

- **Materia: FISILOGIA DE LA REPRODUCCION ANIMAL I**
- **Tema: DIFERENCIACIÓN DEL MACHO Y LA HEMBRA**
- **Carrera: MVZ**
- **Cuatrimestre: 3°**
- **Alumno: Alexa yomara Téllez Méndez**

DIFERENCIACIÓN DEL MACHO Y LA HEMBRA

Desde el punto de vista evolutivo, la reproducción es el propósito fundamental de la vida, la evolución ha sido verdaderamente creativa. Existen dos grandes grupos de organismos, los de reproducción sexual y los asexuales. Dentro del primero, la mayoría de las especies se dividen en dos sexos; sin embargo existen especies que tienen más de dos. Para determinar el sexo de un organismo hay una gran variedad de mecanismos y estrategias. Entre ellos se encuentran la determinación del sexo por la temperatura a la cual se desarrolla el embrión, por el balance entre machos y hembras que existe en la vecindad, por el tamaño de un individuo con respecto a su pareja, por la presencia de uno o varios genes, por la cantidad de ciertos genes con respecto a otros. En esta revisión nos enfocaremos a lo que se conoce sobre la reproducción y determinación sexual en mamíferos.

Los mamíferos nos reproducimos sexualmente, y generalmente tenemos sólo dos sexos. Cada sexo produce un tipo específico de gameto (ovocito y espermatozoide) y se requiere la fusión de ambos para generar a un nuevo individuo. Así como la naturaleza ha sido creativa para establecer los diversos mecanismos de determinación sexual, los humanos hemos sido creativos en la generación de ideas para explicar cómo se determina el sexo. También se ha creído que son factores nutricionales los que determinan el sexo, proponiéndose un sinnúmero de dietas para la obtención de descendencia de uno u otro sexo. Con el avance en la citología, la genética y la biología molecular, se pudieron finalmente dar respuesta con bases científicas, y hoy sabemos que determinación está dada por componentes genéticos.

En el humano, los *primordios gonadales* (tejidos que dan origen a los testículos u ovarios) son estructuralmente idénticos en machos y hembras hasta alrededor de la séptima semana de gestación.

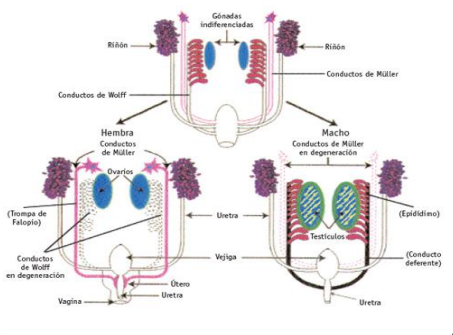
La diferencia fundamental entre machos y hembras es que los machos tienen testículos y las hembras ovarios. Sin embargo, esta diferencia no existe desde el momento de la fecundación, sino que se genera en etapas más avanzadas del desarrollo. En el humano, los *primordios gonadales* (tejidos que dan origen a los testículos u ovarios) son estructuralmente idénticos en machos y hembras hasta alrededor de la séptima semana de gestación (lo que en el ratón equivale a los 11.5 días de gestación). Días más tarde (en ratón, a los 12.5 días de gestación), los testículos empiezan a ser distinguibles por la formación de los llamados cordones testiculares, que más tarde formarán los llamados tubos seminíferos. En las hembras, las gónadas permanecen sin cambios morfológicos por más tiempo: su transformación en ovario no es apreciable sino hasta días más tarde, cuando sus células germinales entran en el proceso de división celular conocido como meiosis. Las gónadas están compuestas por tres diferentes tipos celulares:

- 1) Las células de “soporte”, conocidas en el macho como células de Sertoli y en la hembra como células de la granulosa.
- 2) Las células productoras de esteroides, denominadas en el macho células de Leydig, y en la hembra células de la teca.
- 3) Las células germinales, que en el macho dan origen a los espermatozoides y en la hembra a los ovocitos.

Además de las gónadas, otras diferencias sexuales se dan en los conductos sexuales por los cuales los gametos salen de las gónadas. En el caso de los machos, éstos son el conducto eferente, el epidídimo y el conducto deferente, los cuales se originan a partir del conducto de Wolff. En hembras, el conducto de Müller origina al oviducto y al útero. El conducto de Wolff y el conducto de Müller se desarrollan tanto en embriones hembra como en macho; sin embargo, dependiendo del tipo de gónada que se forme, uno de los dos conductos desaparece. En machos, la hormona antimülleriana producida por las células de Sertoli en el testículo provoca la degeneración de los conductos de Müller.

Por otro lado, la testosterona producida por las células de Leydig promueve el desarrollo y masculinización de los conductos de Wolff. En hembras, los conductos de Wolff se degeneran por la ausencia de testosterona mientras que los de Müller se mantienen, ya que no hay producción de hormona antimülleriana.

Se observó que las hembras y los machos de algunos insectos tenían diferente número de cromosomas. Las hembras tenían 24, los cuales durante la meiosis se apareaban en 12 pares, y los machos tenían 23, los cuales se apareaban en 11 pares, quedando un cromosoma solitario. A este cromosoma solitario se le llamó *cromosoma accesorio* o *cromosoma X*. Se dijo que este cromosoma X era el que determinaba el sexo; por primera vez se proponían bases genéticas a la determinación sexual. En los mamíferos la determinación primaria del sexo es estrictamente cromosomal, y en la mayoría de los casos un individuo con dos cromosomas sexuales XX será hembra, mientras que con un cromosoma sexual X y otro Y (XY) será macho.



Las células germinales primordiales son las precursoras de los gametos femeninos y masculinos, óvulo y espermatozoides, respectivamente. La relevancia biológica de este tipo celular se hace evidente cuando pensamos que son estas células las que nos permiten preservar a las especies e incrementar la variabilidad genética de las mismas, mediante la formación de nuevos individuos.

Las células germinales primordiales son las únicas que llevan a cabo un proceso de división celular muy particular conocido como meiosis. Las células somáticas (todas las que forman el organismo, excepto los óvulos y espermatozoides) tienen dos

copias del genoma (son diploides): una copia de origen materno y la otra de origen paterno.



Para dividirse, cada célula duplica previamente su material genético, por lo que transitoriamente tiene cuatro copias de material genético (es tetraploide). Cuando la célula se divide en dos, cada célula somática “hija” se queda con la mitad del material genético, por lo que será nuevamente diploide. Esto se conoce como mitosis. La meiosis consiste en formar células con una sola copia del genoma (haploides) a partir de una célula diploide. La meiosis consta de dos fases sucesivas. En la primera fase, una célula germinal diploide que inicia la meiosis también duplica su material genético, convirtiéndose transitoriamente en tetraploide, y al dividirse da origen a dos células diploides. Esto es similar a lo que ocurre para la división mitótica; sin embargo, durante la primera fase de la meiosis ocurre además un evento particular de este proceso previo a la división celular: el intercambio de segmentos equivalentes entre las copias homólogas de los cromosomas. Este evento da lugar a un incremento en la variabilidad genética de los gametos a formar, pues mezcla características de origen paterno y materno. Las células que salen de la primera división meiótica, diploides, entran en la segunda fase de la meiosis, caracterizada por la división de su material genético seguida de una división celular, sin que haya síntesis previa de material genético, por lo que al final cada célula posee una sola copia del genoma (es haploide). Así que por cada célula germinal diploide que inicie la meiosis deberán obtenerse cuatro células haploides.

En el caso de la línea germinal masculina, cada célula germinal diploide origina cuatro espermatozoides funcionales. En la línea germinal femenina, sólo una de las cuatro células haploides formadas da lugar a un ovocito funcional, pues las otras tres ceden todos sus nutrientes a ésta. Las células somáticas (todas las que forman al organismo, excepto los óvulos y espermatozoides) tienen dos copias del genoma (son diploides) una copia de origen materno y la otra de origen paterno.

En anfibios y peces, componentes citoplasmáticos del huevo (llamados plasma germinal) determinan tempranamente en el desarrollo cómo y dónde se formarán las células germinales primordiales (en algunos casos incluso antes de la fertilización). En contraste, en los mamíferos no parece haber determinantes citoplásmicos que definan a este tipo celular y su determinación se realiza relativamente tarde en el desarrollo. Actualmente sabemos que en el ratón la combinación de información provista por un determinado microambiente es lo que determina su línea germinal. En el ratón, las células germinales primordiales se determinan alrededor del día 7.25 de gestación, en la base del alantoides, una estructura extraembrionaria localizada en la región posterior del embrión, de la cual derivará el cordón umbilical.

Bibliografía

Diana Escalante-Alcalde. (1999). Differential expression of SOX9 in gonads of the sea turtle *Lepidochelys olivacea* at male- or female-promoting temperatures. En R. R.-L. Anderson, *Mouse primordial germ cells lacking beta1 integrins enter the germline but fail to migrate normally to the gonads* (pág. 1160). USA: Development 130.