

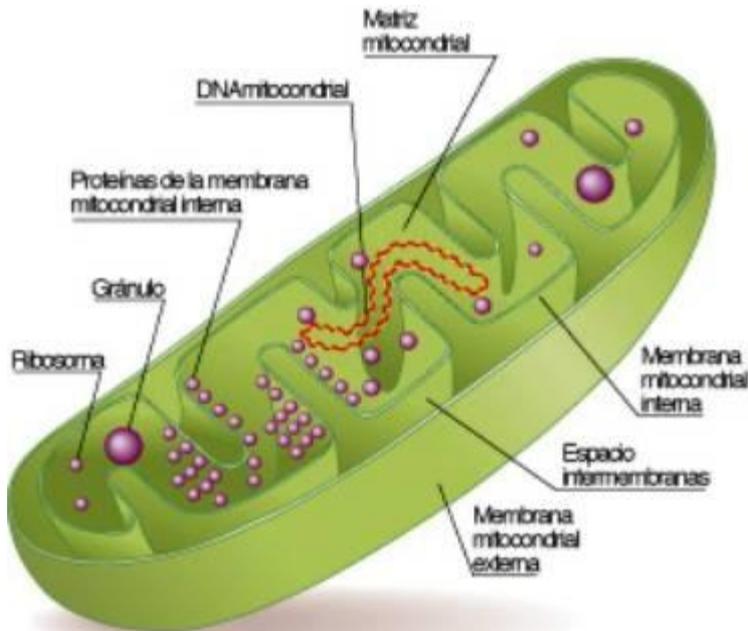
El ADN mitocondrial y el origen del Homo Sapiens

http://www.mundohistoria.org/blog/articulos_web/adn-mitocondrial-origen-del-homo-sapiens

Gracias a los modernos avances en la genética, los antropólogos pueden ahora verificar o comprobar los datos de fósiles humanos y de sus rudimentarias herramientas, con la evidencia genética que se puede hallar en el ADN de los restos óseos.

Pero que es el ADN mitocondrial?

Nuestras células sexuales (gametos) tienen 23 cromosomas en sus núcleos (la mitad del resto de las células del cuerpo). El producirse la unión de óvulo y espermatozoide, se produce la meiosis, en la cual, la información de los 23 pares de cromosomas (padre y madre) se recombinan a nivel nuclear solamente. Pero existe además del ADN nuclear, un ADN mitocondrial (un bolsa dentro del citoplasma de las células), el cual durante la concepción, desaparece el del padre, pero persiste el ADN mitocondrial de la madre.



El ADN mitocondrial es útil para el estudio evolutivo, en primer lugar, porque su variabilidad depende exclusivamente de las mutaciones, ya que no sufre el ya mencionado proceso de recombinación durante la concepción. En segundo lugar, permite un seguimiento de la línea materna evolutiva, pero solamente se podría estudiar en zonas que se saben estuvieron habitadas por mujeres, por lo que podría traer fallas, en caso de que la población femenina fuera mayor a la masculina. Aquellas regiones donde el ADN m. presentan mayor variabilidad, significaran que allí se han producido

mayores mutaciones en el tiempo, por tanto serán más antigua, rastreándose así nuestra posible zona de origen.

El número de genes en el ADN mitocondrial es de 37, frente a los 20.000 - 25.000 genes del ADN cromosómico nuclear humano.

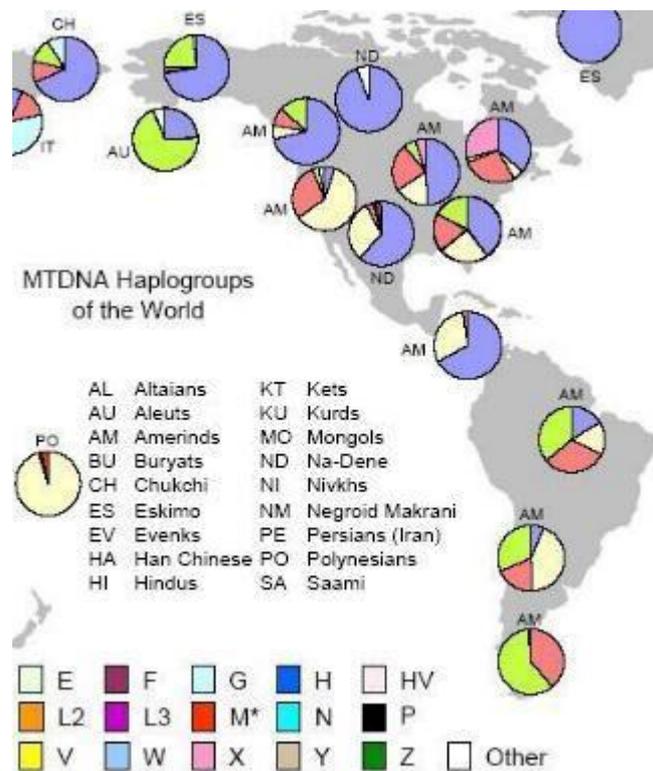
Recapitulando un poco este complicado tema, la herencia mitocondrial es **matrilineal**, es decir, el ADN mitocondrial se hereda solo por vía materna. Tradicionalmente se ha considerado que cuando un espermatozoide (célula reproductora masculina) fecunda un óvulo (célula reproductora femenina)



se desprende de su cola y de todo su material celular, excepto del núcleo que contiene el ADN nuclear, con lo cual en el desarrollo del cigoto sólo intervendrán las mitocondrias contenidas en el óvulo. Sin embargo, actualmente se ha demostrado que las mitocondrias del espermatozoide pueden penetrar en el óvulo, pero no llegan a heredarse al ser marcadas por ubiquitinación y degradadas .

Otra característica importante del ADN mitocondrial, ya mencionada, es que no se recombina. Ello implica que los únicos cambios que haya podido haber en el ADN mitocondrial se deben exclusivamente a mutaciones a lo largo de multitud de generaciones. Los cálculos estadísticos que se han realizado informan que, en los mamíferos y en concreto en el hombre, cada 10.000 años aproximadamente surge una mutación en una de las bases del ADN mitocondrial (esto no es del todo cierto, aunque sí lo es para el fragmento que más mutaciones sufre, que consta de unos 500 pares de bases). Es decir, la diferencia entre una mujer que hubiera nacido hace 40.000 años y un descendiente directo por vía materna que viviera en la actualidad sería por término medio de 4 bases. De hecho, un estudio realizado en los ADN mitocondriales de los europeos (Bryan Sykes) asegura que todos los europeos provienen de siete mujeres, las siete hijas de Eva. La más antigua

habría vivido hace 45.000 años y la más moderna hace unos 15.000 años. La Eva mitocondrial, la antepasada común más moderna de todos los seres humanos que hay en el mundo, se remontaría de este modo a unos



150.000 años a 200.000 años.

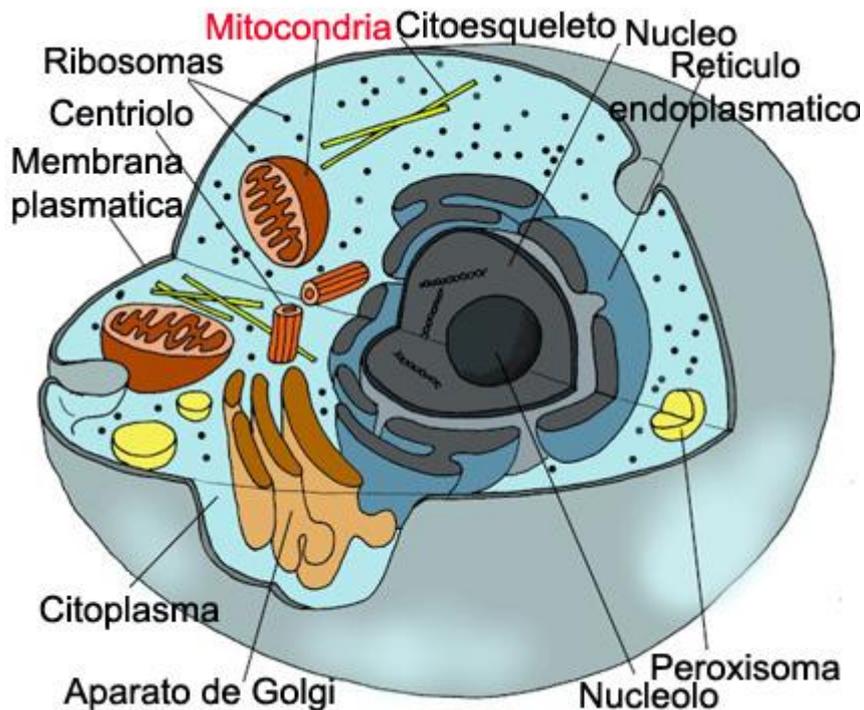
Podemos resumir los resultados de estos estudios en dos puntos, primero, se ha confirmado la existencia de dos grandes grupos en cuanto al parecido del ADN mitocondrial. Un de estos ADNm es de origen africano solo, el otro grupo de ADNm es el del resto de procedencias del que los Homo emigraron de África. El segunda resultado es la variabilidad dentro de cada uno de estos dos grupos, donde el ADNm africano presenta más variaciones respecto al ADNm del resto del mundo.

Eva mitocondrial habría sido una mujer africana, que según la teoría genetista, correspondería en la evolución humana al ancestro femenino que poseía las mitocondrias del cual descienden todas las mitocondrias de la población humana actual. Por ello, si seguimos la línea genealógica por vía materna de cada persona en el árbol genealógico de toda la humanidad, Eva mitocondrial correspondería a un único antepasado femenino de la que diverge toda la población actual de Homo sapiens (seres humanos).

Basándose en la técnica de Reloj molecular (molecular clock en inglés), los investigadores creen que Eva vivió aproximadamente hace 150.000 años o como máximo 200.000 años.

Una comparación del ADN mitocondrial de distintas etnias de diferentes regiones, sugiere que todas las secuencias de este ADN tienen envoltura molecular en una secuencia ancestral común. Asumiendo que este se obtiene sólo de la madre, estos hallazgos implicarían que todos los humanos vivos descienden en última instancia de una mujer, sin descartar absolutamente la posibilidad de que ella haya podido ser una hembra prehumana.

Sabemos de Eva a causa de las mitocondrias (un orgánulo celular) que sólo se pasan de la madre a la prole. Cada mitocondria contiene ADN mitocondrial y la comparación de las secuencias de este ADN revela una filogenia molecular.



La **Eva mitocondrial** recibe su nombre de **la Eva** que se relata en el libro del Génesis de la Biblia. Esto ha llevado a **algunos malentendidos entre el público general**. Un error común es creer que Eva fue el único ancestro femenino viviendo en su tiempo. Es muy probable que muchas mujeres anteriores a Eva y también muchas pertenecientes a aquella época, hayan tenido descendencia hasta cierto momento en el pasado. Sin embargo, solo la Eva mitocondrial produjo una línea completa de hijas mujeres hasta nuestros tiempos; por lo cual es el ancestro femenino del cual proviene toda la población actual.

El fundamento del linaje de la Eva mitocondrial, es que al revisar el árbol genealógico de todos los seres humanos que viven en la actualidad (a través de la genética), si se sigue una línea de cada individuo a su madre, y si estas líneas se continúan desde cada una de esas madres a sus

respectivas madres, se estará retrocediendo en el tiempo y todas las líneas convergerán en un punto en que todas las hijas comparten la misma madre. En este seguimiento, cuanto más se retroceda en el tiempo, menos linajes quedarán hasta que quede solo uno; el cual correspondería a la Eva mitocondrial.

Por ello, cuanto más pequeña es una población, más rápidamente converge el ADN mitocondrial; las migraciones de pequeños grupos de personas derivan (Deriva genética) luego de unas pocas generaciones hacia un ADN mitocondrial común. Esto sirve como sustento a la teoría del origen común (Single-origin hypothesis en inglés). Esta teoría plantea que los seres humanos modernos (Homo sapiens) se originaron en África entre los 100.000 y 200.000 años.

Así como las mitocondrias se heredan por vía materna, los cromosomas Y se heredan por vía paterna. Por lo tanto es válido aplicar los mismos principios con estos. El ancestro común más cercano por vía paterna ha sido apodado Adán cromosomal-Y. Sin embargo, es muy importante aclarar que no vivió en la misma época que la Eva mitocondrial. Por el contrario, su existencia fue por lo menos 50 mil años más reciente.

TEORÍA DEL ORIGEN COMÚN

Los humanos modernos se originaron en África hace 200.000-250.000 años, comenzando a emigrar de ese continente desde hace 100.000 y 60.000 años. Las especies que habitaban ya fuera de África (Homo erectus y Neanderthal), también tuvieron su origen común africano, seguramente del Homo ergaster. Se supone que el Homo sapiens fue reemplazando a H. erectus y H. Neanderthal progresivamente.

Eva mitocondrial

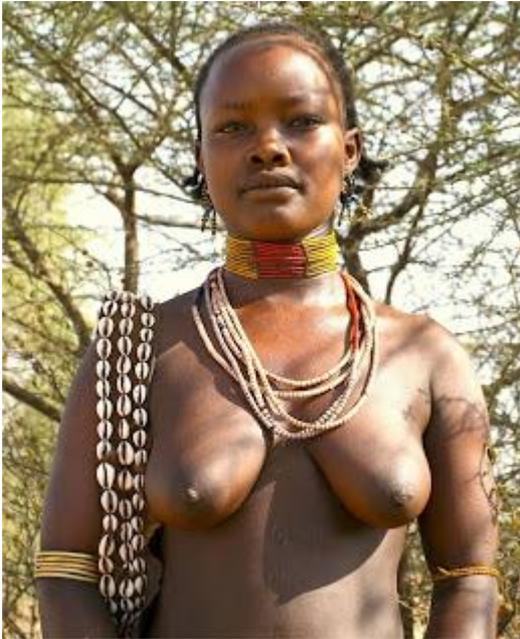
Ascendencia mitocondrial africana.

De Wikipedia, la enciclopedia libre

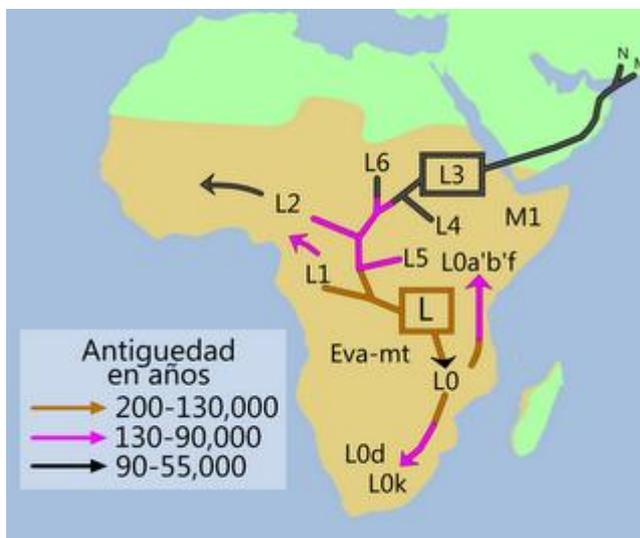
La **Eva mitocondrial**, según la genética humana, fue una mujer africana que, en la evolución humana, correspondería al ancestro común más reciente femenino que poseía las mitocondrias de las cuales descienden todas las de la población humana actual.

La Eva mitocondrial recibe su nombre de la Eva que se relata en el libro del *Génesis* de la *Biblia*.

Al seguir la línea genealógica por vía materna de cada persona en el árbol genealógico de toda la humanidad, la Eva mitocondrial correspondería a un único antepasado femenino de la cual desciende toda la población actual de seres humanos (*Homo sapiens*).



Basándose en la técnica de reloj molecular, investigaciones recientes (2009) estiman que este ancestro vivió hace aproximadamente 200.000 años,¹ lo que corrobora los primeros cálculos proyectados en 1987.² La región más probable en que se originó es el África Oriental.³



Una comparación del ADN mitocondrial de distintas etnias de diferentes regiones sugiere que todas las secuencias de este ADN tienen envoltura molecular en una secuencia ancestral común. Asumiendo que el genoma mitocondrial sólo se puede obtener de la madre, estos hallazgos implicarían que todos los seres humanos tienen una

ascendente femenina común por vía puramente materna cuando ya habrían

existido los primeros y más primitivos *Homo sapiens*, tales como el *Homo sapiens idaltu*

Uno de los errores más comunes es creer que la Eva mitocondrial era la única mujer viva en el momento de su existencia y que es la única mujer que tuvo descendencia hasta la actualidad. Estudios nucleares de ADN indican que el tamaño de la población humana antigua nunca cayó por debajo de algunas decenas de miles de personas, y, por lo tanto, había muchas otras mujeres con descendientes vivos hasta hoy, pero que en algún lugar en todas sus líneas de descendencia hay por lo menos una generación sin descendencia femenina pero sí masculina, por lo tanto no se mantuvo su ADN mitocondrial pero sí su ADN cromosómico.

Descendencia por línea mitocondrial



Migraciones humanas en todo el mundo según los datos del ADN mitocondrial, que al heredarse por vía materna, permite analizar las líneas matrilineales del ser humano hasta sus orígenes.

Se sabe de esta Eva a causa del genoma contenido en las mitocondrias (orgánulo presente en todas las células) que sólo se transmite de la madre a la prole. Cada mitocondria contiene ADN mitocondrial, y la comparación de las secuencias de este ADN revela una filogenia molecular.

Aunque no se puede descartar que la Eva mitocondrial haya sido el único ancestro femenino que vivió en su época, es probable que haya habido mujeres anteriores a la Eva mitocondrial y también otras pertenecientes a aquella época que hayan tenido descendencia hasta cierto momento en el pasado. Sin embargo, sólo la Eva mitocondrial produjo una línea completa de hijas hasta nuestros tiempos; por lo cual es el ancestro femenino del cual proviene toda la población actual.

El fundamento del linaje de la Eva mitocondrial, está en que al revisar el árbol genealógico de todos los seres humanos que viven en la actualidad (a través de la genética), siguiendo la línea de cada individuo a su madre se estará retrocediendo en el tiempo y todas las líneas convergerán en un punto en que todas las hijas comparten la misma madre. En este seguimiento, se observa que las ramas más antiguas (llamadas haplogrupos) comprueban una ascendencia mitocondrial africana y cuanto

más se retroceda en el tiempo, menos linajes quedarán hasta que quede sólo uno; el cual corresponde al de la Eva mitocondrial.

Por ello, cuanto más pequeña es una población, más rápidamente converge el ADN mitocondrial; las migraciones de pequeños grupos de personas derivan (en lo que se llama deriva genética) luego de unas pocas generaciones hacia un ADN mitocondrial común. **Esto sirve como sustento a la teoría del origen común, teoría que plantea que los seres humanos modernos (*Homo sapiens*) se originaron en África hace entre 100.000 y 200.000 años.**

Véase también: Haplogrupos de ADN mitocondrial humano

Relación entre la Eva mitocondrial y el Adán cromosómico

Así como las mitocondrias se heredan por vía materna, los cromosomas Y se heredan por vía paterna. Por lo tanto es válido aplicar los mismos principios con éstos. El ancestro común más cercano por vía paterna ha sido apodado Adán cromosómico. Sin embargo, es importante aclarar que, de acuerdo a lo que **la ciencia actual es capaz de explicar, este último no vivió en la misma época que la Eva mitocondrial, sino entre hace unos 60.000⁴ y 142.000⁵ años según los estudios, con más de 50.000 años de diferencia.**

Véase también: Haplogrupos del cromosoma Y humano

Eva mitocondrial en la ficción

- En el capítulo final de *Battlestar Galactica* (Reimaginada), se especula que Hera Agathon, el primer híbrido Humano/Cylon fue en realidad la Eva-mitocondrial de la Tierra.⁶
- El manga *Elfen Lied* de Lynn Okamoto, pone a Lucy como la Eva mitocondrial de una nueva especie humana.
- El cuento *Eva mitocondrial* de Greg Egan trata del tema.
- La novela, película de terror y juego japones *Parasite Eve* utiliza la teoría mitocondrial como la base para una historia en la que un científico resucita a su esposa a través de la regeneración de las células en el hígado, con efectos desastrosos.

Véase también

- Adán cromosómico
- Adán cromosomal-Y
- Origen de los humanos modernos
- Antepasado común (ACMR)
- Ascendencia mitocondrial africana

Referencias

1. ↑ New 'molecular clock' aids dating of human migration history. 2009.
2. ↑ Cann, Stoneking & Wilson 1987, Mitochondrial DNA and human evolution.
3. ↑ Mary Katherine Gonder et al. 2006, Whole-mtDNA Genome Sequence Analysis of Ancient African Lineages
4. ↑ Mitochondrial Eve and Y-chromosomal Adam The Genetic Genealogist
5. ↑ The American Journal of Human Genetics, 19 May 2011
6. ↑ Patrick Di Justo and Kevin Grazier, *The Science of Battlestar Galactica*, ISBN 0-470-39909-0, pages 59-61

Bibliografía

- SCHWARTZ, Marianne y John VISSING (2002): «Paternal Inheritance of Mitochondrial DNA». Revista *New England Journal of Medicine*. 347: 576-580.
- SCHWARTZ y VISSING: «Mitochondria can be inherited from both parents» (artículo basado en el informe de Schwartz y Vissing). Revista *New Scientist*.
- PAKENDORF, B. y STONEKING, M. (2005): "Mitochondrial DNA and human evolution". *Annual Review of Genomics and Human Genetics*. 6: 165-83. Revisión muy recomendable para adquirir una visión general y bien referenciada acerca del genoma mitocondrial, su herencia matrilineal y su interés en estudios de genómica comparada. Resumen disponible en [1].
- SUTOVSKY, P., et al. (1999): «Ubiquitin tag for sperm mitochondria». Revista *Nature* 402 (25 de noviembre de 1999): 371-372. Resumen disponible en [2] y discutido en [3].
- SYKES, Bryan (2001). *Las siete hijas de Eva*. Debate. ISBN 978-84-8306-476-4.

Enlaces externos

- [Documental sobre la Evolución Humana y la búsqueda de la "Eva Mitocondrial"](#)