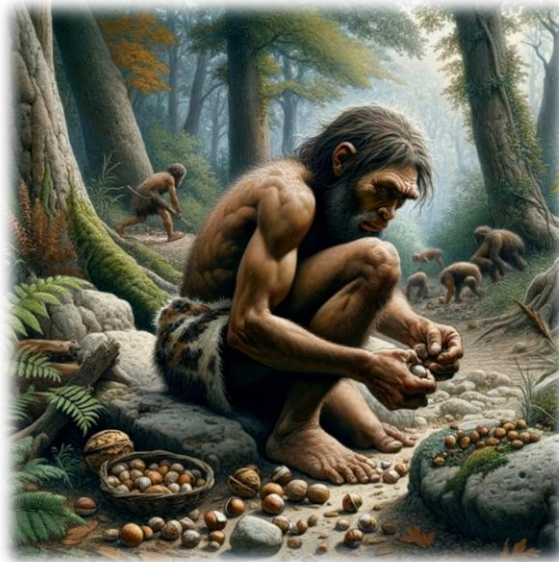


Del *Homo erectus* a la agricultura

Factores evolutivos y ambientales



Marcelo L. Morales Yokobori

Derechos reservados

Del *Homo erectus* a la agricultura, escrito por Marcelo Lino Morales Yokobori, profesor titular de Ecología y Conservación de la Licenciatura en Ciencias Biológicas de la Universidad de Belgrano, es ofrecido como texto de estudio en el portal “Terra curanda”, ISSN 1569-2469.

www.terracuranda.org

Contenido

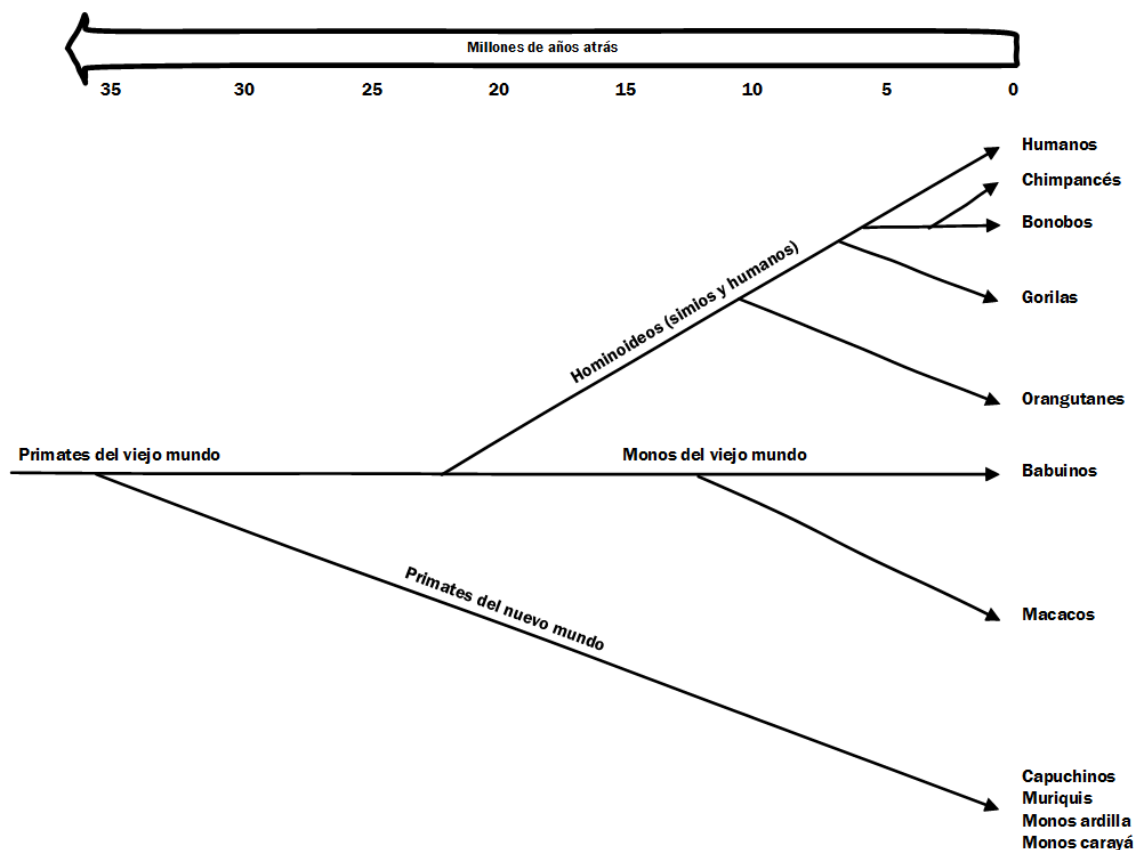
La aparición de los humanos y el desarrollo de su capacidad modificadora del ambiente	4
Los humanos modernos versus los primitivos.....	6
Nuestro ADN mitocondrial es solo del <i>Homo sapiens</i>	8
La aparición de la agricultura	9
Bibliografía	13

La aparición de los humanos y el desarrollo de su capacidad modificadora del ambiente

El desarrollo de un organismo está determinado por el material genético que lleva y por la forma en que este último se expresa, bajo las condiciones ambientales del hábitat que ocupa. A esta expresión de los genes, en términos de órganos, tejidos y metabolismos, la llamamos fenotipo. A su vez, el material genético de una especie, llamado genoma, puede sufrir alteraciones a lo largo de varias generaciones; algunas de las cuales pueden, eventualmente, resultar ventajosas ante condiciones ambientales nuevas o viejas, adversas o no. Este fenómeno constituye un proceso que permite la generación de nuevas especies, o incluso variantes dentro de la misma especie, que encuentren una mayor capacidad adaptativa frente al ambiente en el que viven. Con los cambios genéticos, algunos individuos resultarán más aptos para el hábitat ocupado mientras que otros podrán sufrir la extinción o eventualmente sobrevivir hacia otras regiones donde no deban competir con los más aptos. A grandes rasgos, es así como se puede explicar la teoría de la evolución de las especies, siendo nuestra especie, el *homo sapiens*, la expresión máxima de dicha evolución.

Nosotros pertenecemos al grupo de los primates, cuya clasificación se puede apreciar en la Ilustración 3. Decimos que nuestra especie es la más evolucionada por su amplio desarrollo cognitivo con capacidad de razonamiento, comparativo a otras especies, el cual nos permite en este preciso momento, por ejemplo, estar interactuando, a través de un texto. Esta capacidad intelectual resulta, en gran medida, como consecuencia de un mayor desarrollo de la corteza cerebral, respecto a otros primates, en combinación con la liberación de los miembros anteriores, brazos y manos, fruto del bipedismo. Esta última característica de locomoción; es decir, la capacidad de poder desplazarse con los miembros inferiores no es compartida con ninguna otra especie actualmente presente, aunque sí existieron otras especies bípedas, ahora extintas, como el *Homo habilis*, *Homo erectus* y el *Homo neanderthalensis*, entre otros. Los primates más parecidos a nosotros, los antropomorfos (ver Ilustración 4), se desplazan sobre el suelo utilizando sus cuatro extremidades. Eventualmente, y con cierta gracia para nosotros, pueden erguirse y caminar sobre sus dos extremidades inferiores, pero con dificultad y balanceándose hacia los costados. Los músculos abductores y aductores, que en los humanos permiten los movimientos laterales de nuestras piernas (evitando de esta manera el balanceo hacia los costados cuando caminamos), en la disposición anatómica de los antropomorfos, cumplen funciones de movimientos anteroposteriores permitiendo, así también, desplazamientos más veloces.

La evolución no es lineal sino divergente. Mientras algunas de las ramas evolutivas culminaron en extinción, otras han seguido su curso. Una de estas últimas ramas es la que condujo a nuestra especie mientras que otra, por ejemplo, es la que condujo a los monos carayás, autóctonos de nuestro país. Ambas especies son contemporáneas, pero no es correcto decir, que descendemos de los actuales monos o simios sino de ancestros comunes con ellos, que ocurrieron millones de años atrás.

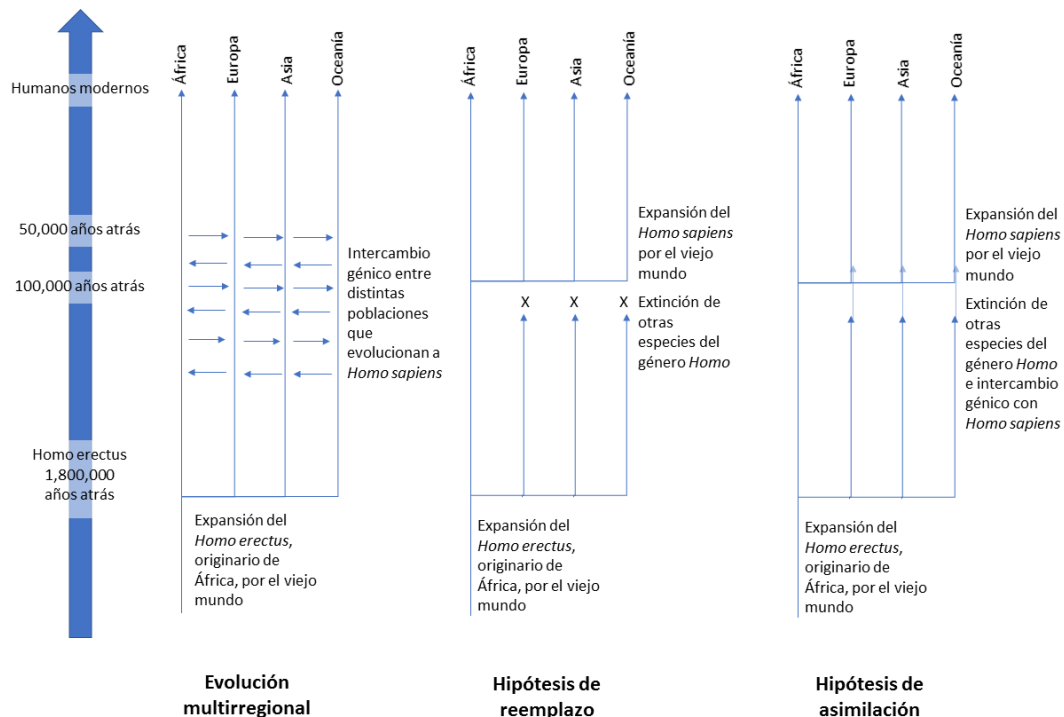
Ilustración 1: Cronología de la evolución de los primates

En escala evolutiva nuestra especie es reciente, es decir su aparición ocurre alrededor de 200.000 años atrás. Se postulan, principalmente, dos hipótesis para explicar el lugar donde ocurre la aparición del *homo sapiens*: la evolución multirregional y la de reemplazo (“Out of Africa”). En la primera, los humanos modernos evolucionaron desde poblaciones de *homo erectus*, ancestro de nuestra especie, diseminadas por todo el viejo mundo (excluida América) desde 1.800.000 años atrás. En cambio, en la hipótesis de reemplazo, el único origen es África, concretamente el África subsahariana; desde donde, alrededor de 60.000 años atrás, nuestra especie se habría diseminado por los demás continentes del viejo mundo. La llegada del *homo sapiens* al nuevo mundo, América, es de apenas 10.000 años atrás.

Una tercera teoría es la de asimilación, que postula que nuestra especie resulta como un término medio entre el modelo de reemplazo y el desarrollo multiregional. Propone que los humanos modernos se originaron en África y luego se dispersaron a otras partes del mundo, como sugiere el modelo de reemplazo. Sin embargo, a diferencia del modelo de reemplazo puro, la teoría de la asimilación sugiere que hubo un grado significativo de hibridación entre los humanos modernos y las poblaciones de homínidos que ya se encontraban en Europa y Asia, como los Neandertales y Denisovanos. Esto significa que, aunque los humanos modernos se originaron en África, la especie se desarrolló y adaptó a través de la asimilación de otros grupos de homínidos, lo que llevó a la diversidad genética que vemos hoy en día. Esta diversidad genética surgió del cruzamiento con los *Homo neanderthalensis* y los *Homo denisoviensis* (Ilustración 2).

Dentro de los primates, nuestra especie se encuentra dentro de los catarrinos (Ilustración 3). Estos, a su vez, se clasifican en cercopitecoideos y hominoideos. Dentro de estos últimos se encuentra el *Homo sapiens* (Ilustración 4).

Ilustración 2: Las tres principales teorías que explican el origen de nuestra especie, *homo sapiens*. La hipótesis de reemplazo es la más ampliamente aceptada.

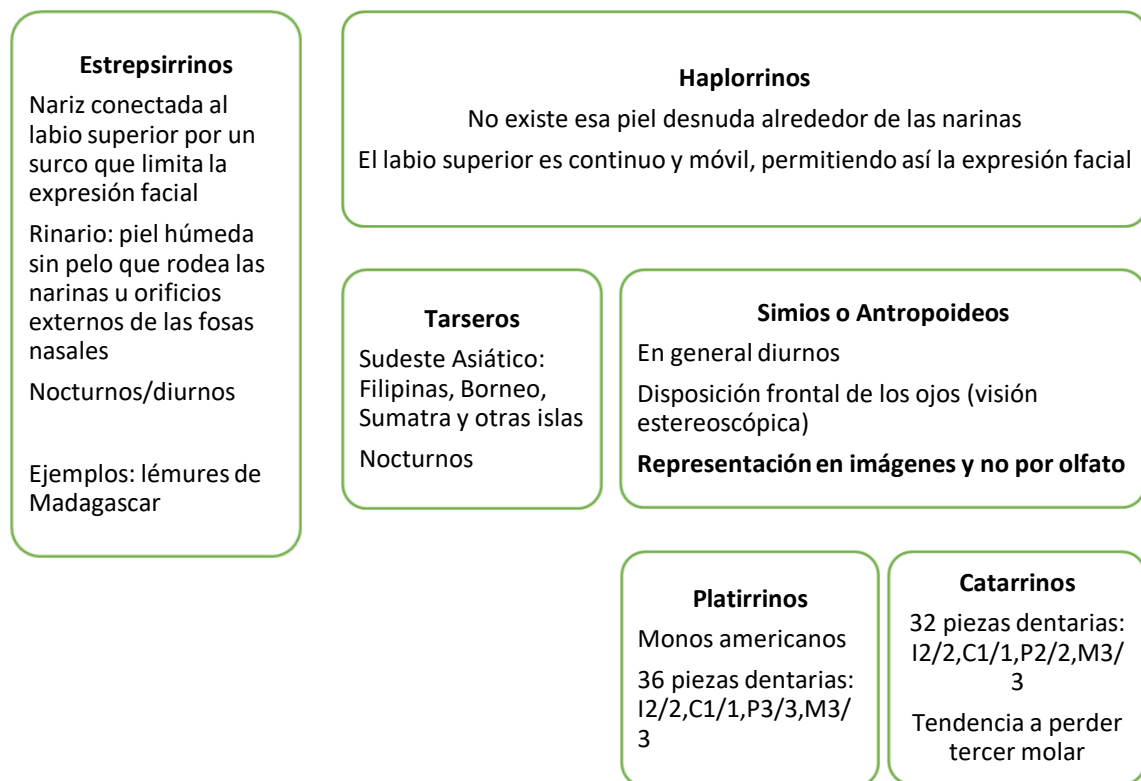
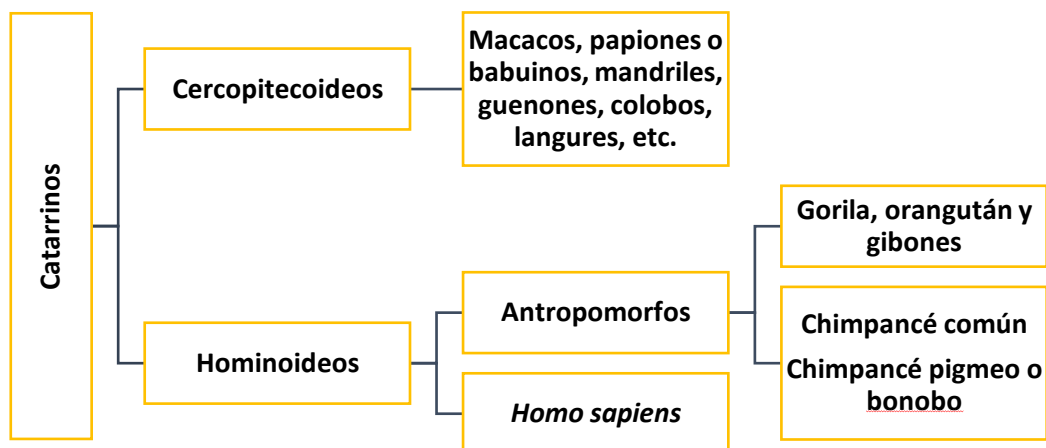


Los humanos modernos versus los primitivos

Está comprobado que las poblaciones humanas actuales, excepto las que habitan el África subsahariana, contienen genes del *Homo neanderthalensis*. Particularmente, los descendientes de europeos tendrían alrededor del 2% del genoma compartido con el humano de Neanderthal (Callaway, 2014). Existe variabilidad en el mundo con relación a las contribuciones en los genomas humanos actuales de los *Homo denisoviensis* y de los *Homo neanderthalensis*. Resulta interesante el caso de las poblaciones tibetanas que se han adaptado a vivir en grandes alturas, fenómeno que se lo asocia a la contribución de sus genotipos por parte del humano denisoviano cuyos restos fósiles han sido encontrados recientemente en esta zona del planeta (Huerta-Sánchez y otros, 2014; Chen y otros, 2019).

Sin lugar a duda una de nuestras principales características como especie es nuestra capacidad de comunicación a través del lenguaje. El gen asociado con el lenguaje es el FOXP2 (Benítez-Burraco y otros, 2008). Este gen está localizado en el cromosoma 7 (7q31, para ser más precisos). El FOXP2 es importante porque las mutaciones en este gen están relacionadas con trastornos del lenguaje y del habla en humanos.

La investigación genética indica que los neandertales tenían una versión del gen FOXP2 que es prácticamente idéntica a la de los humanos modernos. Esto sugiere que compartían con nosotros la capacidad de tener un lenguaje complejo, aunque el grado exacto de complejidad de su lenguaje y cómo lo utilizaban sigue siendo objeto de estudio y debate entre los científicos. La evidencia genética, obtenida del análisis del ADN neandertal, respalda la idea de que tenían la misma versión del gen FOXP2 que los humanos modernos, lo que podría indicar capacidades lingüísticas similares.

Ilustración 3: Clasificación de los primates**Ilustración 4: Clasificación de los catarrinos**

La mezcla entre neandertales y humanos modernos ocurrió en varios momentos y lugares después de que estos últimos comenzaran a emigrar fuera de África. Según la evidencia genética, este encuentro y mezcla probablemente ocurrieron hace aproximadamente 40.000 a 60.000 años. Los humanos modernos se expandieron hacia Europa y Asia encontrándose y mezclándose con neandertales y también denisovanos. Esta mezcla no fue un evento único o aislado, sino, más bien, un proceso complejo y largo en el tiempo.

La extinción de los *Homo neanderthalensis* y la supervivencia de nosotros es un tema complejo y aún debatido entre los científicos. No hay una única razón aceptada para la extinción de los neandertales, sino más bien una combinación de factores que probablemente contribuyeron a su desaparición hace aproximadamente 40,000 años. Algunas de las hipótesis más discutidas incluyen:

Cambio climático: Los cambios climáticos drásticos que ocurrieron durante el período en el que humanos modernos y los neandertales coexistieron podrían haber afectado de manera significativa los ecosistemas de los que estos últimos dependían para sobrevivir, reduciéndose así sus fuentes de alimento y hábitat.

Competencia con los *Homo sapiens*: Los humanos modernos podrían haber competido con los neandertales por recursos, como alimento y refugio. Estos podrían haber tenido ventajas en términos de tecnología, tácticas de caza, adaptabilidad a diferentes entornos y estrategias sociales que les permitieron sobrevivir y prosperar a expensas de los neandertales.

Diferencias en las tasas de reproducción: Pequeñas diferencias en las tasas de fertilidad y mortalidad infantil podrían haber favorecido a los humanos modernos a largo plazo, llevando gradualmente a una disminución en la población de neandertales hasta su extinción.

Vulnerabilidad a enfermedades: Algunos investigadores sugieren que los neandertales podrían haber sido más susceptibles a enfermedades transmitidas por los humanos modernos, contra las cuales no tenían inmunidad, lo que contribuyó a su declive.

Interacción y asimilación: También es posible que los neandertales se hayan mezclado con los humanos modernos hasta el punto de ser asimilados genéticamente en la población de *Homo sapiens*, en lugar de haber sido exterminados o desplazados directamente. Al menos en alguna medida sobreviven en nosotros.

Las mencionadas son hipótesis difíciles de corroborar. Pero es probable que la combinación de dichos factores, y posiblemente otros aún desconocidos, haya llevado a la extinción de los neandertales mientras que nuestra especie continuó prosperando y expandiéndose a través del mundo.

Nuestro ADN mitocondrial es solo del *Homo sapiens*

El ADN mitocondrial (mtDNA) se hereda exclusivamente por línea materna. Este patrón de herencia hace que el mtDNA sea muy útil para rastrear la ascendencia a lo largo de líneas maternas directas. Por alguna razón, las mujeres neandertal no dejaron descendencia híbrida o no han subsistido hasta nuestros días, mientras que sí las mujeres humanas modernas han dejado descendencia híbrida: nosotros (Serre y otros, 2004).

La aparición de la agricultura

Hasta hace, aproximadamente, unos 10 000 años AP¹ nuestra especie había sido cazadora y recolectora. El *homo erectus*, predecesor del *homo sapiens*, ya mostraba (según esqueletos encontrados) reducidos tractos gastrointestinales, característica anatómica de la mayoría de los predadores. Esta disminución, en tamaño, del sistema digestivo se interpreta como una compensación al incremento del cerebro, pudiéndose asociar ambos caracteres evolutivos con la caza.

A partir de los 10 000 años AP, nuestra especie comienza con la agricultura, fenómeno que ocurre simultáneamente en distintas partes del planeta. Este cambio cultural y de relación con la naturaleza queda asociado también con la necesidad de establecerse en determinados lugares, a fin de cuidar los cultivos. De esta manera, el *homo sapiens* pasa de ser nómada a ser sedentario, asentándose en lugares donde la agricultura pueda prosperar, factor que implica disponibilidad de agua y un clima próspero. Actualmente, las comunidades recolectoras son muy escasas, ocurriendo en unos pocos bosques tropicales y boreales, desiertos, sabanas y tundras.

Seguramente, los conocimientos adquiridos sobre las especies usufructuadas, a través de la recolección y la caza, permitió a los primeros miembros de nuestras civilizaciones adquirir los conocimientos iniciales para desarrollar los primeros cimientos de la agricultura y la cría de animales. Consecuencia directa de estos procesos, que fueron evolucionando en términos de conocimiento, es la domesticación de especies. La evidencia arqueológica indica que 10 000 años AP las culturas humanas iniciaron la práctica agrícola en varias partes del mundo, con diferentes especies domesticadas en función de cada hábitat ocupado. Floreció así la agricultura en el Cercano y Lejano Oriente, en Mesoamérica y Sudamérica, donde se hallaron evidencias arqueológicas (Olazábal, 2014).

Fue Nikolai Vavilov, botánico ruso quien pereció en el régimen de Stalin por defender la genética mendeliana, el primer científico en proponer ocho centros primarios de domesticación de plantas cultivadas o cultígenos que abarcan básicamente el continente africano, euroasiático y americano (Ilustración 7).

Identificación de especies del pasado

Granos de polen

Son prácticamente indestructibles al paso del tiempo, debido a las propiedades químicas de la exina, sustancia que conforma la pared externa del grano.

Fitolitos

Son compuestos formados por oxalato de calcio, y rara vez por carbonato de calcio. La sílica opalina u ópalo-A es más común en diatomeas, espículas de esponjas y otros organismos.

Cuando una planta muere los fitolitos pueden permanecer en el suelo por miles de años. Resultan muy distintivos dadas sus variadas formas y tamaños, características de cada especie, permitiendo así distinguir aquellas domesticadas de las originarias salvajes, como así también entre especies salvajes y/o domésticas entre sí.

A su vez, la técnica del carbono 14 (presente en fitolito) permitió datar el origen de la agricultura en muchos de los sitios estudiados.

¹ AP: Antes del presente

Tabla 1: algunos de las especies cultivadas hoy según su origen de domesticación.

Región	Cultivos originarios
Mesoamérica	Maíz, tomate, poroto seco
Perú	Tabaco, papa, maní
Chile	Frutilla
Mediterráneo	Remolacha azucarera, centeno, uva, cebada, trigo
Asia central	Cebolla
India	Algodón arroz
China	Soja, arroz, citrus

Es difícil e innecesario establecer un punto exacto de inicio para la agricultura o de la ganadería, pues hay que entender estos fenómenos como procesos de desarrollo, probablemente graduales y lentos (Ilustración 5 e Ilustración 6). En particular, por domesticación podemos entender la cría selectiva de plantas y animales hecha por humanos con el objeto de acomodar la descendencia a sus propias necesidades. Tenemos entonces un impacto del *homo sapiens* sobre la naturaleza sin precedente en la historia natural, consecuencia de su desarrollo cognitivo como así también de sus necesidades alimentarias (carnívoro con menos desarrollo del tracto digestivo) a las cuales podríamos agregar sus necesidades de sociabilidad, comportamiento más favorecido por una vida sedentaria. Para la naturaleza, la domesticación ocasiona una modificación considerable del ecosistema natural al plantearse nuestra especie como objetivo garantizar la calidad y cantidad requerida de la especie domesticada. Una vez que una planta ha sido domesticada la especie adquiere caracteres seleccionados que buscan satisfacer los intereses de nuestra propia especie. Dichos caracteres no necesariamente representan una ventaja de supervivencia. Más aún, algunos pueden ser perjudiciales para la supervivencia natural. Ejemplos de ello son:

- maíz moderno (*Zea mays*) cuya vaina que cubre la mazorca o espiga no permite la dispersión de las semillas.
- trigo (*Triticum spp.*) y otros cereales cuyas infrutescencias dificultan la dispersión de las semillas.
- arroz (*Oryza sativa*): se determinó que una sola base nucleotídica (guanina) en una localización específica del cromosoma 4 de esta especie, presente en su forma salvaje, está reemplazada por timina en su forma domesticada. Este simple cambio resulta responsable de la pérdida de la capacidad dispersiva de sus semillas. Este hecho fue comprobado restaurando la base guanina donde había sido sustituida por timina.

Otro resultado característico de la domesticación que vale la pena mencionar es la pérdida de la dormancia en las semillas.

Pueden ser señaladas dos técnicas de domesticación: la selección y endocría de poblaciones preexistentes para hacer prevalecer los caracteres deseados, logrando a la vez uniformidad en el conjunto de individuos de la especie, y el cruzamiento entre razas o variedades con el objeto de obtener individuos que conlleven los mejores caracteres de sus respectivos progenitores. A este último fenómeno se lo llama vigor híbrido y ha sido estudiado, por ejemplo, en el maíz (Morales, Decker, & Ornella, 2010).

Ilustración 5: Progreso de la recolección a la agricultura

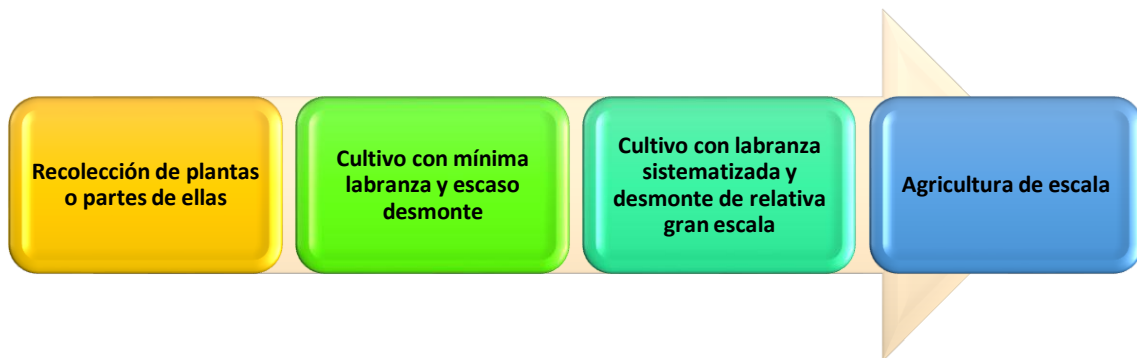
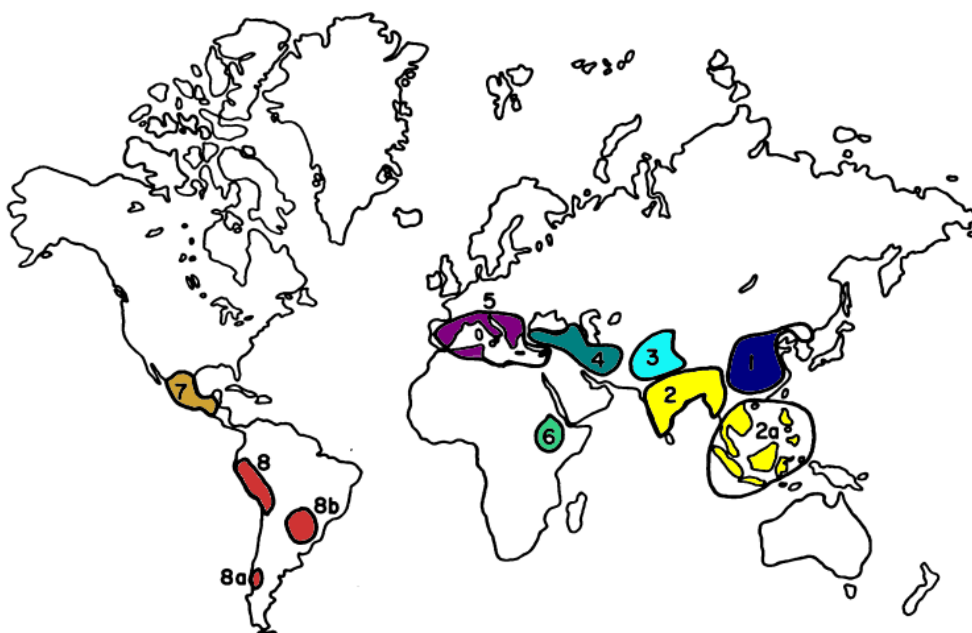


Ilustración 6: Progreso de la caza a la ganadería



Ilustración 7: La clasificación propuesta por Nikolai Vavilov para los centros primarios de domesticación de plantas cultivadas (Harlan, 1971): 1-China; 2-India; 2a-Vietnam, Camboya, Malasia, Singapur, Indonesia, Filipinas; 3-Asia Central; 4-Cercano Oriente; 5-Mediterráneo; 6-Etiopía; 7-Mesoamérica; 8-Perú; 8a-Argentina, Chile; 8b-Bolivia, Paraguay, Brasil.



Bibliografía

- Benítez-Burraco, A., Longa, V. M., Lorenzo, G., & Uriagereka, J. (2008). Así habló (o tal vez no) el neandertal. *Revista Internacional de Filosofía*, 27(1), 73-81.
<https://www.jstor.org/stable/43046719>
- Callaway, E. (2014). Modern human genomes reveal our inner Neanderthal. *Nature*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1038/nature.2014.14615>
- Chen, F., Welker, F., Shen, C.-C., Bailey, S. E., Bergmann, I., Davis, S., . . . Wa. (2019). A late Middle Pleistocene Denisovan mandible from the Tibetan Plateau. *Nature*, 569(7756), 409-412. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41586-019-1139-x>
- Harlan, J. (1971). Agricultural origins: centers and noncenters. *Science*, 174(4008), 468-474.
- Huerta-Sánchez, E., Jin, X., Asan, Bianba, Z., Peter, B. M., Vinckenbosch, N., . . . Wang, W. (2014). Altitude adaptation in Tibetans caused by. *Nature*.
<https://doi.org/http://www.nature.com/doifinder/10.1038/nature13408>
- Morales, M., Decker, V., & Ornella, L. (2010). Analysis of genetic diversity in Argentinian heterotic maize populations using molecular markers. *Ciencia e investigación agraria*, 37(1), 151-160.
- Olazábal, H. A. (2014). Los orígenes de la agricultura: nuevos paradigmas. *Investigaciones sociales*, 18(33), 53-86.
- Serre, D., Langaney, A., Chech, M., Teschler-Nicola, M., Paunovic, M., Menecier, P., . . . Pääbo, S. (2004). No evidence of Neandertal mtDNA contribution to early modern humans. *Plos Biology*. <https://doi.org/doi:10.1371/journal.pbio.0020057>