equilibrarlo y así evitar que se hunda. Si el agua estuviera mucho más abajo del nivel del suelo, entonces físicamente las personas que nadan al caballo no podrían bajarle la cabeza. Además de tener dos cuerdas, una a cada lado, en algunos lugares prefieren colocar una tercera, atando la cola.

Al salir por primera vez hay que intentar que lo haga lentamente, deteniéndolo en la salida de la rampa con el agua cubriendo sus extremidades y poco a poco sacarlo fuera de la piscina.

Rutina de trabajo

Podríamos describir cinco fases: iniciamos con un calentamiento de 10 minutos en un caminador o en un treadmill y a continuación introducimos el caballo en la piscina haciéndole nadar la distancia o el tiempo previamente estipulado. Cuando sale de la piscina y camina en una recuperación activa; verificamos la frecuencia cardiaca hasta que esté por debajo de 60 lat/min y así poder volver a nadar; en caso contrario, se sigue caminando y controlando cada 5 min hasta que baje a la indicada frecuencia cardiaca. Si el caballo tarda más de 15 min en recuperarse a nivel cardiovascular (ritmo cardíaco superior a 60 lat/min), no se intenta nadar más ese día. En esta cuarta fase de natación se puede cambiar el sentido de la natación. Se realizan las vueltas o el tiempo previsto y se vuelve a la recuperación activa caminando a la mano o en un caminador o treadmill hasta llegar a los valores de reposo. La toma de las constantes vitales (temperatura corporal, frecuencia cardiaca y respiratoria) se lleva a cabo, tanto en reposo, como antes y después de cada sesión.

Al finalizar la recuperación colocamos al caballo debajo de un SOLARIUM, de 10 a 20 min (dependiendo del largo del pe-

laje). La salida de este tipo de baños y posterior permanencia en un solarium producirán efectos terapéuticos muy beneficiosos para la salud del animal. El calor aumenta la circulación periférica, reduce los espasmos musculares produciendo una consecuente relajación muscular, al mismo tiempo que efectuamos su secado.

El entrenamiento de la natación como método de rehabilitación

La hidroterapia es una de las más viejas, y no por eso menos efectiva terapia de rehabilitación que se emplea en los caballos. Podemos utilizar la natación en un programa de rehabilitación y para mantener la condición atlética durante una claudicación, debido a que no se descarga completamente el peso del esqueleto sobre el suelo. Un caballo que ha sufrido una operación por cólico (el agua mantiene su abdomen flotando) puede ser ejercitado sin temor a sufrir eventraciones u otro tipo de complicaciones cuando el cirujano lo aconseje.

Al reducir una fractura y colocar clavos o tornillos quirúrgicos es importante que el animal en los comienzos de su vuelta al trabajo no tenga que ejercer sobre los huesos, articulaciones y tendones pesos y tracciones que normalmente se harían notar en una pista de entrenamiento; de esta forma, el porcentaje de éxito de la intervención será mayor con una vuelta a la competición más rápida.

En el ejercicio de la natación se trabajan poco los tendones flexores superficial y profundo, lo mismo que el ligamento suspensor, por lo que está indicado usar la natación en la recuperación de las lesiones de estas estructuras. Ante cualquier inmovilización por lesión, la atrofia muscular comienza en un breve lapso de días, la falta de uso produce un deterioro y una debilidad adicional que es importante prevenir con un ejercicio seguro. La clave para volver a entrenar a un caballo es comprender que la capacidad cardiovascular disminuye en grado significativo después de 4 a 6 semanas de reposo y que la resistencia ósea disminuye también en 12 semanas de reposo. Se puede necesitar un mínimo de 3 a 4 meses para restablecer la resistencia de los

tejidos músculo esqueléticos después de 2 o más meses de reposo absoluto. Un caballo que se rehabilita nadando tras una lesión, rápidamente gana condición corporal, debemos tener precaución y volver al nivel de competición que tenía antes de una manera progresiva y mediante ejercicios dentro de la disciplina que este practique, para preparar los tejidos musculoesqueléticos en las áreas que serán estresadas, y así remodelar y fortalecerlos.

Algunas patologías contraindicadas en la natación

Mediante la observación de la forma de nadar de la mayoría de los caballos podemos extraer que en teoría algunas patologías podrían estar contraindicadas en la natación. Previamen- te debemos conocer muy bien el historial clínico del caballo que se enfrenta a un entrenamiento cruzado o que va a rehabilitarse nadando.

Debemos evitar casos agudos de las patologías del tarso, babilla y cadera, por la gran movilidad que estas estructuras anatómicas tienen durante el ejercicio de natación. Otra contraindicación son los caballos que sufren hemorragia pulmonar inducida por el ejercicio, los que tiene desplazamiento dorsal del paladar blando o alguna otra enfermedad respiratoria.

El esfuerzo de natación da lugar a un aumento de la tensión arterial relativamente alta, similar a las originadas con el galope en un ejercicio de máxima intensidad y algunos caballos han experimentado epistaxis después de un ejercicio de natación.

Para finalizar quiero insistir que para la existencia de la práctica de la natación en los caballos, además del condicionante de la inversión financiera para construir las piscinas, está la falta de más estudios sobre este ejercicio y sus beneficios y su posterior divulgación, a ello queremos contribuir desde el equipo de veterinarios del Servicio de Medicina Interna, Cirugía y medicina deportiva Equina del Hospital Clínico Veterinario de la Universidad Alfonso X el Sabio.

EJERCICO FÍSCO, SALUD Y CALIDAD DE VIDA: ACONDICIONAMIENTO FÍSICO

PROF. DR. F. JULIO PONCE VÁZQUEZ

Académico Correspondiente

30 de abril de 2008

INTRODUCCIÓN

Para la gran mayoría de la población el ejercicio físico es un gran desconocido. Ello obedece, por una parte, a la identificación de los términos *actividad física* y *ejercicio físico* como sinónimos, y, por otra, a que no se han explicado mínimamente sus efectos sobre el organismo ni su praxis.

Actividad física es cualquier movimiento corporal, debido a la contracción de los músculos esqueléticos, que comporta un gasto energético y cuya finalidad es la movilidad. *Ejercicio físico* es toda actividad física planificada, estructurada y repetitiva cuyo objetivo es mejorar o mantener la salud y/o la calidad de vida.

En consecuencia, se ignora que el ejercicio físico es un **agente terapéutico** más de los que se utilizan ampliamente en Medicina Física y Rehabilitación (electroterapia, crioterapia, masoterapia, presoterapia, magnetoterapia, cinesiterapia, etc.).

EL EJERCICIO FÍSICO EN MEDICINA FÍSICA Y DE REHABILITACIÓN

El ejercicio físico, entendido como actividad física programada y supervisada, es el agente terapéutico más inocuo y eficaz que se conoce, por lo que constituye una de las técnicas de Medicina Física y Rehabilitación más ampliamente utilizadas y recomendadas desde que en el año 1.964 la Organización Mundial de la Salud publicó el primer programa de Rehabilitación Cardiaca.

En los últimos años se han llevado a cabo numerosas campañas divulgativas institucionales sobre la conveniencia de adoptar estilos de vida saludables, animando a la población a realizar ejercicio físico. Este mensaje, que se acepta y cataloga como positivo por la gran mayoría de la población, en realidad encierra una cierta negligencia al recomendar, sin realizar más especificaciones, la práctica habitual de ejercicio. ¿Qué pensariamos si, de la misma forma, se recomendase la administración de antibióticos sin realizar más explicitaciones? Muy probablemente, que sería una negligencia, ya que como todos los agentes terapéuticos el ejercicio físico presenta contraindicaciones y puede provocar diversos efectos adversos, por lo que tiene que ser prescrito y supervisado individualmente por los profesionales adecuados. Dicha prescripción ha de especificar el tipo de ejercicio, su intensidad, la duración de las sesiones de ejercicio y la frecuencia de las mismas.

INDICACIONES DEL EJERCICIO FÍSICO

La prescripción de ejercicio físico está indicada para:

- Promover, proteger y fomentar la salud, lo que es un derecho constitucional reconocido en el artículo 43 de nuestra Carta Magna.
- Mejorar o mantener la calidad de vida.

CONTRAINDICACIONES

Se citan como contraindicaciones absolutas las siguientes, aunque el listado va disminuyendo con el tiempo al pasar a relativas:

- Infarto agudo de miocardio (durante los 10 primeros días del episodio agudo).
- Angina inestable (siete primeros días del episodio angoróide).
- Estenosis aórtica severa.
- Insuficiencia cardiaca no controlada.
- Extrasístoles ventriculares multifocales y fenómeno R sobre T.
- Taquicardia ventricular (salvas de tres o más extrasístoles).
- Bloqueo auriculoventricular de segundo o tercer grado.
- Tromboflebitis activa o reciente.
- Enfermedades agudas (infecciones, anemia severa).
- Tensión arterial diastólica superior a 115 mm Hg.
- Embolismo sistémico o pulmonar reciente.

EFECTOS ADVERSOS

Durante la práctica de ejercicio físico se pueden originar efectos adversos cuya presentación va a depender de los siguientes factores:

- a) Factores individuales: el estado de salud, la condición física, las actividades de la vida diaria, la motivación y la disponibilidad de recursos.
- b) Características del ejercicio: el tipo, la intensidad, la duración y la frecuencia.

Fatiga muscular. Se define como la incapacidad del músculo para mantener una potencia determinada junto con sensación subjetiva de malestar e incluso dolor. En el ejercicio de resistencia (dinámico) se debe al agotamiento de las reservas intramusculares de glucógeno.

Dolor muscular. Se debe al estiramiento excesivo que sufren los tejidos conectivos que rodean las fibras musculares y los tendones. Es más intenso y duradero después de las contracciones excéntricas.

Lesiones musculoesqueléticas. Son las más frecuentes (esguinces, tendinitis, artritis, bursitis, fracturas).

Depresión de la respuesta inmune. Hay una menor resistencia a las infecciones por disminución de IgG en la mucosa nasal y activación de la apoptosis linfocitaria (CD95) y liberación de citocinas que alteran el balance existente entre los linfocitos T helper-1 y T helper-2 con el predominio de un perfil T helper-2 y, simultáneamente, supresión de la inmunidad celular inmediata.

Arritmias cardíacas. El ejercicio intenso provoca un incremento en la incidencia de arritmias cardíacas potencialmente peligrosas, sobre todo cuando el precalentamiento es inadecuado, la intensidad del ejercicio dinámico se acerca a la máxima y en el período de recuperación precoz al ejercicio (período arritmogénico). Durante el ejercicio aumentan las resistencias coronarias por incremento de la viscosidad de la sangre, la constrección de los músculos de fibra lisa de los capilares y por la compresión sistólica que sufren los vasos intramurales que dificulta el flujo coronario durante la sístole. Todo ello da lugar a la instauración de isquemia miocárdica relativa de carácter transitorio que puede originar la presentación de arritmias ventriculares potencialmente peligrosas; la inestabilidad eléctrica existente en el límite entre las zonas isquémica y con perfusión normal favorece el desarrollo de focos ectópicos de automatismo aumentado. Estas arritmias se asocian a un riesgo más elevado de muerte súbita, si bien su relevancia pronóstica está asociada generalmente a la existencia concomitante

de un sustrato orgánico difícil de diagnosticar, que en los menores de 40 años es la miocardiopatía hipertrófica y en los mayores de 40 es la enfermedad coronaria. Se sabe que detrás de la muerte súbita por miocardiopatía hipertrófica (displasia arritmogénica) está el gen desmogleína 2.

EJERCICIO FÍSICO Y SALUD

En 1995, el Departamento de Agricultura y los Servicios de Salud Humanos de EE.UU. revisaron las *Recomendaciones Dietéticas para los Norteamericanos*, destacando la importancia del ejercicio para mantener y/o mejorar el peso corporal. Estudios realizados por los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades y el Colegio Americano de Medicina Deportiva resaltan los beneficios para la salud que se derivan de la práctica de actividades físicas moderadas. Diversos estudios recientes ponen en evidencia la trascendental importancia de un estilo de vida físicamente activo para combatir a un enemigo para la salud: las *modernas enfermedades crónicas*.

La inactividad física o estilo de vida sedentario, predominante en las sociedades más desarrolladas, es la principal causa de muerte prematura y del espectacular incremento registrado a partir de la última parte del siglo XX en la incidencia de las modernas enfermedades crónicas, responsables del 70% del total de muertes anuales. Se calcula que la inactividad física es responsable de un 23% del total de muertes en EE.UU. con un coste sanitario de unos 3 trillones \$ al año (datos de 1990), y provoca gran sufrimiento y dolor.

El *Homo sapiens* de la Era Paleolítica precisaba un cierto nivel de actividad física para su supervivencia (49 kcal/kg/día). Por tanto, la evolución del genoma humano ha sido programada ancestralmente por la actividad física, de tal forma que los genes requieren un cierto grado de actividad física para su normal expresión fisiológica, capaz de mantener los mecanismos homeostáticos que promueven la salud. La inactividad física, debida al es-

tilo de vida sedentario predominante en el *homo sapiens* actual, provoca una serie de alteraciones directas en la función del genoma humano con una inapropiada expresión de la actividad de los genes, cuyo resultado es un cambio del fenotipo normal a un fenotipo de significado patológico, capaz de provocar desórdenes bioquímicos y moleculares que pueden desencadenar la presentación de las modernas enfermedades crónicas (Tabla 1). De aquí la importancia de realizar ejercicio físico para su prevención primaria.

Para mantener la coordinación y el equilibrio en la expresión fisiológica de los genes es suficiente con realizar una actividad física moderada (como caminar entre 4 y 8 Km/h) de, al menos, 30 minutos de duración todos los días de la semana. Se

TABLA 1.
MODERNAS ENFERMEDADES CRÓNICAS

Cardiovasculares	Cardiopatía isquémica Insuficiencia cardiaca congestiva Hipertensión arterial Ictus Claudicación intermitente
Cáncer	Cáncer de mama Cáncer de colon Cáncer de próstata Cáncer de páncreas Melanoma
Metabólicas	Diabetes tipo 2 (no insulinodependiente) Obesidad Dislipidemia
Musculoesqueléticas	Osteoartritis Artritis reumatoidea Osteoporosis
Pulmonares	Asma Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
Neurológicas	Alzheimer Demencia senil
Disfunción del sistema inmune	

considera que una actividad física de intensidad moderada es aquella que provoca un gasto energético que fluctúa entre 40 – 50% del consumo máximo de oxígeno ($VO_2\text{max}$). Con esta práctica diaria se estima que el riesgo de padecer enfermedades crónicas se reduce en un 30% aproximadamente.

Otras recomendaciones son: subir algunos tramos de escala evitando el ascensor, no utilizar el coche para trayectos cortos, utilizar transportes públicos apeándose una parada antes de lo habitual, no permanecer sentado en el trabajo más de una hora y no utilizar el mando a distancia del televisor.

EJERCICIO FÍSICO Y CALIDAD DE VIDA

Se entiende por calidad de vida la capacidad de una persona para desempeñar adecuadamente, y de forma satisfactoria para sí misma, su papel en las áreas familiar, social y laboral. Por lo tanto, lo que define a la calidad de vida es la autosatisfacción. Depende de dos parámetros fundamentales: la independencia funcional y la estabilidad psíquica. La independencia funcional o autonomía personal es la capacidad de un individuo para llevar a cabo las actividades de la vida diaria sin una fatiga indebida. Depende de la condición física o capacidad máxima para el desempeño de trabajo físico o de trabajo muscular aeróbico, y viene determinada por el $VO_2\text{max}$. La estabilidad psíquica se define como ausencia de tensión o de alteraciones afectivas.

La condición física es el resultado de la integración coordinada de tres funciones: la función neuromuscular, la función articular y la función de transporte de oxígeno, esta última integrada por la función respiratoria, la función cardiovascular y la extracción de oxígeno a nivel tisular. En los sujetos no atletas la función cardiovascular es la máxima limitante de la condición física.

Existe un declinar fisiológico de la condición física asociado con la edad como consecuencia de una menor eficacia de las

funciones de las que depende, de tal manera que hay una disminución progresiva de la fuerza muscular, de la flexibilidad general y de la frecuencia cardiaca máxima. Esta última se puede calcular restando a 220 la edad en años del individuo.

Si para mantener la salud es suficiente la práctica diaria de actividades físicas entre el 40 y el 50% del VO_2max y de 30 minutos o más de duración, para mejorar la condición física (calidad de vida) es necesario programar el ejercicio a una intensidad superior al 60% del VO_2max e inferior al 90%, lo que requiere una correcta prescripción del ejercicio, su control y su supervisión (Programas de Acondicionamiento Físico).

ACONDICIONAMIENTO FÍSICO

Es un tratamiento rehabilitador que está basado en la prescripción de ejercicio físico, programado y supervisado, con el fin de conseguir una condición física adecuada a las cargas de trabajo que imponen las actividades de la vida diaria, de tal forma que puedan ser desempeñadas sin una fatiga indebida (independencia funcional). Se basa en provocar el denominado *efecto acondicionante*, que consiste en el incremento en la capacidad de realizar trabajo físico con el mínimo coste energético (con menor fatiga), como consecuencia de las adaptaciones del organismo al ejercicio físico crónico, fundamentalmente en la función cardiovascular.

BENEFICIOS DEL EJERCICIO FÍSICO

El ejercicio físico comporta sobre la salud los siguientes efectos beneficiosos:

- Mejora la condición física al incrementar el VO_2max (un 30% aproximadamente).
- Retrasa la aparición de fatiga al disminuir el consumo de oxígeno para una determinada carga de trabajo, con lo que hay una mayor independencia funcional.

- Disminuye y retrasa el declinar fisiológico de la condición física asociado a la edad, aumentando así las expectativas de vida activa al prolongar la independencia funcional.
- Reduce la morbi-mortalidad consecutiva a las modernas enfermedades crónicas, favoreciendo de esta forma una mayor longevidad.
- Protección miocárdica por:
 1. Menor frecuencia cardiaca tanto en reposo como a ejercicio submáximo. Los individuos acondicionados se ahorran unas 20.000 sístoles al cabo del día.
 2. Menor consumo miocárdico de oxígeno. El doble producto es un índice muy fiable del consumo miocárdico de oxígeno, por lo que al disminuir la frecuencia cardiaca disminuye también éste.
 3. Mayor calidad de la circulación colateral coronaria.
- Estimula la respuesta inmune. El ejercicio moderado eleva la proteína Hsp72 en la circulación periférica que estimula la respuesta inmune, con una mayor resistencia a las infecciones virales de vías respiratorias altas.
- Controla la ansiedad y la depresión.
- Aumenta la autoestima.
- Mejora la cognición y la eficacia del recuerdo.
- Ocupa el tiempo de ocio y satisface las necesidades lúdicas.

INDICACIONES

Existen tres tipos de programas de acondicionamiento físico:

Programas preventivos

Indicados para adultos de menos de 60 años, asintomáticos y con menos de tres factores de riesgo de enfermedad coronaria.

Programas intervencionistas

Adultos asintomáticos entre 60 y 65 años de edad con menos de tres factores de riesgo de enfermedad coronaria, embarazo y menopausia. Especial interés adquieren estos últimos en la prevención de la denominada *pandemia silente del siglo XXI*: la osteoporosis. Afecta al 13% de las mujeres, si bien el porcentaje va aumentando considerablemente con la edad: el 36% en las mayores de 50 años y el 52% en las mayores de 70 años. La consecuencia más grave de la osteoporosis es la fractura de cadera cuya incidencia global es del 16,6% aumentando exponencialmente con la edad (más de la mitad acontecen en los mayores de 75 años). La mortalidad aguda hospitalaria por fractura de cadera oscila entre el 5 y el 20%; estos pacientes tienen cerca del doble de riesgo de fallecimiento durante los seis primeros meses postfractura respecto a lo esperado para su edad y sexo. Su coste se estima en cerca de 180 millones €/año. El ejercicio físico habitual ocupa un lugar destacado en prevención secundaria y terciaria de la osteoporosis ya que mantiene o incrementa la densidad de masa ósea y reduce en más de un 30% el riesgo de fractura osteoporótica de cadera.

Programas específicos de Rehabilitación

Indicados en pacientes con discapacidad:

- Inmunología (SIDA, cáncer, artritis reumatoidea).
- Gastroenterología (úlcera péptida).
- Neumología (asma infantil).
- Endocrinología (obesidad, diabetes tipo 2).
- Rehabilitación cardiaca: se incluyen los adultos con tres o más factores de riesgo de enfermedad coronaria y los de edad avanzada que deseen iniciar actividades físicas-deportivas.

Recordaremos que entre los factores de riesgo de enfermedad coronaria se incluyen los siguientes: historia familiar, el

hábito tabáquico, la obesidad, el sedentarismo, una dieta rica en grasa, estrés, hipertensión y la diabetes tipo 2.

PROGRAMAS DE ACONDICIONAMIENTO FÍSICO

Los programas están estructurados en cuatro fases, denominadas I, II, III y IV, cuyos protocolos se describen a continuación.

PROTOCOLO DURANTE LA FASE I

En ella tiene lugar la entrevista individualizada. Se llevan a cabo dos tipos de tareas, de información y de documentación.

Tareas de información

Se explican los beneficios que comporta el ejercicio sobre la salud, como se va a desarrollar el programa y la gestión de prestaciones que posibiliten su realización.

Tareas de documentación

Se recopilan los antecedentes clínicos y se cumplimentan dos cuestionarios, uno de calidad de vida —el SF-36 es uno de los más utilizados— y otro para prueba de esfuerzo.

PROTOCOLO DURANTE LA FASE II

Durante esta fase se realizan el examen en reposo, la evaluación de la condición física y la prescripción de ejercicio.

Examen en reposo

Comprende: auscultación cardiopulmonar, registro de la tensión arterial, espirometría simple y forzada y registro del elec-

trocardiograma convencional de 12 derivaciones. Algunos autores recomiendan el registro en hiperventilación durante 20 segundos con el fin de provocar vasoconstricción coronaria para evidenciar posibles alteraciones de tipo isquémico.

Evaluación de la condición física

Además de la antropometría se lleva a cabo la evaluación de las funciones de las que depende la condición física.

Antropometría

El estudio antropométrico incluye las dimensiones corporales y la composición corporal.

Dimensiones corporales

Se realizan las mediciones de la talla y el peso corporal, lo que nos permite obtener el índice de masa corporal dividiendo el peso en kilos por la talla en metros al cuadrado (valores normales de 18,5 a 24,9).

Composición corporal

Comprende la cuantificación de los componentes que integran la masa total del cuerpo de un individuo. Está íntimamente relacionada con la morbi-mortalidad en el ser humano. La masa corporal es la suma de la masa grasa más la masa libre de grasa. La masa libre de grasa está integrada por tres componentes: la masa muscular (40-60%), la masa mineral ósea (12-18%) y el componente residual. Conociendo la masa total (peso) es suficiente con determinar la masa grasa para cuantificar la composición corporal. En la práctica rutinaria la estimación del tanto por ciento de grasa corporal se realiza mediante dos procedimientos:

a) Plicometría. Se realiza mediante la medición de tres pliegues dérmicos con un calibrador (plicómetro). La suma en milímetros de los tres se hace corresponder en una tabla con la

edad en años y se obtiene directamente el porcentaje de grasa corporal.

b) Bioimpedanciometría o análisis de bioimpedancia. Consiste en medir la oposición de los materiales biológicos al paso de una corriente alterna. Según la ley de Ohm la impedancia es igual a la raíz cuadrada de la resistencia al cuadrado más la reactancia al cuadrado. La resistencia viene representada por la oposición de los fluidos extracelulares al paso de la corriente, mientras que la reactancia está representada por la oposición de las membranas celulares al paso de la misma. Para medir estos parámetros se hace pasar una corriente alterna de baja intensidad (<1mA), captándose las diferencias de potencial con cuatro electrodos colocados dos en la mano y dos en el pie del hemicuerpo derecho. En el análisis se utilizan varias frecuencias de tal modo que con frecuencias de 50 kHz la corriente se desplaza por los fluidos extra e intracelulares, lo que permite medir el agua total; mientras que con frecuencias de 1 kHz la corriente circula sólo por los fluidos extracelulares, midiéndose el agua extracelular. Además de medir el porcentaje de grasa corporal, el agua total, extracelular e intracelular, esta técnica permite obtener datos sobre masa muscular, masa mineral ósea, masa celular corporal, glucógeno, potasio en disolución y total y nitrógeno. La bioimpedanciometría es una técnica que proporciona datos tan fidedignos y reproductibles como otras más sofisticadas (densitometría, resonancia magnética nuclear, tomografía axial computerizada), por lo que su utilización se viene imponiendo en los últimos años.

Evaluación de la función neuromuscular

Se realiza mediante dinamometría. Consiste en medir con un dinamómetro la fuerza máxima que se puede mantener durante 10 segundos. Esta técnica presenta dos inconvenientes: en primer lugar, se trata de una prueba isométrica por lo que produce una elevación súbita y exagerada de la tensión arterial y de la frecuencia cardiaca (aumento del doble producto); en segundo lugar, precisa de una gran motivación.

Evaluación de la función articular

Comprende la estimación de la flexibilidad, bien sea parcial mediante la utilización de un goniómetro, o general mediante el empleo de un flexómetro que incluye una escala numerada que permite definirla cualitativamente como excelente, buena, normal, regular o mala según la graduación alcanzada.

Evaluación de la función cardiovascular: Pruebas de esfuerzo o ergometría de esfuerzo

Se basan en la estimación indirecta del $VO_2\text{max}$ mediante la relación existente entre carga de trabajo y frecuencia cardiaca. Hace tiempo se demostró que la frecuencia cardiaca, el volumen sistólico, el volumen minuto y el consumo de oxígeno presentan una relación lineal, por lo menos hasta alcanzar el 90% del máximo, por lo que midiendo uno de estos parámetros se puede deducir el $VO_2\text{max}$. El parámetro más fácil de medir es la frecuencia cardiaca que se incrementa desde los 0,5 segundos de iniciado el ejercicio y va incrementándose hasta alcanzar un máximo fisiológico que no se puede sobrepasar (220 - edad).

Los requisitos exigidos para realizar estas pruebas son:

1. Consentimiento informado.
2. Monitorización del ECG continua.
3. Determinación periódica de la tensión arterial.
4. Un tipo de ejercicio apto para sujetos sedentarios.
5. Que se pueda variar la carga de trabajo.
6. Seguridad máxima y procedimiento breve (<15 minutos).
7. Período de recuperación: hasta que la frecuencia cardiaca sea igual o inferior a los 100 l.p.m.
8. Carro de parada (desfibrilador).

Existen una serie de criterios aceptados universalmente para el cese de la prueba de esfuerzo, lo que significa que mientras que no se presente alguno de ellos no hay por qué suspender la prueba:

1. Extrasístoles ventriculares multifocales, en parejas o con frecuencia progresiva.
2. Fenómeno R sobre T.
3. Taquicardia ventricular (salvas de tres o más extrasístoles).
4. Taquiarritmias supraventriculares.
5. Bloqueo aurículoventricular de 2º y 3º.
6. Depresión del segmento S-T superior a 0.3 mV.
7. Elevación del segmento S-T igual o superior a 0.2 mV en las derivaciones precordiales o inferiores sin onda Q en reposo.
8. Disminución progresiva de la frecuencia cardiaca o de la tensión arterial sistólica.
9. Dolor anginoso progresivo.
10. Disnea o sensación de desvanecimiento.
11. Signos de vasoconstricción (piel pálida y húmeda).
12. Elevaciones extremas de la tensión arterial sistólica y diastólica con cefalea o visión borrosa.
13. Dolor musculoesquelético intenso.
14. Alcanzar o superar la frecuencia cardiaca máxima.
15. Agotamiento volitivo.

Tipos de pruebas

Hay dos tipos que son los que se utilizan más ampliamente: el tapiz ergométrico o tapiz rodante y el cicloergómetro.

El tapiz rodante tiene la ventaja de que el ejercicio que se realiza es más fisiológico y permite poder alcanzar más fácilmente el $VO_2\text{max}$.

El cicloergómetro está provisto de un freno electromecánico que opone resistencia al pedaleo y permite variar la carga; sus ventajas son el coste inferior, ocupa poco sitio, se desplaza fácilmente y permite un registro nítido del electrocardiograma, mientras que tiene el inconveniente de que la población no está acostumbrada a pedalear y tiene poco desarrollados los músculos de la pantorrilla por lo que sobreviene fatiga muscular antes de alcanzar el máximo.

Ambos tipos de pruebas se pueden realizar a dos niveles según la intensidad del ejercicio:

1. Pruebas máximas. Son aquellas en las que el objetivo final es alcanzar la frecuencia cardiaca máxima, lo que se pone en evidencia por el hecho de que llega un momento en el que a pesar de aumentar la carga no se incrementa la frecuencia cardiaca.
2. Pruebas submáximas. Su objetivo final es conseguir, según los diversos protocolos, entre el 70 y el 85% de la frecuencia cardiaca máxima ± 5 l.p.m.

Existen numerosos protocolos tanto para cicloergómetro como para tapiz rodante según sean la carga inicial, el incremento de la carga, la duración de la carga y el número de cargas. Hoy

TABLA 2.
PROTOCOLO SUBMÁXIMO PARA CICLOERGÓMETRO

Varones menores de 35 años			
Carga inicial	Aumento carga	Duración carga	Límite pulso
50 W	25 W	2 minutos	70% FCmax

Mujeres y varones de más de 35 años			
Carga inicial	Aumento carga	Duración carga	Límite pulso
25 W	25 W	2 minutos	70% FCmax

TABLA 3.
PROTOCOLO SUBMÁXIMO PARA TAPIZ RODANTE

Estadio	Velocidad	Pendiente	Tiempo
1	1,5 m.p.h	0%	3 min.
2	1,5 m.p.h	4%	3 min.
3	1,5 m.p.h	8%	3 min.
4	1,7 m.p.h	10%	3 min.
5	2 m.p.h	12%	3 min.

en día se utilizan sistemas automáticos de pruebas de esfuerzo en las que un ordenador central (electrocardiógrafo) controla a un cicloergómetro o a un tapiz rodante, de tal forma que seleccionando uno de los protocolos que están almacenados en la memoria se descarga automáticamente. En las tablas 2 y 3 se reproducen ejemplos de protocolo para cicloergómetro y tapiz rodante respectivamente.

Prescripción de ejercicio

Para realizar la prescripción de ejercicio físico es indispensable tener en cuenta los siguientes datos: Antecedentes clínicos y estado actual, factores de riesgo de enfermedad coronaria, resultados de la prueba de esfuerzo, datos antropométricos, edad, demandas metabólicas impuestas por las actividades de la vida diaria a desempeñar, riesgo de provocar lesiones, posibilidad de abandonos (motivación, tiempo libre) y disponibilidad de recursos.

La prescripción incluye definir el tipo, la intensidad, la duración y la frecuencia del ejercicio.

Tipo de ejercicio

Hay tres tipos fundamentales de ejercicio: el de potencia el de resistencia y el mixto. El ejercicio de potencia se define como ejercicio de intensidad máxima que se puede mantener durante breves instantes (generalmente menos de 10 s.) debido a que el ATP se obtiene por el mecanismo anaeróbico con acumulación de lactato y fatiga muscular. El ejercicio de resistencia es un ejercicio dinámico (aeróbico) en el que participan amplios grupos musculares, de intensidad submáxima y que se puede mantener durante períodos prolongados de tiempo.

Los ejercicios prioritarios, que van a mejorar la calidad de vida, son los de resistencia tales como caminar, correr, nadar, remar, marchar en bicicleta, saltar a la comba, montar a caballo, bicicleta estática, tapiz rodante, actividades físicodeportivas de resistencia.

Asimismo se aconsejan ejercicios de estiramiento estático para mejorar la flexibilidad. Por último, pueden ser recomendables los ejercicios de potencia de baja tensión y reiterados (pesas de 5 a 25 kg.).

Intensidad del ejercicio

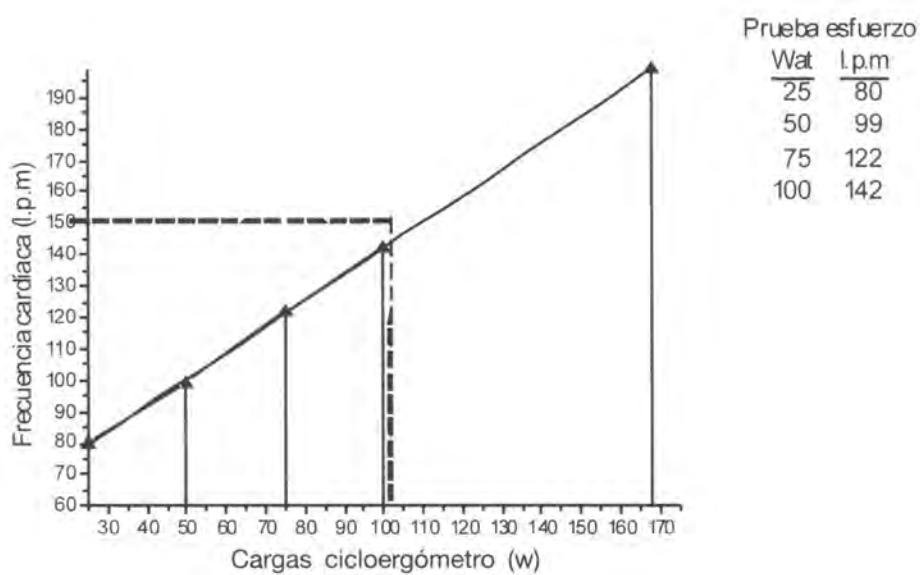
La intensidad del ejercicio se expresa generalmente en unidades MET (tasa metabólica equivalente). 1 MET equivale a 3,5 ml/kg/min en el consumo de oxígeno.

Existe consenso en que la intensidad mínima del ejercicio requerida para desencadenar las adaptaciones funcionales orgánicas que dan lugar al efecto acondicionante, ha de ser superior al 60% del $\text{VO}_{2\text{max}}$. También hay acuerdo en que nunca debe sobrepasar el 90%, por lo que, en definitiva, la intensidad estará comprendida entre el 60 y el 90%. En los últimos tiempos, se ha venido reduciendo la intensidad recomendada a medida que los estudios realizados han puesto de manifiesto los inconvenientes de intensidades superiores al 80% del $\text{VO}_{2\text{max}}$.

Con el fin de unificar criterios se recomienda que la intensidad del ejercicio se individualice, de tal forma que el porcentaje a aplicar sobre el $\text{VO}_{2\text{max}}$ obtenido en la prueba de esfuerzo precoz sea igual a sumar a 60 los MET máximos alcanzados en dicha prueba. Por ejemplo, si un sujeto alcanza en la prueba de esfuerzo un $\text{VO}_{2\text{max}}$ de 10 MET, la intensidad será: $(60 + 10) \% 10 = 70\%10 = 7$ MET. La frecuencia cardiaca de acondicionamiento será la correspondiente a los MET calculados para la intensidad del ejercicio a través de la gráfica frecuencia cardiaca/carga obtenida de la prueba de esfuerzo (Fig. 1).

Para el cálculo del VO_2 se utilizan las siguientes fórmulas:

- Varones: $(\text{Vatios} \times 11,628 + \text{Peso} \times 3,5 + 260) / (\text{Peso} \times 3,5)^{-1}$
- Mujeres: $(\text{Vatios} \times 9,792 + \text{Peso} \times 3,5 + 205) / (\text{Peso} \times 3,5)^{-1}$



	W	FC	VO ₂
max	168	199	10,22
70,22%	106	147	7,18

$$FC_{acondicionamiento} = 147 \text{ l.p.m}$$

FIGURA 1.—Estimación de la frecuencia cardíaca de acondicionamiento. Mujer, 21 años, 57,3 Kg. FC_{max}=199 l.p.m. 70%FC_{max}=139 l.p.m. ± 5 .

Duración de la sesión de ejercicio

Está en relación inversa con la intensidad. En general debe estar comprendida entre 15 y 45 minutos, ya que menos de 15 minutos no produce ningún efecto y más de 45 no mejora la condición física. Se estima que la duración más idónea es la de 30 minutos.

Frecuencia de las sesiones de ejercicio

Los límites son de dos a cinco sesiones a la semana; es decir, menos de dos no producen efectos y más de cinco no provocan la mejoría de la condición física. Se recomienda realizar tres sesiones a la semana (*días alternos*).

PROTOCOLO DURANTE LA FASE III

Durante esta fase se produce la mejoría de la condición física. Su duración oscila entre dos y tres meses, generalmente diez semanas.

Control y supervisión

Se realizan pruebas de esfuerzo de control cada cinco semanas con el fin de comprobar la eficacia del programa y ajustar la intensidad del ejercicio a medida que va mejorando la condición física.

Protocolo de la sesión de ejercicio

- 1.^o **Ejercicios de calentamiento.** Se pueden realizar bien en el cicloergómetro con una carga de 25 vatios, o bien mediante tabla de gimnasia durante 10 minutos.
- 2.^o **Ejercicio formal.** Se realiza a la intensidad prescrita. En la primera sesión se comienza con una duración de cinco minutos, que se va incrementando en cinco minutos más cada sesión hasta alcanzar los 30 minutos que se mantienen definitivamente.
- 3.^o **Ejercicios de enfriamiento.** Los mismos que los realizados en el calentamiento con una duración que oscila entre los cinco y los diez minutos, si bien se recomienda que se mantengan hasta que la frecuencia cardiaca sea igual o inferior a 100 l.p.m.

Programa de marchas

Se aconseja caminar todos los días de la semana durante media hora seguida.

PROTOCOLO DURANTE LA FASE IV

Durante esta fase ya no suele mejorar la condición física, si bien es imprescindible para mantener la mejoría acaecida en la fase anterior. Debe durar toda la vida activa del sujeto.

Control y supervisión

Se realiza una prueba de esfuerzo anual de control con el fin de supervisar la bondad del programa y ajustar, si procede, la intensidad del ejercicio.

Protocolo de la sesión de ejercicio

Igual al de la fase anterior, pudiendo incluirse la práctica de actividades físicodeportivas.

Programa de marchas

Igual al de la fase anterior.

BIBLIOGRAFÍA

1. American College of Sports Medicine. *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 5.^a ed. Lea & Febiger. Philadelphia 1995.
2. Åstrand P-O, Rodahl K. *Fisiología del trabajo físico. Bases fisiológicas del ejercicio*. 5.^a ed. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana. 2005.
3. Baigis J, Korniewicz DM, Chase G, *et al.*: Effectiveness of a home-based exercise intervention for HIV-infected adults: a randomized trial. *J Assoc Nurses AIDS Care* 2002; 13:33-45.
4. Blair SN, Kampert JB, Kohl III HW, Barlow CE, Macera, CA, Paffenberger RS, Gibbons LW.: Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *Journal of the American Medical Association* 1996; 276:205-10.
5. Booth FW, Chakravarthy MV, Gordon SE, Spangenburg EE.: Wagging war on physical inactivity: using modern molecular ammunition against an ancient enemy. *Journal of Applied Physiology* 2002; 93:3-30.

6. Booth FW, Chakravarthy MV, Spangenburg EE.: Exercise and gene expression: physiological regulation of the human genome through physical activity. *Journal of Physiology* 2002; 543.2:399-411.
7. Booth FW, Gordon SE, Carlson CJ, Hamilton MT.: Waging war on modern chronic diseases: primary prevention through exercise biology. *Journal of Applied Physiology* 2000; 88:774-87.
8. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM.: Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports* 1985; 100:126-31.
9. Ellestad MH.: *Pruebas de esfuerzo. Bases y aplicación clínica*. Barcelona. Ediciones Consulta, SA. 1988 p. 111.
10. Fairey AS, Courneya KS, Field CJ, Mackey JR.: Physical exercise and immune system function in cancer survivors: a comprehensive review and future directions. *Cancer* 2002; 94:539-51.
11. Hooper JM, Leoni E.: A Physical Activity Continuum and the Surgeon General's Report. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance* 1996; 67:62-5.
12. Kennedy E, Meyers L, Layden W.: The 1995 dietary guidelines for Americans: An overview. *Journal of the American Dietetic Association* 1996; 96:234-7.
13. Lakier Smith L.: Overtraining, excessive exercise, and altered immunity: is this a T helper-1 versus T helper-2 lymphocyte response? *Sports Med* 2003; 33:347-64.
14. Lee I-Min, Paffenbarger RS.: How much physical activity is optimal for health? Methodological considerations. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 1996; 67:206-8
15. Lineker SC, Bell MJ, Wilkins AL, Badley EM.: Improvements following short term home based physical therapy are maintained at one year in people with moderate to severe rheumatoid arthritis. *J Rheumatol* 2001; 28:165-8
16. McMillen BA, Turman J.: Healthy activity for secondary students. *Strategies* 1996; 10:20-3.

17. Mooren FC, Blomming D, Lechtermann A, Lerch MM, Volker K.: Lymphocyte apoptosis after exhaustive and moderate exercise. *J Appl Physiol* 2002; 93:147-53.
18. NIH Consensus Development Panel on Physical Activity and Cardiovascular Health. Physical activity and cardiovascular health. *Journal of the American Medical Association* 1996; 276:241-6.
19. Paffenbarger RS, Hyde RT, Wing AL.: Physical activity and fitness as determinants of health and longevity En: C Bouchard, RJ Shephard, T Stephens, JR Sutton, BD Mcpherson (Eds.): *Exercise Fitness, and health: A Consensus of Current Knowledge*. Champaign, IL: Human Kinetics Books. 1990; pp:33-48.
20. Parr RB.: Exercise when you're overweight: Getting in shape and shedding pounds. *The Physician and Sportsmedicine* 1996; 24:81-2.
21. Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, Buchner D, Ettinger W, Heath GW, King AC.: Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *Journal of the American Medical Association* 1995; 273:402-7.
22. Peijie C, Hongwu L, Fengpeng X.: Heavy load exercise induced dysfunction of immunity and neuroendocrine responses in rats. *Life Sci* 2003; 72:2255-62.
23. Pollock ML, Wilmore JH, Fox III SM.: *Exercise in Health and Disease: Evaluation and Prescription for Prevention and Rehabilitation*. 2^a ed. Philadelphia. W.B. Saunder Company. 1990; pp:100-110, 371-484.
24. Rowbottom DG, Green KJ.: Acute exercise effects on the immune system. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32:396-405.
25. Simonson SR.: The immune response to resistance exercise. *J Strength Cond Res* 2001; 15:378-84.
26. Slattery ML.: How much physical activity do we need to maintain health and prevent disease? Different disease—Different mechanism. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 1996; 67:209-12.

27. Velasco JA.: Perspectiva actual de la rehabilitación cardíaca. *Monocardio* 1990; 28:10-8
28. Walsh RC, Koukoulas I, Garnham A, Moseley PL, Hargreaves M, Febbraio MA.: Exercise increases serum Hsp72 in humans. *Cell Stress Chaperones* 2001; 6:386-93.
29. Yan H, Kuroiwa A, Tanaka H, Shindo M, Kiyonaga A, Nagayama A.: Effect of moderate exercise on immune senescence in men. *Eur J Appl Physiol* 2001; 86:105-11.

CLÍNICA EN EL SIGLO XXI

EXCMO. SR. D. MIGUEL RUIZ PÉREZ

Académico Correspondiente
7 de mayo de 2008¹

La medicina veterinaria es una de las ramas de la ciencia que evoluciona día a día. Actualmente los centros veterinarios ya no son aquellos “cuchitriles” en los que se pasaba consulta con la ayuda de un primario fonendoscopio. Hoy en día existen centros veterinarios multidisciplinares con profesionales especialistas y aparatos diagnósticos de gran precisión como la radiografía digital, la resonancia magnética, la tomografía computerizada, la endoscopia, la scintigrafía o la ecografía la analítica sanguínea muy extensa. Los veterinarios ya no nos basamos únicamente en el ojo clínico que tan útil fue antaño sino que realizamos nuestros diagnósticos en evidencias objetivas y reales que obtenemos gracias a los métodos de diagnóstico mencionados.

Al referirme a especialidades puede parecer que exagero, que en la profesión veterinaria no es factible dicho término. No obstante a nadie le pasa desapercibido que en las reuniones de compañeros encontramos tanto a oftalmólogos que operan cataratas o implantan prótesis oculares como a cardiólogos que ha-

¹ Hospital Mediterráneo - Av. Mediterráneo, 14 - 28007 Madrid • clmruiz@terra.es

cen lo mismo pero con marcapasos. De tal modo ha evolucionado la profesión que el láser está a la orden del día, tanto para tratamientos curativos de lesiones cutáneas como para cirugías, consiguiendo con esta técnica una mínima invasión del tejido comparable a la que obtenemos en otros ámbitos de la profesión con la cirugía endoscópica. Así mismo, aunque puede parecer extraño, todos los avances que podemos obtener de nuestro odontólogo humano son también aplicables en la clínica veterinaria por lo que no debe parecernos raro ver a un perro con “brackets” o fundas dentarias, prácticas llevadas a cabo por especialistas que trabajan con animales cuyos dueños están altamente interesados en su salud y por descontado aspecto físico. Así mismo los veterinarios especialistas en cardio-respiratorio insertan “stents” en perros con estenosis traqueal o “coils” en casos de conducto arterioso persistente. Viendo todo lo explicado no hay que sorprenderse si al entrar en una clínica vemos el panel médico en el que se especifican todos los departamentos y quién está al cargo de los mismos; ejemplo de ello son los de cardiología, dermatología, reproducción, oncología, oftalmología, odontología, cirugía endoscópica, cirugía de tejidos blandos, medicina interna, neurología, y como no las ramas de la veterinaria que me afectan personalmente, cirugía ortopédica y rehabilitación puntos en los que centraré el resto de mi disertación.

Desde el inicio de mi carrera la ortopedia ha llenado mi profesión y vida de tal manera que decidí en su día invertir prácticamente todo mi tiempo y conocimientos a ella. Recuerdo que, al inicio de la clínica tal y como la conocemos actualmente, los perros o gatos con una fractura eran prácticamente todos eutanasiados y sólo algunos afortunados “disfrutaban” de una escayola que facilitaba la consolidación de la fractura tras un diagnóstico por palpación y una reposición ciertamente dolorosa y por descontado poco precisa. Actualmente estas soluciones ni tan siquiera pasan por la cabeza de veterinario o cliente, se procede a un diagnóstico exacto mediante radiografía digital y/o tomografía computerizada y a continuación se realiza una cirugía reparadora de la fractura. Las técnicas quirúrgicas son muy variadas y tanto podemos utilizar la fijación externa con todas sus variante inclu-

yendo el sistema Ilizarov como la fijación interna con pins, tornillos, cerclajes o placas de diferentes aleaciones de metales. Por descontado entre los avances no debemos olvidar el tratamiento del dolor tan importante como una buena cirugía para obtener resultados satisfactorios o incluso, volviendo al tema ortopédico propiamente, la prótesis de cadera con resultados muy exitosos o prótesis de rodilla o codo prácticas todavía no muy estandarizadas pero factibles y que diversos centros veterinarios ya empiezan a realizar. Una lesión típica del perro es la rotura del ligamento cruzado anterior que lo encontramos en la articulación de la rodilla. En estos casos la cirugía a realizar durante muchos años ha sido tema de ardua discusión entre los veterinarios ortopédicos ya que con ninguna de las técnicas que existían hasta el momento se obtenían resultados satisfactorios. Gracias a la investigación veterinaria en combinación con la física y la teoría de la fuerzas actualmente se trata este tipo de lesión como una cuestión puramente funcional y no de sustitución de estructuras anatómicas, de ello se encargan las técnicas conocidas como TTA (Transposición de la Tuberrosidad Tibial) o la TPLO (Osteotomía Niveladora de la Meseta Tibial) que por el momento son los dos métodos a partir de los cuales obtenemos los resultados más convincentes y esperanzadores.

Actualmente, a mi edad y tras 50 años de arduo trabajo, una nueva rama de la profesión me ha cautivado, se trata de la fisioterapia y rehabilitación. Siempre he echado en falta un tratamiento no medicamentoso para mis pacientes que les facilitara la recuperación tras una cirugía ortopédica. Inconscientemente los traumatólogos dábamos ciertas pautas básicas de manejo sin fundamento alguno, hoy en día tenemos en qué basarnos, la filoterapia canina es una realidad y funciona! En Hospital Mediterráneo hace ya varios años que tenemos dicha unidad con la piscina con cinta sin fin, el cavaletti, los balones terapéuticos, el aparato de ultrasonidos, el de electroestimulación, la magnetoterapia e incluso realizamos una gran variedad de masajes en concordancia con la lesión que padece el animal. Los resultados son muy satisfactorios con lo cual cada vez recomendamos más esta especialidad a nuestros clientes.



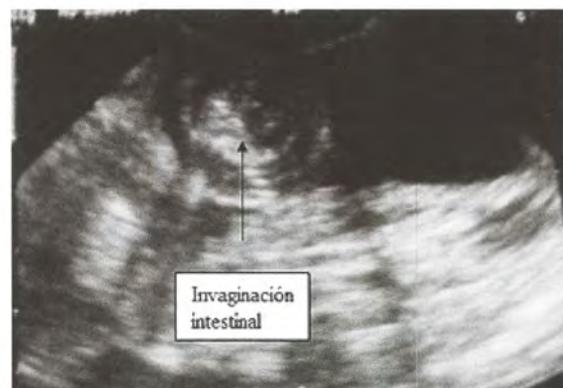
Servicio de ambulancia
a domicilio



Recepción
y cuadro médico



Consulta para primer
examen clínico



Ecografía abdominal



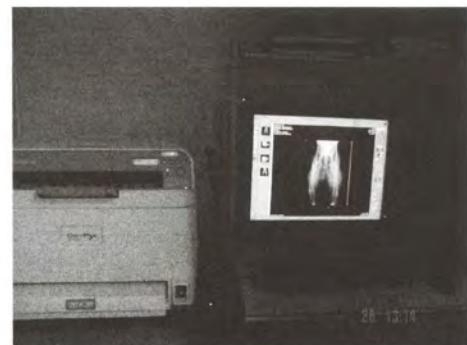
Consulta oftalmología



Glaucoma



Sala radiología



Control digital



Endoscopia

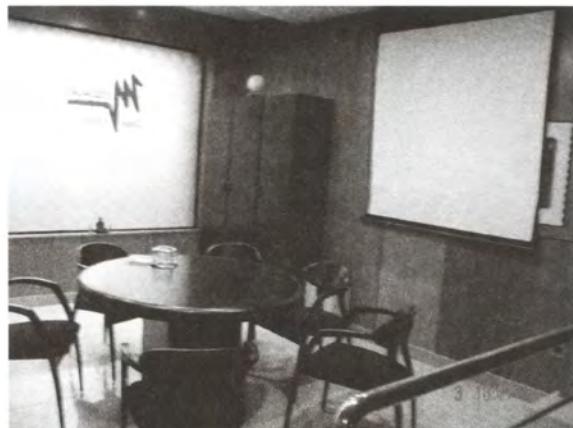


Hospitalización



Quirófano

Sala de reuniones



Prótesis de cadera



TPLO



TTA



Prótesis de rodilla



Prótesis de codo



Fractura
codo



Aquaterapia



Theraball



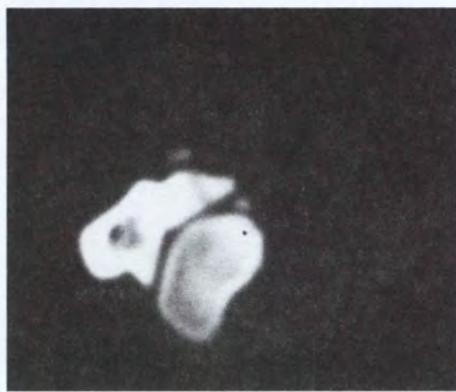
Ultrasonido



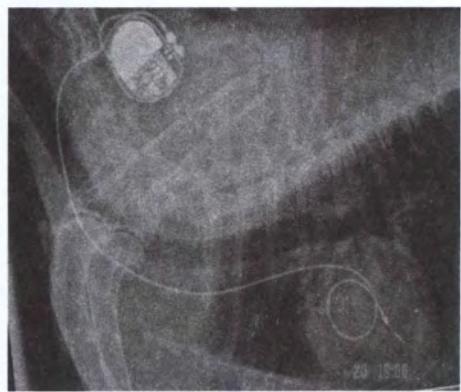
Electroestimulación



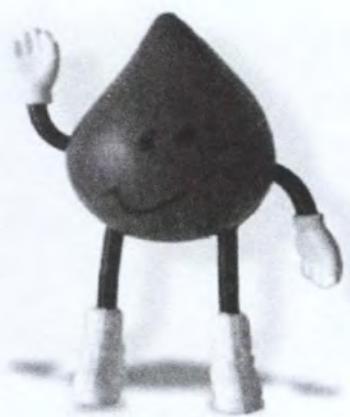
Resonancia magnética



Tomografía axial computerizada



Marcapasos



Banco de sangre de la UCM



Clínica exóticos

RED DE VIGILANCIA VETERINARIA DE RESISTENCIAS A ANTIMICROBIANOS

PROF. DR. MIGUEL A. ROMERO ROMO¹

28 de mayo de 2008

ANTECEDENTES

La Red de Vigilancia Veterinaria de Resistencias a Antimicrobianos (VAV) se creó en 1996 en Departamento de Sanidad Animal de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid. El objetivo fundamental de la Red VAV era, y sigue siendo, proporcionar datos fiables y contrastables de los niveles de resistencia a los antimicrobianos en las bacterias presentes en los animales en nuestro país, y especialmente en las de mayor relevancia en Salud Pública. Un primer ejemplo que sirve para demostrar la utilidad de la Red VAV es que, desde 2004, sus datos son incorporados en el Informe de Fuentes y Tendencias de Zoonosis, Agentes Zoonóticos, Resistencia Antimicrobiana y Brotes de Enfermedades Trasmitidas por Alimentos de la Unión Europea publicado por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA).

La preocupación por el aumento de las resistencias bacterianas frente a los antimicrobianos saltó al primer plano de ac-

¹ Grupo de Investigación Complutense “Vigilancia Sanitaria”, Departamento de Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense, Madrid.

tualidad a principios de los años noventa al detectarse en algunos enfermos bacterias resistentes a todos los antimicrobianos conocidos, lo que volvía a dejarnos sin armas específicas para combatirlas, tal y como ocurría en la era preantibiótica, es decir, antes del descubrimiento de las sulfamidas y de la penicilina.

Los antimicrobianos no sólo se utilizan para combatir las infecciones de origen bacteriano en las personas, sino que son igualmente útiles cuando las bacterias atacan a los animales, siendo por tanto necesario emplearlos en ellos teniendo en cuenta los mismos criterios de uso adecuado. La Sanidad Animal tiene en los antimicrobianos una herramienta valiosa, pero no exenta de peligros, toda vez que también en los animales es posible detectar bacterias resistentes frente a todos los antimicrobianos conocidos.

La relación entre uso de antimicrobianos y aparición de bacterias resistentes no es fácil de entender, ya que lo que ocurre es que la presencia del antimicrobiano favorece la supervivencia de las bacterias resistentes previamente presentes en el individuo enfermo, sean estas patógenas o no. Si las favorecidas son las bacterias patógenas, el individuo no mejora con el tratamiento y se instaura uno nuevo, pero si las favorecidas son las no patógenas, fundamentalmente bacterias intestinales, aunque el individuo se cure, se transforma en un reservorio de bacterias resistentes. Dado que la resistencia es una propiedad codificada en el material genético bacteriano (genes de resistencia), y que este material puede, además de ser transmitido a las siguientes generaciones bacterianas (transmisión vertical), ser también transferido o captado por otras bacterias físicamente próximas (transmisión horizontal) tanto de la misma especie como de especies filogenéticamente alejadas, las posibilidades de diseminación de los genes bacterianos de resistencia a los antimicrobianos son múltiples. La participación en este fenómeno tanto de bacterias patógenas como no patógenas, así como el hecho de que muchas de ellas se mueven con relativa facilidad entre animales y personas, hace necesario que todas las actividades que se pongan en marcha se apliquen en ambas esferas, humana y animal, ya que se encuentran indisolublemente unidas en este problema.

Por tanto, aunque la causa principal de la selección y diseminación de bacterias o genes de resistencia es el uso inapropiado de antimicrobianos en las personas, su empleo en animales también contribuye al establecimiento de una reserva de resistencia que supone un peligro para la salud pública y, en consecuencia, cuando no quede otra solución para preservar su eficacia para combatir las infecciones bacterianas en personas que restringir o prohibir su uso, es lógico pensar que estas medidas deben aplicarse en la esfera animal.

Como todos sabemos los antimicrobianos se emplean en los animales para los dos mismos usos que en personas; para combatir las infecciones producidas por bacterias sensibles y para prevenir la aparición de infecciones en situaciones de riesgo (intervenciones quirúrgicas por ejemplo). Sin embargo, existe, o mejor dicho existía, una tercera forma de uso que sí es específica de animales y que no es otra que su empleo como agentes promotores de crecimiento (APC).

El uso de APC se remonta a los años cincuenta cuando se comprobó el efecto beneficioso sobre el crecimiento de los animales de la utilización de subproductos de fermentación de las industrias de medicamentos y que dicho efecto se debía a las cantidades residuales de antimicrobianos presentes en tales subproductos. Este efecto beneficioso es complejo ya que se debe a la concatenación de diversas acciones tanto en la regulación de la población bacteriana residente en el tracto intestinal como en la absorción de nutrientes.

Si bien desde el principio el uso de antimicrobianos con esta finalidad específica estuvo regulado a través de una lista positiva, que se restringió a antimicrobianos que no se absorbieran desde el tracto intestinal, que fueran efectivos frente a bacterias grampositivas y que se establecieron tanto las cantidades mínimas y máximas como las especies y los períodos de uso, lo cierto es que su empleo suscitó reservas sobre sus posibles implicaciones en salud pública. De hecho, y adelantándose al debate surgido durante la década de los noventa, ya en 1969 se presentó en el Reino

Unido el denominado informe Swann, en el que se postulaba la prohibición de usar como APC en animales a los antimicrobianos con utilidad en terapéutica humana, lo que condujo inmediatamente en Europa a la retirada de penicilina y tetraciclina de la lista autorizada de promotores.

La entrada de Suecia en la Comunidad Europea tuvo una influencia decisiva en la prohibición de la mayor parte de los APC que culminó el uno de enero de 2006 con la finalización de la autorización de uso de avilamicina, flavofosfolipol, monensina sódica y salinomicina sódica.

El camino que conduce desde el empleo de un antimicrobiano en un animal hasta la aparición de una infección por una bacteria resistente que compromete la salud de una persona por la ausencia de tratamiento antimicrobiano es largo, pero no imposible, y de hecho, en la actualidad gran parte de los esfuerzos de la comunidad científica están volcados en la aplicación del Análisis de Riesgos a este tipo de situaciones tan complejas.

Uno de los hitos en esta historia se encuentra en las denominadas Recomendaciones de Copenhague, nacidas de una reunión celebrada en 1998 en la que se propusieron acciones que deberían emprenderse para intentar contener el problema de las resistencias bacterianas a los antimicrobianos. Una de estas recomendaciones era la puesta en marcha de Redes de Vigilancia de los niveles de resistencia en las bacterias presentes tanto en las personas como en los animales, que coincidió en el tiempo con la creación de la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica (Real Decreto 2210/1995, de 20 de diciembre) que en su artículo 27 menciona expresamente “Con periodicidad, al menos anual, las autoridades sanitarias competentes realizarán una encuesta sobre resistencias a antimicrobianos”.

La respuesta veterinaria española a esta recomendación fue la Red VAV que, como ya hemos mencionado, empezó a dar sus primeros pasos a finales de 1996 y que publicó en 1997 la primera edición de su Boletín VAV. En el año 1996 sólo existía en

Europa una Red de Vigilancia Veterinaria, la red danesa denominada DANMAP, y por ello, a pesar de las notables diferencias entre España y Dinamarca, se utilizó como modelo de estructura para la creación de la Red VAV, habiéndose conseguido construir un sistema de vigilancia similar en los parámetros esenciales de vigilancia. Sin embargo, es obligado dejar constancia de que no se ha logrado emular a DANMAP en lo referido a la cuantificación del uso de antimicrobianos en animales, que sigue siendo una asignatura pendiente en nuestro país.

Los elementos básicos que configuran la Red VAV son seis: bacterias, antimicrobianos, métodos de laboratorio, especies animales, métodos de muestreo y procedimientos de difusión de la información generada. Inicialmente, se contempló la puesta en marcha de tres sistemas paralelos, destinados respectivamente a la vigilancia en animales sanos, en animales enfermos y en alimentos de origen animal. Sin embargo, la mayor parte de los datos que presentamos pertenecen al programa de animales sanos, ya que es el que mejor permite la comparación de la situación española con la del resto de países de nuestro entorno.

— Bacterias: en el primer estudio realizado con animales sanos en el año 1998, las bacterias incluidas en la vigilancia eran dos bacterias indicadoras: *Escherichia coli* y *Enterococcus faecium*. Posteriormente, se incorporó *Salmonella enterica* y finalmente *Campylobacter coli* y *Campylobacter jejuni*. Este modelo, bacterias zoonóticas (géneros *Salmonela* y *Campylobacter*) y bacterias indicadoras (géneros *Escherichia* y *Enterococcus*), es el aplicado en todas las redes de vigilancia europeas y el contemplado oficialmente por la Unión Europea en sus programas de Vigilancia de Resistencias.

— Antimicrobianos: la relación de antimicrobianos incluidos en la Red VAV es larga, ya que responde a un doble objetivo: Salud Pública y Sanidad Animal. Por ello, en esta relación se encuentran antimicrobianos considerados críticos para personas (WHO, 2007), y cuyo uso debe quedar restringido a tratamiento de infecciones en personas, como son los casos de las monobac-

tamas (imipenem) o de los glucopéptidos (vancomicina), junto con antimicrobianos cuyo uso está autorizado en animales (considerados críticos o importantes para animales; OIE, 2007), incluyendo los promotores del crecimiento actualmente prohibidos en la Unión Europea.

— Especies animales: como ya hemos señalado, en el programa de animales sanos se empezó con la especie porcina, incorporándose los broilers en el año siguiente. En 2007 se ha incluido una tercera especie animal que son los terneros de cebo. En todos los casos, los animales han sido muestreados al final de su vida productiva, concretamente en el matadero tras su sacrificio, entendiéndose que es en este lugar donde se puede producir el paso de bacterias desde los animales hacia los alimentos de origen animal. En todos los casos las muestras tomadas son heces o contenido intestinal por ser el hábitat de las bacterias incluidas en la vigilancia y el lugar donde es más probable la transferencia y/o captación de material genético por parte de las bacterias.

— Métodos de muestreo: como acabamos de indicar, todos los muestreos en animales sanos se han hecho en mataderos considerando como unidad de interés la partida de sacrificio, es decir, el grupo de animales procedentes de la misma granja que llegan y se sacrifican en ellos. En el caso de cerdos y terneros, se recogen muestras de dos animales de cada lote y en pollos de tres. Debido al elevado número de mataderos de estas especies, los muestreos se han hecho empleando el denominado “criterio de autoridad” y manteniendo un número aproximado de ocho mataderos por especie y programa. Los mataderos participantes han sido seleccionados, después de dar su aceptación para participar en los estudios, atendiendo a su volumen de sacrificio y a su localización geográfica (intentando que en cada especie estuvieran representadas las zonas de mayor sacrificio), prestando especial atención a su continuidad a lo largo de los sucesivos estudios.

— Métodos de laboratorio: nos referimos en este caso, no a los métodos de aislamiento de las bacterias, sino a los de carac-

terización de su resistencia a los antimicrobianos. El objetivo teórico del sistema de vigilancia es poder diferenciar a las bacterias sin mecanismos de resistencia de las que portan dichos mecanismos y para ello empleamos el método fenotípico del antibiograma. La medida se puede hacer a través de dos parámetros: la concentración mínima inhibitoria (CMI), que se obtiene por métodos de dilución, y el diámetro de la zona de inhibición (DZI) procedente del método de difusión. La diferenciación de las bacterias "sin" de las bacterias "con" se hace estableciendo y aplicando los denominados puntos de corte, que son específicos para cada antimicrobiano. Es importante destacar que los puntos de corte más conocidos son los de tipo clínico, para cuyo cálculo se tiene en cuenta otros datos farmacológicos, pero que en vigilancia se deben aplicar puntos de corte microbiológicos (también llamados a veces epidemiológicos) que tienen en cuenta esencialmente la distribución de los valores de parámetro (tanto CMI como DHI) en la población bacteriana desprovista de mecanismos de resistencia, localizando el punto de corte en el punto de inflexión que completa el dibujo de la subpoblación desprovista de mecanismos y la separa de la que sí los tiene. Aunque ambos parámetros son perfectamente válidos para diferenciar las bacterias "sin" de las bacterias "con", la Unión Europea está definiendo los puntos de corte empleando CMI lo que nos conduce a emplear las técnicas de dilución en este tipo de estudios.

— Difusión de la información: un sistema de vigilancia no se completa hasta que se cierra el círculo y la información llega hasta los que tiene capacidad de poner en marcha medidas destinadas a combatir el problema vigilado. En el caso de la Red VAV su información se difunde a través del propio Boletín de la Red, de los Informes Anuales que se hacen para el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (anteriormente de Agricultura, Pesca y Alimentación), para la Agencia de Medicamentos y Productos Sanitarios, de los datos, como ya se ha indicado, incluidos en el Informe de Fuentes y Tendencias publicado por EFSA, de publicaciones y de ponencias y conferencias en diferentes foros científicos y profesionales.

RESULTADOS DE LA RED VAV

“Las personas mayores aman las cifras” nos dice “El Principito”, nacido de la pluma de Antoine de Saint-Exupéry, y tal vez ellas, las cifras, sean una buena tarjeta de presentación para resumir algunos de los logros alcanzados desde su creación. El primer boletín de la Red VAV (enero-junio de 1997) contaba en 15 páginas los resultados obtenidos con dos técnicas (difusión en agar y microdilución en caldo), 12 antimicrobianos y 101 cepas de *E. coli* aisladas de animales enfermos por nueve Laboratorios Colaboradores. El boletín VAV 2005 contiene datos de 36 antimicrobianos y 1.056 cepas distribuidas entre cinco especies bacterianas (*E. coli*, *E. faecium*, *S. enterica*, *C. coli* y *C. jejuni*), que han sido aisladas de cerdos y pollos sanos en el momento del sacrificio en el mataderos (711) y de animales enfermos por los Laboratorios Colaboradores (345).

En la actualidad, incluyendo las cepas estudiadas en el año 2007, el número de cepas caracterizadas en el Programa de Animales Sanos asciende a 6.940, que se distribuyen entre cinco especies bacterianas (*E. coli*, 3.118; *E. faecium*, 1823; *S. enterica*, 966; *C. coli*, 943; y *C. jejuni*, 90) y cuatro especies animales (cerdos, 4.729; broilers, 1.740; terneros, 274; y ponedoras, 189)

Estas cifras nos permiten tener una visión continuada y amplia de la resistencia a los antimicrobianos en las bacterias existentes en los animales y son muchas las enseñanzas que se extraen de ellas, entre las que destacamos las siguientes:

— Los niveles de resistencia en las bacterias obtenidas de animales son en general altos frente a los antimicrobianos clásicos, especialmente tetraciclinas, sulfamidas, estreptomicina, eritromicina, trimetoprim y amoxicilina. Esta apreciación se ve reforzada por el hecho de que se detecta con distintas especies bacterianas, si bien hay diferencias en función de la especie animal de procedencia, ya que en la mayor parte de los casos los valores son más altos en las bacterias aisladas de cerdos.

— En el extremo opuesto, ausencia de bacterias resistentes, se encuentran la mayor parte de los antimicrobianos cuyo uso está restringido a personas, como son los casos de imipenem o amikacina.

— Los datos de la Red VAV han servido para desmentir algunas presunciones acerca de la situación existente en España, siendo el caso más destacado el de la vancomicina. La vancomicina es un antimicrobiano de elección para tratar infecciones por bacterias grampositivas (estafilococos y enterococos) resistentes a otros antimicrobianos, que pertenece al grupo de los glicopéptidos. A este grupo pertenece también la avoparcina, antimicrobiano que estuvo autorizado en la Unión Europea para su uso como promotor del crecimiento hasta 1997, y que fue prohibido aplicando el principio de precaución. Pues bien, los datos de la Red VAV indican que los niveles de resistencia en *E. faecium* (la especie bacteriana habitualmente empleada para vigilar esta resistencia) se han mantenido muy bajos durante todos los programas tanto en cerdos como en aves, lo que probablemente indica que nunca fueron elevados. Además, la reducción a cuatro de los antimicrobianos permitidos para este uso (todos ellos prohibidos finalmente en enero de 2006) nos ha permitido verificar cómo el uso intensivo de avoparcina, el único de los cuatro con utilidad real, se ha traducido en un fulminante incremento de los niveles de resistencia en pollos (medido al igual que la resistencia a vancomicina con la especie bacteriana *E. faecium*).

— Un caso singular y preocupante que hemos puesto de manifiesto es el relativamente rápido aumento de los niveles de resistencia frente a cefalosporinas de tercera generación, especialmente demostrado en aves. Es difícil asociar este fenómeno con el uso de los propios antimicrobianos, ya que por razones fundamentalmente económicas su empleo en avicultura es limitado, y por tanto hay que intentar entenderlo desde una perspectiva mucho más amplia que tenga en cuenta la movilización conjunta de genes de resistencia y la gran diversidad existente de genes que codifican betalactamasas de espectro ampliado, que son los responsables de la resistencia que exhiben las bacterias que los portan. Todas las

bacterias resistentes a cefalosporinas de tercera generación son multirresistentes, es decir, resistentes habitualmente a la mayor parte de las familias de antimicrobianos clásicos (tetraciclinas, sulfamidas, trimetoprim, penicilinas), lo que nos indica que el uso de cualquiera de ellos puede contribuir a su selección.

— No es posible hablar de resistencia a antimicrobianos sin dedicar unas líneas a las quinolonas, grupo de creciente utilización por su amplitud de espectro y facilidad de dosificación. Los datos de la Red VAV indican que existe una clara diferencia entre aves y cerdos con respecto a esta familia de antimicrobianos de síntesis, y que en ella se encuentra el segundo ejemplo en el que los niveles de resistencia son superiores en aves y que además son crecientes en los últimos años

PRESENTE Y FUTURO

La situación en la que nos encontramos en 2008 es muy diferente de la existente en 1996. En la UE se han puesto en marcha diversas iniciativas que han sido revisadas recientemente en una reunión celebrada en Bruselas (Meeting on the Review of work underway on Antimicrobial Resistance, Brussels, 17, January, 2008) y auspiciada por la Dirección General de Salud y Protección de los Consumidores de la U.E. (DG-SANCO)). En 2006 se ha creado el Laboratorio Central de Referencia para la Resistencia a los Antimicrobianos (CRL-AR), ubicado en el National Food Institute, Technical University de Dinamarca (<http://www.crl-ar.dana9.dk/>) En estos momentos, EFSA acaba de finalizar el periodo público de consulta de su documento titulado “Foodborne antimicrobial resistance as a biological hazard” en el que se analiza de forma específica la transmisión de bacterias resistentes en la parte final de la cadena alimentaria y empieza un grupo de trabajo sobre “Public health significance of meticillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA)”. Por su parte EMEA, a través de su Grupo Científico Asesor en Resistencias Antimicrobianas (SAGAM) ya ha completado varios informes sobre los grupos de antimicrobianos de mayor relevancia en Salud Pública, tales como

el denominado “Reflection paper on the use of third and fourth generation cephalosporins in food-producing animals in the European Union: development of resistance and impact on human and animal health”.

En segundo lugar, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Mundial de la Sanidad Animal (OIE) han establecido sendas relaciones de antimicrobianos considerados críticos para el tratamiento de personas (OMS) y de animales (OIE), que han sido analizadas conjuntamente en una reunión celebrada en Noviembre de 2007 en Roma. La comparación de ambas lista, permite corroborar que hay antimicrobianos que se consideran críticos para preservar la salud tanto de personas como de animales (aminoglucósidos, cefalosporinas, macrólidos, penicilinas y quinolonas) y que por tanto es necesario poner en marcha medida, que permitan mitigar la diseminación de las resistencias frente a ellos y mantener así su eficacia terapéutica.

Por último, otra actividad ligada con la anterior es la creación por parte de la Comisión del Codex Alimentarius de un Grupo de Trabajo sobre Resistencia Antimicrobiana (Task Force on Antimicrobial Resistance) en el que participan conjuntamente OIE, FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) y OMS. Este grupo de trabajo se estableció formalmente en una reunión celebrada en Seúl (Corea) en octubre de 2007 y se estructura en tres subgrupos de trabajo que se ocupan de diversas facetas del Análisis de Riesgo del desarrollo de resistencias a los antimicrobianos derivado de su uso en animales y plantas.

En definitiva, en los últimos veinte años hemos atravesado distintas etapas en el conocimiento de la resistencia bacteriana a los antimicrobianos, que continua siendo en el siglo XXI un problema relevante para la Salud Pública y en el que las Redes de Vigilancia Veterinaria de Resistencias deben seguir aportando datos útiles para conocer en detalle la situación, para orientar el diseño y la aplicación de medidas correctoras y para detectar oportunamente la aparición de nuevas amenazas derivadas de la enorme plasticidad del mundo microbiano con el que debemos convivir.

BIBLIOGRAFÍA

Commission Decision of 12 June 2007 on a harmonised monitoring of antimicrobial resistance in *Salmonella* in poultry and pigs (2007/407/EC), Official Journal of the European Union, 14.6.2007, L 153/26-29.

Commission Decision of 19 July 2007 concerning a financial contribution from the Community towards a survey on the prevalence and antimicrobial resistance of *Campylobacter* spp. in broiler flocks and on the prevalence of *Campylobacter* spp. and *Salmonella* spp. in broiler carcasses to be carried out in the Member States (2007/516/EC). Official Journal of the European Union, 21.7.2007, L 190/25-37.

European Food Safety Authority. Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Antimicrobial Resistance in the European Union in 2004. The EFSA Journal 2005 – 310.

Moreno, M. A., et al. Redes de vigilancia veterinaria de resistencias a los antimicrobianos, en: Antimicrobianos y antiparasitarios en medicina veterinaria. San Andrés, M. y Boggio, J.C. (Eds.), Editorial Intermédica, 2007, Buenos Aires, pp.: 719-732.

Report Joint Committee on the use of Antibiotics in Animal Husbandry and Veterinary Medicine. London, 1969.

FAO/WHO/OIE. 2008. Joint FAO/WHO/OIE Expert Meeting on Critically Important Antimicrobials. Report of a meeting held in FAO, Rome, Italy, 26-30 November 2007. FAO, Rome, Italy and WHO, Geneva, Switzerland.

Report from the Task Force on Zoonoses Data. Collection including guidance for harmonized monitoring and reporting of antimicrobial resistance in commensal *Escherichia coli* and *Enterococcus* spp. from food animals. The EFSA Journal (2008) 141: 1-44.

The Copenhagen Recommendations. Report from the Invitational EU Conference on The Microbial Threat. Copenhagen, Denmark, 9 - 10 September 1998.

MEMORIA DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS CURSO 2007-2008

El día 24 de octubre de 2007, tuvo lugar la inauguración del Curso Académico bajo la presidencia del Excmo. Sr. D. Carlos Luis de Cuenca y Esteban,

Después de unas breves palabras donde resaltó la importancia de la labor de nuestra Academia para la sociedad, cedió la palabra al Secretario General Excmo. Sr. D. Salvio Jiménez Pérez, para que hiciera una somera exposición de las actividades de La Real Academia durante el curso 2007-2008.

Se ha cumplido el programa previsto de discursos de ingreso y toma de posesión de Académicos, conferencias magistrales, sesiones científicas y otras actividades. Así mismo, se han celebrado reuniones periódicas y extraordinarias de las cinco Secciones que constituyen esta Real Academia para tratar diferentes asuntos relacionados con las competencias estatutarias de la Corporación.

Seguidamente se dio cuenta de la imposibilidad de efectuar la entrega de premios del curso 2007-2008 al no haber finalizado el proceso de selección, por lo que se posponía la entrega a fecha posterior.

A continuación dio la palabra al Académico de Número Excmo. Sr. D. Leopoldo Cuéllar Carrasco, para que diera lectura

al discurso reglamentario de apertura del curso académico, titulado “Bases anatómo fisiológicas de la piscicultura”.

El día 31 de octubre de 2007, el Académico de Número Excmo. Sr. D. Elías F. Rodríguez Ferri pronuncio la conferencia titulada “Nuevo brote de Tularemia en Castilla y León”.

El día 14 de noviembre de 2007, pronunció su discurso de ingreso como Académica de Honor, la Excm. Sra. D.^a Margarita Salas Falgueras, que versó sobre “El bacteriófago Ø29: Historia de un modelo”, siendo presentada por el Excmo. Sr. D. Carlos Luis de Cuenca y Esteban, Presidente de la Corporación.

El día 21 de noviembre de 2007, tuvo lugar la sesión necrológica en recuerdo del Excmo. Sr. D. Vicente Serrano Tomé, interviniendo los Excmos. Sres. Académicos de Número Doctores. Pérez García, (don Tomás), Pérez García, (D. José Manuel), Rodríguez Zazo así como D.^a Alicia Serrano Valín.

El día 28 de noviembre de 2007, el Académico de Número Excmo. Sr. D. José Alberto Rodríguez Zazo pronunció una conferencia sobre “La Veterinaria en la antigua Mesopotamia”.

El día 12 de diciembre de 2007 intervino el Excmo. Sr. D. José Manuel Pérez García con un discurso sobre “Los primeros catedráticos de las Facultades de Veterinaria, con especial referencia a los de Madrid”.

El día 19 de diciembre de 2007, pronunció una conferencia el Dr. En Medicina y Cirugía D. José Francisco Guijarro Escribano bajo el lema “Visión histórica de la angiología y su evolución terapéutica, hasta el siglo XVIII”.

El día 9 de enero de 2008, pronunció una conferencia sobre “Una visión sobre la pesca y la acuicultura. Principales desafíos”, D. Alberto López García-Asenjo.

El día 23 de enero de 2008, tuvo lugar la sesión necrológica en recuerdo del Excmo. Sr. D. José Ramón Prieto Herrero, in-

terviendo los Excmos. Sres. Académicos de Número Doctores. Ronda Laín, Mardonio Sevilla y García Partida, así como D. Manuel de la Viña.

El día 6 de febrero de 2008 pronunció una conferencia el Excmo. Sr. D. Juan Carlos Fontanillas Pérez, Académico Correspondiente de la Corporación, sobre “Helicitultura moderna en España”.

El día 13 de febrero de 2008, se procedió a la entrega de premios de la Corporación, ya que no fue posible entregarlos en la fecha prevista, de la apertura de curso como se anunció en esa sesión, que recayeron en “Dirección General de Ganadería” 2007-2008 D.^a Nelly Lucia Pereda Leyva, “Asociación Nacional de Veterinarios Jubilados”: 2007-2008 D. Josep Cerdà i Mulet.

Así mismo, en la misma sesión, pronunció una conferencia el Dr. Pedro Díaz Peralta, sobre “Globalización, seguridad alimentaria y seguridad jurídica”

El día 20 de febrero de 2008, tuvo lugar la sesión necrológica en recuerdo del Excmo. Sr. D. Rafael Jurado Couto, interviniendo los Excmos. Sres. Académicos de Número Doctores. Olías Pleite, Jiménez Pérez, Respaldiza Cardeñosa y Tarazona Lafarga, así como el Correspondiente San Andrés Larrea.

El día 5 de marzo de 2008, el Académico de Número Excmo. Sr. D. Félix Pérez y Pérez, disertó sobre “Avances en reproducción y problema que plantea su aplicación en la especie humana”.

El día 26 de marzo de 2008, tuvo lugar una sesión necrológica en recuerdo del Académico de Número Excmo. Sr. D. Eladio Casares Marcos, recientemente fallecido, interviniendo los Excmos. Sres. Académicos de Número D. Amalio de Juana Sardón, D. Paulino García Partida y D. Carlos Luis de Cuenca y Esteban, así como la Dra. Esther Gutiérrez Garde.

El día 2 de abril de 2008, Excmo. Sr. D. Carlos M. Corvalán Romero, Académico Correspondiente Extranjero, expuso el tema “La natación como método de entrenamiento y rehabilitación de los caballos”

El día 9 de abril de 2008 tomó posesión de la plaza de Académico de Número, en la Sección de Zootecnia el Excmo. Sr. D. Quintiliano Pérez Bonilla, dando lectura al preceptivo discurso de ingreso titulado: “Veterinaria y desarrollo económico español», corriendo la contestación a cargo del Excmo. Sr. D. Excmo. Sr. D. Carlos Luis de Cuenca y Esteban. Honraron con su presencia el Acto el Subsecretario de Agricultura, Pesca y Alimentación, D. Santiago Menéndez de Luarca, el Consejero de Transportes de la Comunidad de Madrid, D. Manuel Lamela. El discurso, de acuerdo con el Estatuto de la Corporación, fue publicado por el autor. Puede consultarse en la página Web de la Real Academia.

El día 16 de abril de 2008, se celebró una sesión para elegir nuevos Académicos de Número, que recayeron en los siguientes Sres.

Prof. Dr. Francisco Rojo Vázquez, Sección 4.^a
Dr. Luis Moreno Fernández-Caparrós, Sección 5.^a
Prof. Dr. Felipe Prieto Montaña, Sección 2.^a

Asimismo a propuesta de la Junta de Gobierno, se nombraron Académicos Correspondientes Extranjeros a los siguientes Sres.

Prof. Schurig, Gerhardt (EE. UU.)
Prof. Bridges, James W. (Reino Unido)
Prof. Fink-Gremmels, Johanna (Países Bajos)
Prof. Toutain, Pierre-Louis (Francia)
Prof. Brugère-Picoux, Jeanne (Francia)
Dr. Davoust, Bernard (Francia)
Prof. Roldán, Eduardo R. S. (Reino Unido)
Prof. Dr. Heriberto Rodríguez Martínez (Suecia)

El día 30 de abril de 2008, el Excmo. Sr. D. Julio Ponce Vázquez, Académico Correspondiente, pronuncio una conferencia sobre «Ejercicio físico, salud y calidad de vida. Acondicionamiento físico».

El día 7 de mayo de 2008, el Excmo. Sr. D. Miguel Ruiz Pérez, Académico Correspondiente, pronunció una conferencia sobre “Clínica en el siglo XXI”

El día 29 de mayo el Prof. Dr. D. Miguel Ángel Moreno Romo, disertó sobre “Red de vigilancia veterinaria de resistencias a antimicrobianos”.

El 4 de junio tuvo lugar una sesión necrológica en recuerdo del que fuera Académico de Número, Excmo. Sr. D. José Luis Castillo Castillo. Intervinieron en el acto los Excmos. Sres. D. Félix Pérez y Pérez, D. Julio Olías Pleite y D. Eduardo Respaldiza Cardeñosa, así como el Dr. José Luis Castillo Recarte.

El día 18 de junio de 2008, se celebró sesión solemne para la toma de posesión de su plaza como Académico Correspondiente extranjero el Prof. Dr. Gerhardt G. Schurig, dando lectura la conferencia preceptiva titulada: “RB51: pasado, presente y futuro”. Fue presentado por el Académico de Número Excmo. Sr. D. Elías Fernando Rodríguez Ferri.

