



EL FACTOR X

Demasiado Corazón

Tras el estreno de la película de Disney Secretariat, el caballo rojo vuelve a estar de moda con más de un millón de visualizaciones en youtube de su legendaria victoria en la Belmont Stakes de 1973. Mejor potro a dos años, caballo del año en 1972 y 1973 y ganador de la Triple Corona después de 25 años de la victoria de Citation en 1948.

Por Ana **BLASCO**

Retirado debido a una lesión a finales de 1973, sirvió como semental en Claiborne Farm hasta 1989, cuando hubo de ser sacrificado debido a una laminitis. Se le concedió el raro honor de ser enterrado completo, y no solo la cabeza, el corazón o los cascos como suele suceder con los campeones.

Si hubo anécdotas en su vida, también las hubo tras su muerte. El veterinario que realizó la necropsia, el Dr. Thomas Swerczek, reveló que el corazón de Secretariat era significativamente más grande de lo normal, aunque no registró su peso, si observó que estaba perfectamente sano. El mismo veterinario realizó en 1993 la necropsia de Sham, el gran rival de Secretariat en la Triple Corona del 73, declarando el

peso del corazón en 8,2 Kg., sobre la base de esta medición, estimó que el peso del corazón de Secretariat debía estar alrededor de los 10 Kg. Es más fácil la comparación teniendo en cuenta que la media de peso del corazón de un puro sangre está alrededor de los 3,8 Kg.

El hecho de que ambos caballos fueran nietos por su línea materna del gran Princequillo, vincularía el tamaño del corazón a una condición genética que se transmite principalmente a través de la línea materna, conocida como el factor X.

Cuando en 1932 se realizó la autopsia del caballo australiano Phar Lap, ganador de 37 carreras, encontraron que su corazón pesaba 6,4 Kg., casi el doble de la media normal en un puro sangre, lo que hizo que se estableciera en este país la hipótesis de que había algún tipo de relación entre el tamaño del corazón y la capacidad corredora de los caballos, y lo que es más importante a la larga, que la principal transmisora de estas cualidades es la madre. El Dr. Gus Cotharn, genetista de la Universidad de Kentucky, llegó a la conclusión de que si esta característica era debida a un gen ligado al sexo debía provenir de algún tipo de mutación genética de una sola fuente y que se ha ido transmitiendo tras generaciones asociado al cromosoma X.

Tras la muerte de Secretariat, Mariana Haun, estudiosa del llamado factor X investigó su genealogía, destacando en ella la presencia de una yegua inglesa llamada Pocahontas, nacida en 1837. Ella es quizás el ejemplar más influyente en la historia del puro sangre inglés como fundadora de la familia 3n, produciendo a tres grandes hijos, Stockwell, Rataplan, y King Tom y cinco hijas viables, entre ellas Araucaria, Ayacanora e Indiana. Stockwell es el más notable de los tres, ya que aparece en los pedigríes de Phalaris, Nearco, y Native Dancer. King Tom además de ganar dos veces la estadística de sementales fue el mejor abuelo materno de los tres.

Se cree que Pocahontas pudo ser portadora del factor X, adquirido a través de las descendientes femeninas de Eclipse del que se encuentran 13 cruces en su genealogía. Este caballo nacido en 1764 e imbatido en sus 18 carreras

fue el primero en el que se encontró un corazón mucho más grande que en otros caballos de la época. A su muerte en 1789 el cirujano que realizó la extracción en Londres dejó documentado un peso 6,3 Kg.

Muchos sementales han tenido múltiples cruces de Pocahontas en su genealogía, incluyendo a The Tetrarch (7), Man O' War (9), Precipitation (27), Nearco (37), Raise A Native (175), Northern Dancer (272) Mr. Prospector (353) y el propio Secretariat (249).

LA TRANSMISION GENETICA

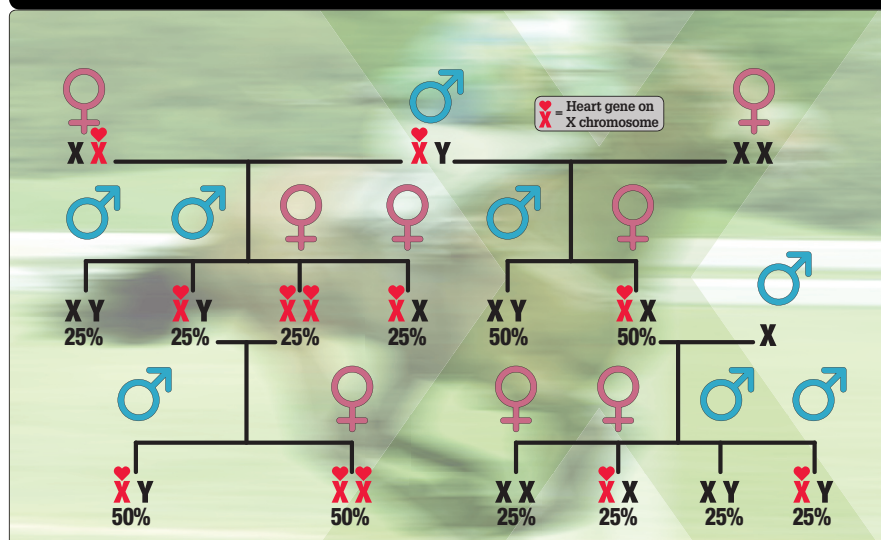
Los genes se heredan de padres a hijos durante cientos de generaciones sin sufrir modificaciones, por lo que las diferencias de unos individuos a otros varían en función de las combinaciones.

En los caballos la información genética se distribuye en 64 cromosomas, presentes en todas las células, en realidad 32 pares, de los que la mitad de la información proviene del padre y la otra mitad de la madre. Entre individuos la variabilidad de la información genética es mínima y se encuentra principalmente en el núcleo celular, aunque existe otro tipo de ADN que se localiza en las mitocondrias, orgánulos citoplasmáticos responsables de la transformación de energía dentro de la célula.

Las células se dividen mediante un proceso llamado mitosis, dando como resultado células idénticas con 64 cromosomas, mientras que los gametos o células reproductivas se producen por un proceso llamado meiosis, y en ellas sólo se encuentran 32 cromosomas.

El sexo de un potro vendrá determinado por la contribución genética masculina, dependiendo de que el espermatozoide aporte un cromosoma X o un Y, ya que el óvulo sólo podrá aportar cromosoma X. Por lo tanto estadísticamente el 50 % de la descendencia serán machos con configuración XY, y el otro 50 % hembras con configuración XX. Siendo iguales las X aportadas por la madre y el padre mientras que el cromosoma Y aporta menor cantidad de información genética. La Universidad de Cornell ha concluido en sus estudios e investigaciones que el cromosoma X tiene más influencia en la conformación del cuerpo físico del equino que el cromosoma Y. Un boletín científico de

Transmisión del Factor X, según las leyes de la herencia de Mendel.



1996, publicado por Hunter Genetics en Nueva Gales del Sur, Australia, sostiene que algunos genes, como el de la inteligencia, son portados en el cromosoma X así como el de tamaño del corazón y otros que tienen que ver con la conformación física del animal, rasgos como el tamaño, la forma de la cabeza, la línea dorsal, los movimientos del tren anterior, ciertas formas de andar y la forma de las orejas, rasgo al parecer no carente de importancia, y que fue

seguido por la propia Penny Chennery, propietaria de Meadows Farm y criadora de Secretariat, que observó las orejas de diferentes líneas, y encontró que este método era absolutamente preciso, si un caballo hereda unas orejas específicas entonces tendrá un tamaño cardíaco similar. El doctor Gus Cothran definió que la forma de las orejas es como un marcador físico para las características genéticas del cromosoma X. Es un hecho que el cromosoma X es un



LOS GENES SE HEREDAN DE PADRES A HIJOS DURANTE CIENTOS DE GENERACIONES SIN SUFRIR MODIFICACIONES, POR LO QUE LAS DIFERENCIAS DE UNOS INDIVIDUOS A OTROS VARÍAN EN FUNCIÓN DE LAS COMBINACIONES.

cría → REPORTAJE

70% más grande que el cromosoma Y y por esto puede aportar hasta el 70% de las características a la cría.

Los estudios indican que el tamaño del corazón está regido por un gen localizado en el cromosoma X, de este modo podemos hablar de cromosoma XC (portador del gen de corazón grande) y cromosoma Xc (no portador).

En el caso de un macho portador del factor X, obligatoriamente lo debe haber adquirido a través de su madre. Sin embargo una hembra portadora lo podrá adquirir tanto de su madre como de su padre, o incluso de ambos, dándose el caso especial de las hembras doble copia (XC,XC), siendo este uno de los casos más apreciados para la cría del pura sangre, conocidas como súper reproductoras.

Los hijos machos que sean portadores del cromosoma XC lo expresarán en el 100% de los casos, ya que no habrá información genética en el cromosoma Y que pueda enmascarar este carácter. Las hijas de sementales portadores del factor X llevarán una copia del corazón grande (XC). Su tejido cardíaco expresará este gen o no dependiendo de su otra copia X. Las yeguas de copia simple tienen una posibilidad del 50% de expresar el corazón grande. Las yeguas copia sencilla que expresan el corazón normal no pierden la condición de portadoras y por tanto po-



El corazón de Phar Lap, conservado en el Museo de Melbourne.

CUANDO EN 1932 SE REALIZÓ LA AUTOPSIA DEL CABALLO AUSTRALIANO PHAR LAP, GANADOR DE 37 CARRERAS, ENCONTRARON QUE SU CORAZÓN PESABA 6,4 KG., CASI EL DOBLE DE LA MEDIA NORMAL EN UN PURA SANGRE

sibles transmisoras de esta característica, pero funcionarán físicamente como una yegua que tiene un gen normal de corazón sobre ambos cromosomas X. Las hijas de yeguas de copia simple cruzadas con sementales normales deberían mostrar el modelo siguiente. El 50 % llevará cromosoma portador XC, de ellas la mitad expresa el corazón grande, y la otra mitad expresa el corazón normal. El 50 % llevará el cromosoma Xc y expresará el corazón normal.

Este corazón no expresado en portadoras del XC enmascarado o recesivo puede explicar por qué la propia hermana de Secretariat, The Bride, no fue ganadora sobre la pista pero fue capaz de producir ganadores de grupo. Puede

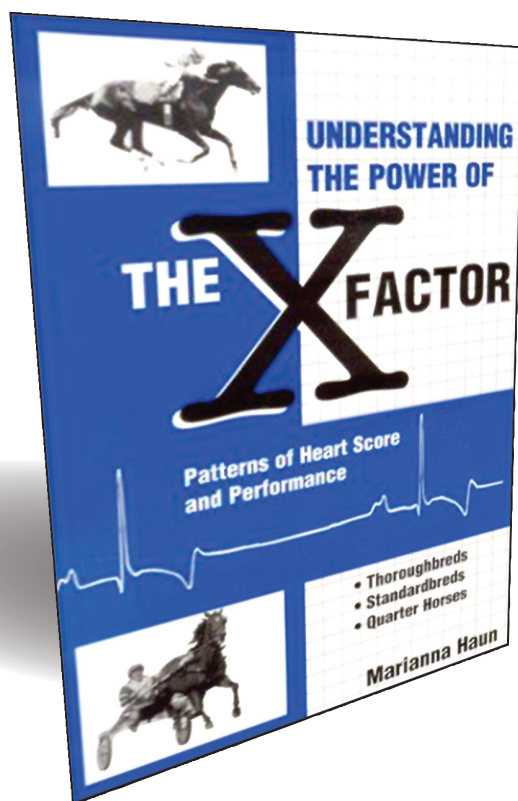
haber sido, por lo tanto, una portadora con el gen XC recesivo o no expresado que lo ha transmitido a su descendencia. También puede ser que simplemente no tuviera un buen entrenamiento y de este modo no desarrollara todo su potencial.

LOS ESTUDIOS GÉNETICOS

Marianna Haun publicó en 1997 su libro en el que hacía alusión a la importancia del corazón en los Pura Sangre Inglés y a que esta característica genética está relacionada con el cromosoma X, transmitido por las yeguas y aquellos hijos de éstas que poseían un corazón de mayor tamaño a lo habitual.

El hallazgo de corazones de gran tamaño en algunos ejemplares de gran trayectoria deportiva, hizo aumentar el interés por desarrollar estudios sobre la transmisión de estos rasgos a la descendencia y la investigación de pedigrís para potenciar las buenas cualidades de los campeones al elegir los cruces.

En un principio sólo las estadísticas del número de hijos ganadores hacían pensar que una madre podría estar transmitiendo las características deseadas a su descendencia. Actualmente el tamaño del corazón puede medirse mediante ecografías y electrocardiogramas. Estas mediciones comienzan en 1950 en Australia gracias al Dr. James Steel, un profesor de medicina veterinaria de la Universidad de Sydney que trabajó la medición del "Heart Score" con el electrocardiograma (ECG). En un importante informe de sus hallazgos en 2.500 caballos, publicó la evidente relación de esta medida cardíaca con el rendimiento deportivo. Hubo una excelente correlación entre score cardíaco y el tamaño real observado post-mortem. Así, un Score cardíaco más alto significa un corazón más grande y un volumen mayor de sangre puesta en circulación con cada bombeo. Cuando una puntuación es de 100 frente a una 120, el gasto cardíaco se duplica a igual



MARIANNA HAUN PUBLICÓ EN 1997 SU LIBRO EN EL QUE HACÍA ALUSIÓN A LA IMPORTANCIA DEL CORAZÓN EN LOS PURA SANGRE INGLÉS Y A QUE ESTA CARACTERÍSTICA GENÉTICA ESTÁ RELACIONADA CON EL CROMOSOMA X, TRANSMITIDO POR LAS YEGUAS Y AQUELLOS HIJOS DE ÉSTAS QUE POSEÍAN UN CORAZÓN DE MAYOR TAMAÑO A LO HABITUAL.

esfuerzo. El potencial para mejorar el rendimiento es evidente.

Estos estudios australianos clasifican el tamaño del corazón dentro de unos rangos por su medida de score cardíaco. El corazón será clasificado como pequeño con mediciones por debajo de 103, corazones normales serán los que obtengan mediciones de 104 a 116. Para las hembras se consideran normales mediciones hasta 117 y grandes por encima de ésta. En machos se considera grande a partir de un score de 120.

Actualmente el estudio del factor X sigue dos líneas, El Dr. Gus Cothran de la Universidad de Kentucky, se decanta por la investigación genética. El enfoque aquí es definir el marcador genético de la herencia mediante análisis de ADN.

La otra línea de estudio es la determinación de la medición cardíaca en individuos que se ajusten a los criterios de la familia para su inclusión en el conjunto de datos, estudio realizado por el Dr. Fregin, director del Marion du Pont Scott Equine Medical Center en Leesburg, Virginia y su esposa Laura, colaboradores de Marianna Haun y que utilizan los mismos métodos que comenzaron los australianos, centrando su estudio en caballos en entrenamiento de la zona de California. Este equipo ha medido más de 1.000 caballos, pudiendo establecer que el factor X es 100% consistente, es decir, que no han encontrado un caballo con corazón grande que no tenga un antepasado con las mismas características. Además, una vez identificados los ejemplares que poseen este gen en el pedigrí, se ha podido observar que éste ha sido heredado, precisamente siguiendo las leyes establecidas por Mendel.

Una vez comprobada la correlación entre el tamaño del corazón y el rendimiento deportivo, el siguiente paso sería comprobar su transmisión entre generaciones, para ello se retrocedió en las genealogías de varias familias. De gran interés es la asociación de las cuatro líneas de sementales más importantes que contribuyen en gran medida al concepto de transmisión ligada al sexo del carácter genético del corazón grande.

En la línea de Princequillo, además de Secretariat y Sham, nos encontramos con otros grandes como Mill Reef y Key to the Mint. La línea de War



Para el Dr. Gus Cothran la forma de las orejas es un marcador físico del cromosoma X.

Admiral está representada por Seattle Slew, Hoist the Flag y Buckpasser, entre otros. En la línea de Blue Larkspur nos encontramos con Mr. Prospector y Halo y muchos otros. Finalmente los descendientes de Mahmoud incluyen a Northern Dancer, Gallant Man y Rahy. Algunos de estos caballos aparecen en más de una de estas cuatro líneas. La abrumadora mayoría de esos destacados abuelos maternos descienden de hijas de destacados abuelos maternos.

Algunos reproductores portadores del factor X y su score medido o teórico son Buckpasser 150 aprox. Prince-

EL DR. GUS COTHAN DE LA UNIVERSIDAD DE KENTUCKY, SE DECANTA POR LA INVESTIGACIÓN GENÉTICA. EL ENFOQUE AQUÍ ES DEFINIR EL MARCADOR GENÉTICO DE LA HERENCIA MEDIANTE ANÁLISIS DE ADN.

quillo 147-160. War Admiral 140-150. Blue Larkspur 140-150. Mahmoud 140-150. Key To The Mint 157-160, Sir Gaylord 137-140 y Secretariat que oscilaría entre 160 y 180.

Marianna Haun ha determinado también una tabla de unas 200 madres doble copia, entre las que destacan La Troienne (produjo 14 crías con 10 ganadores incluyendo 5 ganadores de Stakes y 7 de sus hijas produjeron 15 ganadores de Stakes adicionales). Selenie (madre de Hyperion, Pharamond y Sickle), Plucky Liege (madre de Sir Gallahad, Bull Dog, y Admiral Drake), Almahmoud y su hija Natalma (Madre de Northern Dancer), Bloodroot, Busanda, Six Crowns, Sequence, Weekend Surprise. Myrtlewood, Alluvial, Aspidistra, My Charmer, Rough Shod,

CONCLUSIONES

Es indispensable un mayor tamaño del corazón para una mejor carrera deportiva? El hecho probado es que la fatiga está directamente relacionada a la menor difusión de oxígeno distribuido a lo largo del cuerpo por el sistema cardiovascular, y que por lo tanto, un mayor corazón estaría bombeando más sangre a lo largo del sistema proporcionando una mayor potencia aeróbica y reduciendo la fatiga, lo que mejoraría el rendimiento, pero no es absolutamente determinante, ya que hay que tener en

cuenta la influencia de la conformación física, la capacidad pulmonar, estilo de correr, actitud, y entrenamiento. Un corazón grande no garantiza que un caballo vaya a destacar en la competición, pero sí constituye por sí misma una gran ventaja. Además de un patrón de rendimiento, también hay un impacto positivo sobre los ingresos de caballos con corazón más grande. En estudios científicos llevados a cabo en Dinamarca por Nielsen y Vibe-Petersen, de la Universidad Real de Veterinaria y Agricultura de Copenhague,

se observa una correlación positiva entre los ingresos y las mediciones cardíacas más altas. En este estudio se describe que 41 sementales con score cardíaco por encima de 115 ganaban más del doble que 81 caballos con puntuaciones por debajo de 115. Conseguir ejemplares con esta característica genética debe ser por tanto un factor importante a tener en cuenta en la cría, y para ello es fundamental el estudio de los pedigrís y la selección de las yeguas utilizadas como reproductoras.