



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID  
FACULTAD DE CIENCIAS

# Geopolítica del registro fósil de homínidos africanos

PROYECTO FIN DE CARRERA  
BIOLOGÍA EVOLUTIVA Y BIODIVERSIDAD

**Pablo Prieto Díaz**

Madrid, Junio 2013



LABORATORIO  
DE POBLACIONES  
DEL PASADO



# ÍNDICE

Resumen	3
1. Introducción	4
1.1 Sudáfrica y Broken Hill (Zambia)	5
1.2 Chad	8
1.3 East Side Story	9
1.4 Este de África	10
1.5 Norte de África	15
2. Objetivos	15
3. Material y métodos	16
4. Resultados y discusión	17
4.1 Geología	18
4.2 Barreras biogeográficas	19
4.3 Hiatos	20
4.4 Colonización	21
4.5 Poblaciones	23
4.6 Consideraciones finales y reflexión	25
5. Conclusiones	27
6. Agradecimientos	27
7. Referencias bibliográficas	28

## **Resumen**

A lo largo del último siglo se han descubierto en África multitud de yacimientos con restos fósiles de homínidos. Estos yacimientos se distribuyen por el norte de África, en la región central del Chad, en el este de África y en Sudáfrica. Para explicar la gran cantidad de yacimientos al este del Gran Valle del Rif, Yves Coppens propuso la hipótesis del East Side Story, la cual fue rebatida a causa de los descubrimientos de Abel y Toumai en el Chad.

Han sido 54 los yacimientos estudiados. Para la digitalización y la georreferenciación de la información de todos estos yacimientos se utilizó el programa ArcGIS en combinación con imágenes satélites, geológicas y geográficas de alta resolución. Con esta información ha sido posible valorar en los resultados la posibilidad de la existencia de sedimentos geológicos, barreras geográficas y fenómenos políticos y sociales que hayan podido condicionar el hallazgo y la distribución de especies fósiles.

Los resultados se han centrado en los lugares y países donde potencialmente pudieron existir homínidos en el Plioceno y Cuaternario pero que, por uno u otro motivo, no disponen de registro de yacimientos paleoantropológicos. Observamos que algunas variables pueden no haber influido en este hecho, pero otras, como las situaciones políticas de los países, probablemente sean los motivos del pequeño y sesgado registro fósil del que se tiene constancia en la actualidad en relación con nuestras raíces más profundas.

Palabras clave: África, yacimientos, homínidos, Terciario, geopolítica, GIS

## 1. Introducción

África es el tercer continente por extensión detrás de Asia y América. Con 30.272.922 km<sup>2</sup>, representa un 20,4% de la superficie terrestre; con una población aproximada de 1.045 millones de habitantes, es el 14% de la población mundial (datos del año 2011, UNESCO). Estudios sobre transición demográfica y pirámides poblacionales indican que muchos países africanos (Uganda, Angola y Nigeria, entre otros) se encuentran en el inicio de este proceso, lo cual daría como resultado un aumento importante de la población en un futuro inmediato.

Es en África donde se han producido los descubrimientos de homínidos más antiguos. La historia biológica de nuestra especie se desarrolla durante un largo periodo exclusivamente en este continente, desde *Sahelanthropus tchadensis* en la región del Chad (Brunet 2002), hasta el *Homo sapiens* de datación más antigua, en el yacimiento de la localidad de Omo (McDougall *et al.*, 2005). Esto hace que sea el primer centro de interés para cualquiera que quiera profundizar sobre el origen los seres humanos.

Es difícil encontrar restos de homínidos en el registro fósil: los hallazgos son escasos y los restos fragmentarios o incompletos en comparación con otros registros. Y, además, parece que cuanto más nos retrotraemos en el tiempo, menor es el número de restos fósiles que se encuentran (Cooke 1983). Son muchos los factores probables implicados en la disminución de la evidencia fósil, ya que cuando muere un animal al aire libre, un mamífero en este caso, como debió suceder, probablemente, con los restos que vamos a tratar en este estudio, suele ser pasto de los carroñeros que dispersan los huesos y muchas veces no dejan ni siquiera estos. En ocasiones (la gran mayoría de las veces) el cuerpo del animal no se preserva y acaban por destruirse todas sus partes, en algunos casos se da la suerte de que los huesos sean cubiertos y se protejan con un enterramiento rápido con sedimentos o que se queden atrapados en alguna cueva o cavidad, o por algún otro proceso (Cooke 1983). Las partes que “se preservan” y quedan expuestas en superficie, están sometidas a procesos donde el agua y las diferencias de temperatura entre el día y la noche producen fracturas o grietas en los huesos, debidas a la pérdida de agua y a la reducción de la materia orgánica. Por lo general, este proceso está acompañado por la actividad de los microorganismos. Todo esto modifica la superficie original del hueso, llegando incluso a perderse partes del mismo.

Estas investigaciones geológicas y paleoantropológicas de lugares donde se han encontrado restos de homínidos, han producido una cantidad importante de datos, sobre todo durante el siglo pasado. Hoy en día, es la información geológica la que influye en gran medida en la búsqueda de

yacimientos, y ese conocimiento cada vez mayor acerca de la geología ayuda a entender los procesos de fosilización apoyando la interpretación de las situaciones únicas que se encuentran en cada yacimiento. El conocimiento de las placas tectónicas es de gran importancia en la evaluación del potencial de preservación de fósiles en un área determinada, la placa tectónica africana no solo incluye el continente de África, sino también grandes cantidades de los océanos Atlántico e Índico, aunque la placa africana parece estar separándose, debido a que la zona oriental de África, dividida por el Gran Valle del Rift (Fig. 3), se está alejando de la placa principal. A causa de este proceso, se formaron los Grandes Lagos (Tanganica, Victoria, Turkana...) y volcanes (Kilimanjaro). Esto da lugar a que la placa africana esté dividida en dos, la placa de Nubia (zona occidental) y la placa Somalí (zona oriental) (Fig. 3).

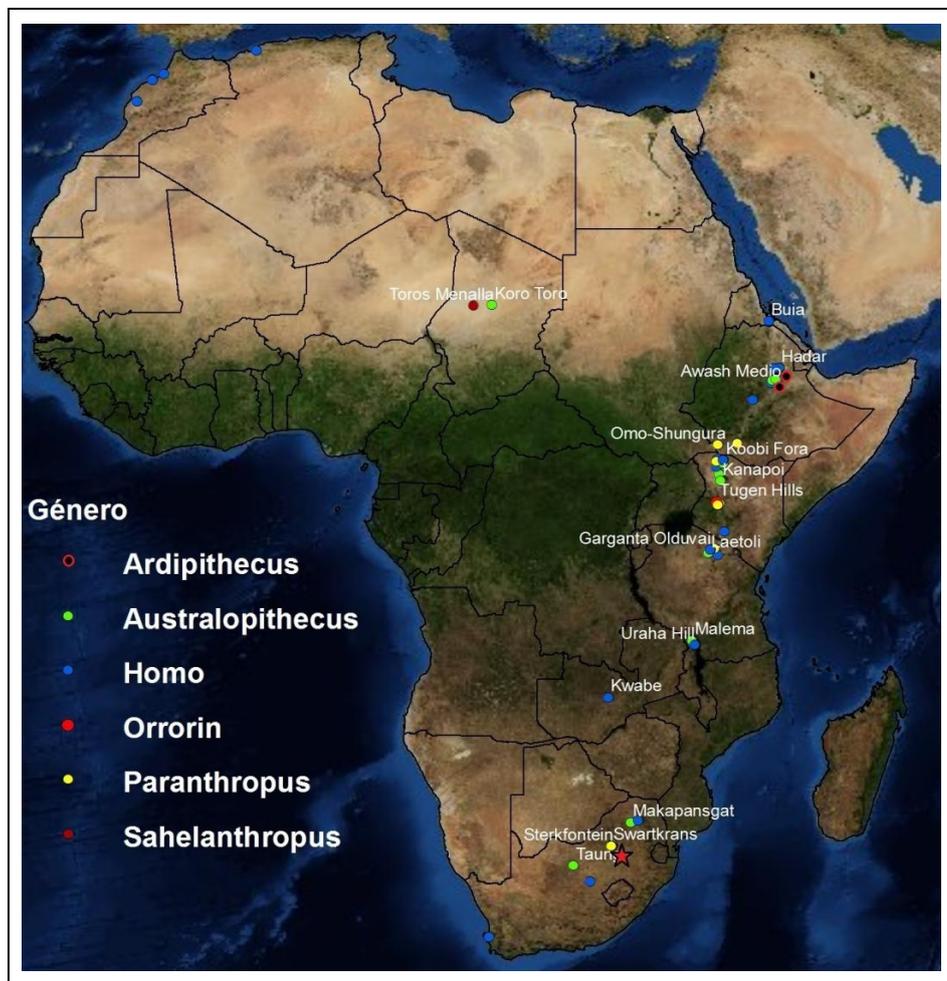
Pero si retomamos el registro de la evolución biológica y de las evidencias directas e indirectas del comportamiento de los homínidos, observamos que se desarrolla en una amplia región de la mitad oriental de África, delimitada por el Chad al noroeste, la región de los Grandes Lagos al oeste y llegando, por el sur, hasta Sudáfrica (Fig. 1). A pesar de esta gran amplitud geográfica, sólo son cuatro los países con secuencias arqueopaleontológicas amplias y con gran riqueza en fósiles: Etiopía, Kenia, Tanzania y Sudáfrica. Cada una de estas regiones, ofrece un entorno sedimentario único (Carbonell 2011). La parte oriental del valle del Rift durante el Terciario proporcionaba, y aún proporciona, fuentes de agua permanentes, a lo que hay que sumar una rica fauna, y de ambas fuentes de vida se han servido nuestros más antiguos antepasados. Suponemos que una situación muy parecida debió de ocurrir en las cuencas de la depresión del Chad, donde se han encontrado homínidos, por lo que se ha puesto en cuestión la hipótesis East Side Story (Coopens 1994). Por el contrario, las cuevas de Sudáfrica, Makapansgat, Swartkrans, Kromdraai, Sterkfontein, Drimolen y recientemente Malapa, fueron formadas por karstificación y probablemente sirvieran como refugio para los homínidos de la época. El hecho de que todas ellas se encuentran cerca de la ciudad de Johannesburgo puede explicar que sean sitios muy bien conocidos y estudiados.

- **Sudáfrica y Broken Hill (Zambia)**

Hay que destacar la gran diferencia que se da entre el este y el sur de África ya que, mientras en el este, los homínidos y la fauna relacionada aparecen en secuencias sedimentarias muy largas y en yacimientos al aire libre, en el sur predominan los fósiles recuperados en áreas kársticas. En el sur de África no hay superposición clara de faunas y las dataciones son más problemáticas y aunque es posible dibujar una secuencia artificial, hay que tener en cuenta que existen

importantes diferencias de opinión sobre su cronología, que en algún caso llega a una magnitud de más de un millón de años (Berger y Hilton-Barber 2002).

El paisaje orográfico que contiene los fósiles de homínidos de África del Sur comprende crestas dolomíticas de calizas pertenecientes al Precámbrico y la mayoría de los yacimientos se encuentran en cuevas. Las más estudiadas son Sterkfontein, Swartkrans (Broom 1938 y Martini *et al.*, 2003), Kromdraai (Thackeray *et al.*, 2001), Makapansgat y Taung (Dart 1925) y las menos estudiadas Drimolen (Keyser 2000) y Malapa (Berger *et al.*, 2010). La proximidad de estos yacimientos a la ciudad de Johannesburgo facilita un buen estudio de los mismos (Fig. 1). El espesor de los depósitos de calizas alcanza en Sterkfontein los 1.450 metros, donde hay un gran hiato entre sedimentos del Precámbrico y el Terciario Tardío (Plioceno) (Erkisson y Truswell 1976).



**Figura 1.** Distribución de los principales yacimientos paleoantropológicos en África. Sobre el mapa, en blanco, los nombres de los yacimientos más importantes para el estudio de la evolución humana. La estrella roja indica donde se encuentra la ciudad de Johannesburgo. Por colores se han representado los géneros de los homínidos encontrados en cada yacimiento.

La gran explotación minera y de cantera que se produjo en los años anteriores a la Primera Guerra Mundial, reveló numerosas cuevas como las de Sterkfontein y Kromdraai (Martini *et al.*, 2003), que llamaron la atención de los geólogos en primer lugar y, posteriormente, la de los paleontólogos, a raíz del fortuito descubrimiento por un cantero del cráneo de Taung en 1924; este cráneo sería estudiado y descrito por Raymond Dart (Dart 1925). Fue el Dr. Robert Broom, paleontólogo jefe de la primera expedición que estudió las cuevas de Sterkfontein y Kromdraai, quién en 1935 procedió a la búsqueda de homínidos en la zona, encontrando multitud de ejemplares, el primero de ellos en 1938: una gran parte de un cráneo y dentición intacta superior de un adulto de *Paranthropus robustus* (Broom 1938). Lamentablemente debido a la Segunda Guerra Mundial, los proyectos paleontológicos en Sterkfontein, Kromdraai, Makapangast y Taung se pararon.

En 1947 Broom, asistido por el Dr. John T. Robinson, reanudó las excavaciones subvencionado por el entonces Primer Ministro de la Unión de África del Sur, el general Jan C. Smuts (Martini *et al.*, 2003). Durante varios años encontraron importantes ejemplares que han permitido la identificación de varios especímenes de los primeros homínidos, en especial de *Paranthropus robustus*, el holotipo TM 1517 encontrado en Kromdraai (Berger y Hilton-Barber 2002), y de *Australopithecus africanus*, al cual se le atribuye uno de los cráneos más completos descubiertos hasta la fecha, el Sts 5, que se conoce con el apodo de “Mrs. Ples”, una contradicción debido a que, el sexo de este *Australopithecus* ha sido puesto en duda (Lockwood 1999).

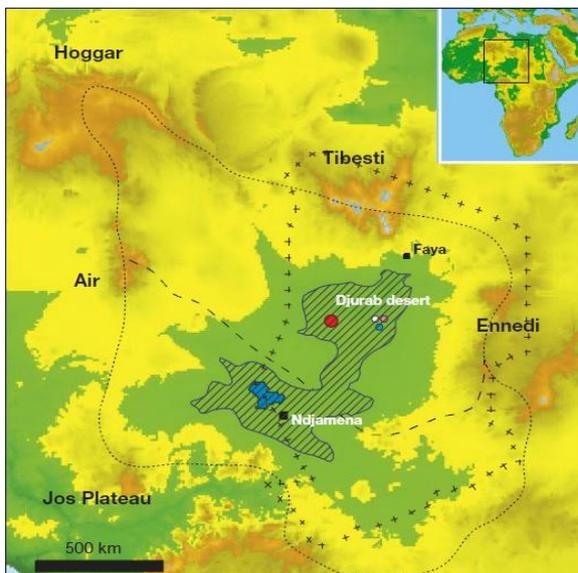
Este lugar fue bautizado como la cuna de la humanidad, y declarado Patrimonio de la Humanidad en el año 2000 por la UNESCO.

También es importante destacar el descubrimiento de Kabwe o, como se le conocía en 1920 por los entonces colonos ingleses, “Broken Hill”. Zambia durante su colonización y hasta su independencia en 1964 se llamaba Rhodesia del Norte, de aquí que la especie de *Homo* que se encontró en Broken Hill le asignaran el nombre de *Homo rhodesiensis*. Fue uno de los primeros restos fósiles asignado a un homínido que se encontró en África, también de manera fortuita como ocurriera con el cráneo de Taung: un minero suizo llamado Tom Zwiglaar, que exploraba las cuevas de piedra caliza de Kabwe en busca de minerales metálicos, fue quien se topó con un cráneo que posteriormente se atribuiría a *Homo rhodesiensis*, con una edad estimada entre 400.000-120.000 años (Woodward 1921).

- **Chad**

Hace unos 2,5 Ma, a finales del Plioceno, culminaron los cambios ambientales que habían comenzado en el Eoceno medio y que afectaron al planeta en su conjunto. Se trata, básicamente, del inicio de las glaciaciones que caracterizaran luego a la era Cuaternaria. Concretamente en el norte del continente africano, se establece el desierto entre 2,6 y 2,4 Ma, coincidiendo con un enfriamiento planetario global. Sin embargo, y a pesar de esto, hasta 1,7 Ma aún se darán los dos últimos estadios de carácter húmedo (Leroy y Dupont 1994), tras los cuales irán desapareciendo los extensos bosques tropicales a favor de la sabana seca y el desierto. Esto ocurre justo en los países que tienen la transición desierto-sabana-selva de norte a sur como son, Chad, y Sudán, por ello es posible encontrar restos de homínidos de una antigüedad mayor a 2,6 Ma en estas zonas cerca de algún antiguo lago o río, como demostraría Brunet.

En 1993, Michel Brunet recibió un permiso de investigación del gobierno de Chad para llevar a cabo excavaciones en la cuenca del Chad, también conocida como el desierto del Djurab, en lo que antiguamente había sido el lecho del gran lago Chad. Desde 1994, la misión conocida como “Franco-Paleontropologique Tschadiense”, dirigida por Brunet, exploró yacimientos del Mioceno (7,4-5,3 Ma) y Plioceno (5,3-1,8 Ma) en el desierto. Estos depósitos se encuentran en una gran cuenca intracratónica, que incluye el lago Chad actual en la subcuenca del sur y las tierras bajas del Chad en la subcuenca del norte (Vignaud *et al.*, 2002).



**Figura 2.** Mapa de la cuenca del Chad que muestra la ubicación de la zona de Toros-Menalla. Las subcuencas norte y sur están separadas por una línea discontinua. La extensión máxima del gran Lago del Chad anterior al Holoceno esta rayada de negro. El pequeño área azul corresponde al actual lago del Chad y el punto rojo es Toros-Menalla donde se encontró el homínido TM 266.

(Reproducido de Vignaud P. et al., (2002) *Geology and palaeontology of the Upper Miocene Toros-Menalla hominid locality, Chad*).

En 1994, Brunet y su equipo comenzaron a explorar los sedimentos de la cuenca del lago Chad en busca de fósiles, las principales razones de la búsqueda en esta región fueron que hay

depósitos del Mioceno tardío y el Plioceno, y otra de las razones fue que Yves Coppens ya había encontrado fósiles de mamíferos en la década de los 60.

Durante el siguiente año, Brunet encontró un fragmento mandibular de homínido en un lugar llamado Koro Toro, que está datado biocronológicamente en 3,5 Ma., es decir perteneciente al Plioceno. Brunet presentó este individuo como una nueva especie a la que llamó *Australopithecus bahrelghazali* (Brunet *et al.*, 1995). Años más tarde, en 2001, un miembro del equipo de Brunet, descubrió un cráneo homínido, bastante completo pero aplastado, en una zona en la cual se creía impensable encontrar homínidos, en unos depósitos datados en 6-7 millones de años del Mioceno Tardío: se le asignó por parte de Brunet y su equipo a un nuevo género y especie, *Sahelanthropus tchadensis*, apodado Toumai. Debido a que, según la interpretación de Brunet, posee caracteres derivados de los homínidos, lo clasifica como *Sahelanthropus*, dentro de la rama que deriva en *Homo sapiens*, pero otros paleoantropólogos como Yves Coppens y Milford Wolpoff, atribuían la nueva especie a un antepasado de los chimpancés, en vez de integrarlo en la rama que conduce a *Homo* (Wolpoff *et. al.*, 2002; Cobb 2008).

Estos fósiles fueron cruciales porque demostraban la presencia de homínidos al oeste del Valle del Rift y contradecían la hipótesis del East Side Story formulada por Yves Coppens, en 1982.

- **Hipotesis del East Side Story**

La hipótesis del East Side Story, se basaba en varios hechos que enunciaremos a grandes rasgos: la zona oeste comprendida entre el océano Atlántico y el Gran Valle del Rift se caracterizaba por ecosistemas selváticos, mientras que la zona este, hasta el Océano Índico, estaba cubierta por zonas de sabana. La formación del Gran Valle del Rift (finales del Mioceno, 7-6 Ma) hizo que se levantaran grandes barreras montañosas que han actuado como una barrera orográfica (Fig. 3). Los grandes simios se aislaron en ambas partes divididos por la cadena montañosa, y éstos debieron adaptarse a su nuevo ecosistema: los que quedaron en la parte occidental, son los antepasados más próximos de los gorilas y los chimpancés y, por el contrario, los que quedaron en la parte oriental, como propuso Coppens, debieron adaptarse a un clima más seco y a un ambiente más abierto, lo cual conduciría a una locomoción bípeda y a la línea evolutiva de *Homo* (Coppens y Senut 1991).

Pero debido al descubrimiento de los fósiles del Chad y a individuos como *Orrorin tugenensis* y *Ardipithecus ramidus*, a quienes se les considera bípedos y habitantes de bosques

más o menos cerrados, la hipótesis de Yves Coppens se ha devaluado hasta el punto de rechazarse, inclusive por el mismo Coppens (Coppens 1994, 2009).



**Figura 3.** En naranja se ha dibujado el Gran Valle del Rift, que coincide con el límite entre las placas tectónicas que dividen la gran placa Africana: placa Somalí (zona oriental) y la placa de Nubia (zona occidental).

- **Este de África**

En el este de África hay varias secuencias sedimentarias con un registro fósil importante, lo que implica grandes ventajas sobre yacimientos aislados. La edad relativa de los fósiles ya viene dada por su posición en las secuencias litoestratigráficas. Las secuencias más conocidas son las de Olduvai en Tanzania, Koobi Fora, que se encuentra en el este del lago Turkana, la formación Shungura en la cuenca del río Omo, que está situado al sur de la falla principal, donde cruza la frontera hacia Kenia, y la formación de Hadar en el Afar (Carbonell 2011). Los contornos de la

depresión de Afar, en el norte de Etiopía dibujan un triángulo de unos 150.000 Km<sup>2</sup>. Esta inmensa cuenca contiene sedimentos fosilíferos de edades que van desde el Mioceno Superior hasta los tiempos recientes. Las localidades más famosas del triángulo de Afar, como se verá más adelante, son Hadar y Awash Medio.

Desde el comienzo de la década de 1970, el triángulo de Afar ha estado en el punto de mira de la investigación paleoantropológica internacional y numerosos hallazgos de homínidos (Lucy, Salem, Ardi, AL-333...), vienen de aquí.

En el Rift etíope, al norte del país, y en el valle del río Awash, hay básicamente tres zonas de interés arqueopaleontológico: Hadar, el Awash Medio y Gona (Johanson *et al.*, 1978). Las dos primeras ofrecen un registro de ocupación y fósiles de homínidos, mientras que la tercera es especialmente importante por contener los actualmente más antiguos restos de inteligencia operativa homínida, aunque en los años 2001 a 2003, también se han encontrado homínidos, en concreto *Ardipithecus ramidus* de unos 4 Ma (Carbonell 2011). Hadar contiene sedimentos que únicamente abarcan desde los 3,5 Ma hasta los 2,3 Ma (Kimbel *et al.*, 1996), un periodo muy corto de tiempo, con un ratio de sedimentación mucho más bajo que en otras cuencas. Hadar presenta seis localidades con restos de fósiles de la especie *Australopithecus afarensis*, incluyendo un esqueleto parcial encontrado por Donald Johanson en 1974, catalogado como AL-288 y conocido mundialmente como “Lucy”, que debe su nombre a que durante la celebración por el reciente descubrimiento, sonó la canción “*Lucy in the sky with diamonds*” de los Beatles (Johanson *et al.*, 1978). Hadar es el primer lugar que permite contrastar la presencia humana, junto con las formas más primitivas de tecnología lítica (Kimbel *et al.*, 1996).

El río Omo es un curso fluvial de 600 kilómetros de longitud, recorre la región sur de Etiopía, desde el macizo etíope al suroeste de la capital Addis Abeba, hasta desembocar en el lago Turkana. La serie estratigráfica que presenta es de una gran complejidad, incluyendo numerosos afloramientos y zonas encuadradas en cuatro formaciones diferenciadas espacial y temporalmente: Mursi, Kibish y Usno, en la zona norte de la cuenca, y Shungura al sur (De Heinzelin 1983; Carbonell 2011). De todas ellas, la más interesante es la formación de Shungura por su riqueza en fósiles y restos líticos asociados a homínidos. Shungura muestra la evolución del lago Turkana, su expansión hacia el norte y su retraimiento, de forma que el área ocupada por las poblaciones homínidas varía de valle medio a delta, en función de la proximidad o lejanía del lago.

Sin embargo, el primer fósil de homínido de Etiopía no fue encontrado en Shungura; fue una mandíbula inferior que, en 1933, se encontró en una cueva cerca de la ciudad de Dire Dawa, en el este. Asimismo, en 1933, el paleontólogo francés Camille Arambourg, dirigió una expedición a lo largo del río Omo, aunque solo encontró restos de fauna (Arambourg 1933). En 1967, un equipo formado por paleontólogos estadounidenses (Clark Howell), franceses (Yves Coppens y Camille Arambourg), etíopes y keniatas, comenzaron una intensa búsqueda de fósiles de homínidos en la región de Omo (Arambourg *et al.*, 1967). Hasta el año 1973 se recuperaron varios restos de homínidos en las formaciones de Usno, Mursi y sobre todo, y más relevante, en Shungura, en la cuenca del río Omo. Esto inició la fiebre del homínido en Etiopía que continúa hasta la actualidad.

Mientras tanto, en 1970, el francés Maurice Taieb anunció el descubrimiento de yacimientos de fósiles en Hadar, en la depresión de Afar (Taieb *et al.*, 1972). Como ya se ha dicho, fue en Hadar, donde Donald Johanson y su equipo descubrieron el esqueleto de *Australopithecus afarensis* más completo que se conoce. Desde entonces, se ha estado investigando y excavando en la zona y se han descubierto multitud de homínidos, desde *Australopithecus afarensis*, hasta *Homo sapiens*, pasando por *Homo habilis* y *Homo ergaster*, por equipos dirigidos por los paleoantropólogos Donald Johanson (Johanson y Taieb 1976), Tim White y Gen Suwa (Suwa *et al.*, 1997), entre otros. Más recientemente, se han descubierto restos de homínidos asignados al género *Ardipithecus*.

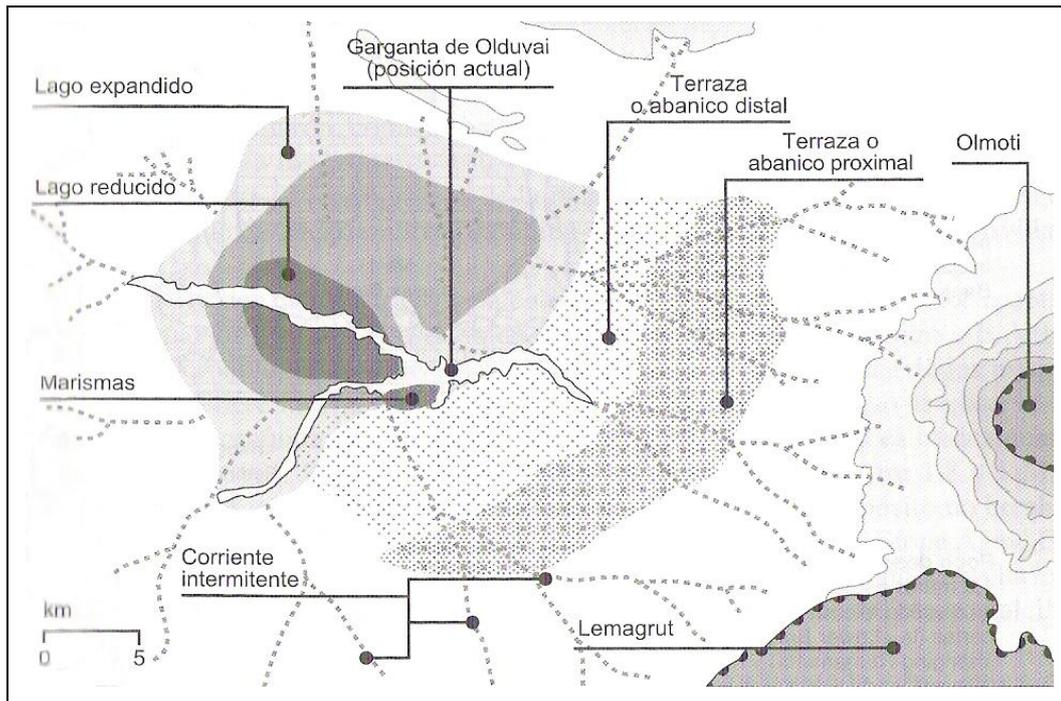
Más hacia el sur, en la frontera entre Kenia y Etiopía, donde desemboca el río Omo, se encuentra la cuenca del lago Turkana. Esta cuenca cubre actualmente un área de algo más de 200 kilómetros de norte a sur y en torno a 40 kilómetros de este a oeste en el punto de mayor amplitud. La secuencia plio-pleistocénica de la región oriental del lago Turkana, con fósiles de homínidos y restos líticos, constituye la formación Koobi Fora, descrita en numerosos puntos de toda la costa este. En síntesis la formación Koobi Fora está constituida por nueve series estratigráficas, descritas a lo largo de toda la región y que van desde, los 4,3 Ma de la base, hasta los 0,6 Ma del techo (Carbonell 2011). Richard Leakey y su equipo comenzaron a explorar la costa oriental del lago Turkana en 1968 (Leakey 1978, Harris y Leakey 2003), mientras que seguían las investigaciones alrededor del río Omo. Desde entonces, se han encontrado multitud de restos de homínidos, entre los que destacan *Paranthropus boisei* y *Homo ergaster*.

También hay que destacar la aparición de restos arqueológicos en la parte occidental del lago Turkana, en niveles del Plioceno final, con muy buenas condiciones de conservación. Por

ejemplo, el extraordinario esqueleto parcial del llamado “Turkana Boy” (Walker y Leakey 1993). Finalmente, en el miembro Lomekwi se recuperó el llamado “Black Skull” (Leakey y Walker 1988), un cráneo que permitió redefinir la línea evolutiva del género *Paranthropus*.

En el norte de Tanzania y al este de la llanura del Serengueti, se encuentra el yacimiento de Olduvai. Se trata de una entalladura abierta en la corteza del continente. La serie estratigráfica de la garganta de Olduvai, se constituyó, desde los años cincuenta, como la serie de referencia sobre la que construir la primera secuencia de la evolución anatómica y del comportamiento homínido. Aunque para muchas cuestiones hoy ya no es ese conjunto de referencia, sigue manteniendo su importancia como la serie que posee el registro más amplio de la hominización, junto con Koobi Fora: numerosos restos fósiles de los géneros *Paranthropus*, *Australopithecus* y *Homo*, así como ricos conjuntos arqueológicos, correspondientes a la industria lítica de los modos 1, 2 y 3 (Carbonell 2011). Esta serie estratigráfica se extiende desde los 2,03 Ma de la base, hasta los 15.000 años del techo, dividiéndose en siete unidades, de las cuales hay que destacar Bed I, Bed II y Bed III (las capas más antiguas), para explicar la historia que acontece a continuación.

Durante el Plioceno, en lo que ahora es la garganta de Olduvai, se encontraba un gran lago (Fig. 4) que por métodos radiométricos de datación, además de resultados paleomagnéticos y bioestratigráficos, se estableció su regresión hace 1,7- 1,6 Ma, entre la parte superior del Bed I y en la inferior del Bed II, en los cuales también se ha señalado la extinción de algunos mamíferos arcaicos y la aparición de nuevas especies. Posteriormente, hace 1,2-1,15 Ma (datado por la técnica del potasio-argón), se produciría una falla que provocaría una importante erosión de la parte superior del Bed II y la cuenca se transformó en un valle aluvial sin la presencia ya del antiguo lago, totalmente colmatado y seco (Carbonell 2011).



**Figura 4.** Garganta de Olduvai (Tanzania). Evolución del contorno del lago. Reproducido de Carbonell 2011.

Fue en los años 50, cuando se empezó a explorar la garganta por un equipo dirigido por el matrimonio Leakey (Mary y Louis). En 1959 se encontró el holotipo de *Paranthropus boisei*, ejemplar identificado como OH5 por parte de Mary Leakey y su equipo. Un año más tarde, se encontraría un *Homo habilis* que sería también el holotipo de la especie, catalogado como OH7. Por esto, se considera la garganta de Olduvai como un yacimiento importantísimo para el estudio de la evolución humana.

Cerca de Olduvai, un poco más al sur, se encuentra el yacimiento de Laetoli, donde en 1978 Mary Leakey y su equipo hayan uno de los más celebres descubrimientos en paleoantropología: las huellas de Laetoli, un rastro de pisadas de *Australopithecus afarensis* de hace, aproximadamente, unos 3.5 Ma., que demuestran que estos homínidos caminarían de forma erguida (Leakey 1981; White y Suwa 1987).

Más al sur, se encuentran los yacimientos de Malawi: Malema y Uraha Hill, de reciente descubrimiento. En 1992, en Uraha se encontró un homínido descrito como *Homo rudolfensis* por Friedemann Schrenk y Tim Bromage, y en 1996 en Malema, un *Australopithecus boisei* descrito por los mismos investigadores.

- **Norte de África**

Al igual que ocurre en el sur de África, la secuencia del norte de África parece ser incompleta y consiste sobre todo en yacimientos aislados, y además prácticamente todos están cercanos al mar, en países del noroeste. En Marruecos, se encuentran Jebel Irhoud, Salé, Sidi Abd-er-Rahmane, Cantera Thomas y la Cueva del traficante (los nombres de los yacimientos están castellanizados), en Argelia destaca Tighenif y en Túnez, yacimientos (El Guettar), en los cuales no se han encontrado restos de homínidos, pero si multitud de restos líticos datados en miles de años (700.000-40.000 años), nunca llegando al millón de años.

## **2. Objetivos**

El objetivo principal de este trabajo es determinar algunas de las posibles causas que pueden estar detrás de la distribución actual de los yacimientos paleoantropológicos africanos.

Para ello es necesario:

- Comparar la geología y la estratigrafía de los principales yacimientos con otras zonas de África de características similares, con el fin de establecer regiones en las que se pueden encontrar nuevos yacimientos de homínidos.
- Determinar la posición de cada uno de los yacimientos para conocer su distribución y estudiar las relaciones geográficas y espaciales que pueda haber entre ellos.
- Identificar los grupos poblacionales de los que se compone cada país, con especial atención a la población de origen europeo, para valorar si puede existir relación entre la curiosidad por la paleontología y el estudio de la evolución humana y, por lo tanto, de la existencia de yacimientos.
- Estudiar el paleoclima en África durante el Mioceno tardío (Messiniense 7-6 Ma) y todo el Plioceno (5,3-1,8 Ma), para poder determinar las zonas donde sería muy poco probable encontrar restos de homínidos.
- Identificar zonas de África con falta de yacimientos de homínidos para valorar la posibilidad de la existencia de fenómenos políticos y sociales que hayan podido condicionar el hallazgo y la distribución de especies fósiles hoy conocida.

### 3. Material y métodos

El presente trabajo consiste en una investigación bibliográfica que pretende cumplir los objetivos propuestos en el apartado anterior. Para ello se ha realizado, en primer lugar, una recopilación sistemática de datos referidos a los yacimientos a estudiar. Los datos de los yacimientos son los siguientes:

- Formación geológica a la que pertenece.
- Coordenadas UTM del yacimiento y país al que pertenece.
- Homínidos encontrados que han sido estudiados y publicados (género, especie, datación, catálogo y apodo).
- Año del descubrimiento.
- Coordinador del equipo investigador al que se atribuye el descubrimiento.
- Unidad anatómica encontrada, clasificada como: craneal o postcraneal.
- Museo en el que se conservan los huesos (la gran mayoría no expuestos).
- Tipo de yacimiento: al aire libre o en cueva.

Solo se han tenido en cuenta aquellos descubrimientos que han sido publicados, ya que se han encontrado multitud de restos aún por describir y clasificar.

También se ha recopilado información sobre la mayoría de los países de África, sobre todo aquellos más “implicados” en el estudio, como pueden ser Chad, Sudán, Etiopía, Eritrea, Somalia, Kenia, Tanzania, Malawi, Ruanda, Mozambique, Sudáfrica...

- Año de independencia.
- Potencia europea colonizadora.
- Miembro de la Commonwealth o Mancomunidad de Naciones después de la independencia.
- Historia reciente (año 1900 - hasta la actualidad).
- Periodos de guerras y/o conflictos posteriores de la independencia.
- Demografía.

En la parte sobre poblaciones africanas, se ha trabajado con Excel para tratar los datos y obtener las gráficas circulares de distribución de la población, sacados de la fuente *CIA World Factbook* a fecha de 2013.

Para la segunda parte de este trabajo, se llevó a cabo la digitalización de los datos con el programa ArcGIS (ArcMap 9.3, Esri, Redlands, USA). Esta herramienta informática permite integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada (Cartoteca Rafael Mas, UAM 2011). La aplicación de sistemas digitales de información geográfica (SIG), en combinación con imágenes satélites de alta resolución, ha sido crucial y ha proporcionado una gran base de datos con información acerca de 54 yacimientos, la mayoría nombrados en la introducción. Mediante el análisis de estas imágenes de satélite, se ha podido distribuir los distintos yacimientos y ver su localización geográfica. La razón fundamental para utilizar sistemas de información geográfica es la gestión de información espacial. El sistema permite separar la información en diferentes capas temáticas, permitiendo relacionar la información existente a través de la topología de los objetos (Cartoteca Rafael Mas, UAM 2011). La escala de detalle proporcionada por estos sistemas es muy grande; sin embargo, no es posible mostrar su análisis en profundidad porque desborda las características de este trabajo.

También se ha podido ver y localizar, gracias a mapas geológicos de África, posibles lugares donde encontrar restos fósiles con las mismas condiciones que los yacimientos conocidos como, por ejemplo, cuencas intracratónicas, cuevas de piedra caliza karstificadas, lugares en el valle del Rift en los que aflora material del Terciario, etc.

Como material adicional, se utilizaron mapas de carreteras de Michelin, con una escala de 1:4.000.000, de África del norte, mapa de carreteras de la misma escala de África del sur y un mapa a mayor escala (1:2.500.000) de la zona de Etiopía y del lago Turkana (norte de Kenia).

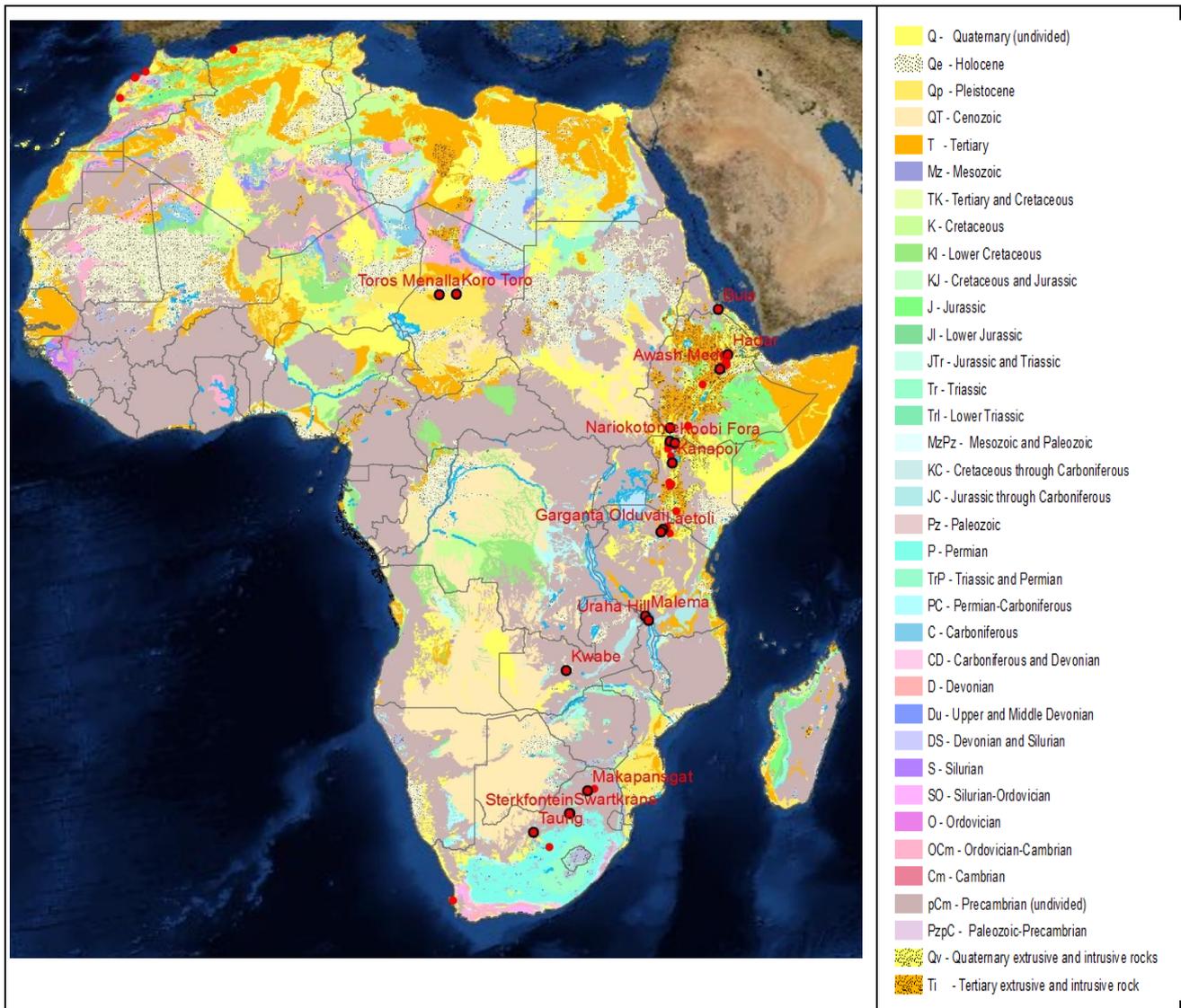
#### **4. Resultados y discusión**

África se compone de 54 países, entre los cuales cinco de ellos son islas pertenecientes al Atlántico o al Índico, y solamente en diez de ellos se han encontrado restos fósiles de homínidos del Plioceno y del principio del Pleistoceno (once si contamos las evidencias indirectas de restos líticos en Túnez).

El análisis de datos recogidos ha permitido observar que causas ajenas a la biología de las especies estudiadas pueden justificar a grandes rasgos la distribución geográfica hoy conocida. El registro fósil de homínidos en África y la distribución de los yacimientos está limitado o sesgado debido a varios factores, entre los que se encuentran barreras geográficas, la geología y

la historia y las situaciones políticas vividas en algunos países en los que potencialmente se pueden encontrar restos de homínidos debido a la geología y o a la situación geográfica, pero que por culpa de guerras, postguerras (desplazamientos de la población y multitud de campos minados), dictaduras, golpes de estado, explotaciones del terreno... no se puede acceder a los lugares para el estudio del terreno.

#### 4.1 Geología



**Figura 5.** África geológica. Leyenda modificada de la tabla cronoestratigráfica proporcionada por el Museo Geominero (Instituto Geológico y Minero de España).

Los yacimientos del este de África se encuentran todos en sedimentos del Terciario (Fig. 5), incluidos Uraha Hill y Malema (Malawi), época en la cual existieron todos los homínidos pertenecientes a la línea evolutiva de nuestro linaje. También se encuentran homínidos en

sedimentos del Terciario en los yacimientos de Marruecos, Argelia y del Chad. Los casos curiosos y exclusivos son los yacimientos del sur de África que se encuentran en sedimentos pertenecientes al precámbrico, debido a que son cuevas de rocas precámbricas, en cuyo interior se han encontrado sedimentos del Terciario.

Esta figura también muestra zonas al este del valle del Rift, como son el cuerno de África (este de Etiopía y Somalia) y el sur de Mozambique en los que, precisamente, afloran sedimentos del Terciario, pero que por algún motivo u otro carecen de yacimientos registrados de homínidos. No se ha encontrado información de investigaciones paleontológicas en los países de Somalia y Mozambique, que históricamente han sido países que han sufrido guerras y conflictos, por lo tanto, no es de extrañar que no se haya podido realizar trabajo de campo en estas zonas. Somalia, estuvo dividida en zonas por grupos armados, y antes de esto, desde 1960 (año de su independencia), vivió bajo un régimen dictatorial. Hacia el año 2012 diversos partidos políticos se han reunido para dotar al país de una constitución, poniendo fin así al gobierno de transición establecido en el 2004 y unificando al país tras décadas de conflictos. Los problemas que acontecieron en la historia reciente de Mozambique se describen en el apartado 4.3.

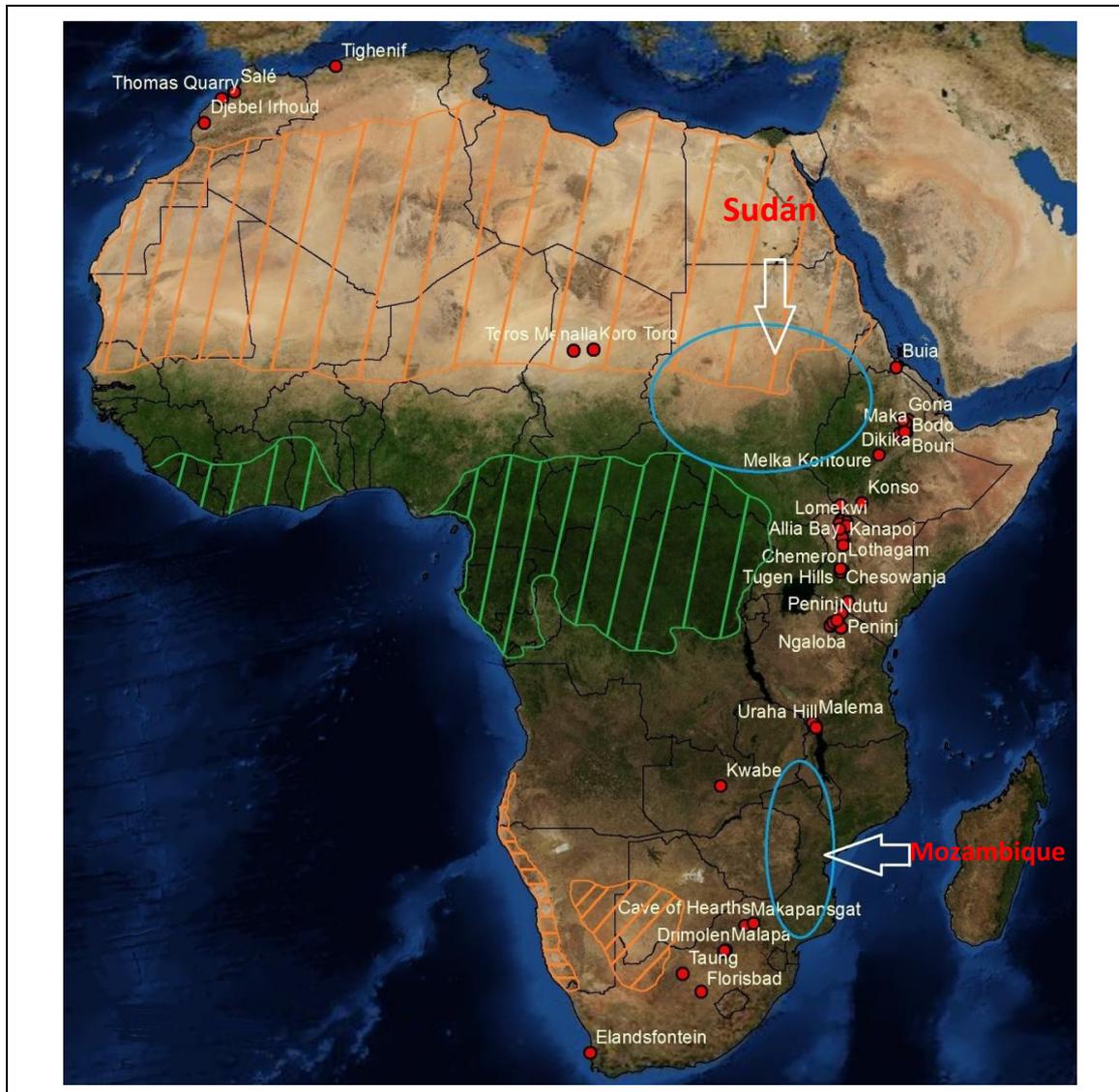
#### **4.2 Barreras biogeográficas**

En este punto hay que tener en cuenta, los límites geográficos, el clima y todo lo que conlleva al ambiente en el que se vivía en la época del Mioceno tardío (Messiniense 7-6 Ma), durante todo el Plioceno (5,3-1,8 Ma) y el principio del Pleistoceno (1,8-1,7 Ma).

En la actualidad hay dos desiertos importantes en África, el Sahara y el Kalahari, conectados con una zona árida en el este de África. Esta zona o arco árido encierra la selva húmeda tropical (Fig. 6). Hay razones para pensar que esta distribución descrita ha prevalecido durante muchos millones de años, aunque con variaciones en la extensión o posición de la aridez. Existen ríos y lagos, ahora secos, en lo que es el actual Sahara (p.e., el lago Chad) y también poblaciones faunísticas relacionadas con el agua, como los cocodrilos (Carbonell 2011).

El resultado de todo esto es que África se divide en zonas con climas diferentes, faunas e historias evolutivas distintas. Las zonas con más precipitaciones y vegetación suelen tener suelos más ácidos, lo que no favorece la preservación de los fósiles. Por esta razón, no existe un registro fósil conocido en la zona centro africana. Esto también, puede ser una explicación a que la evolución de los gorilas y chimpancés es mucho peor conocida que la de los humanos. Además, las zonas áridas son más erosivas, posibilitando el acceso al registro fósil. Estas zonas disponen

también de una vegetación menor por lo que aumentan las posibilidades de visualizar fósiles. Sin embargo no todas las zonas áridas son propicias para trabajar en investigaciones paleoantropológicas, como ejemplos cabe citar, los desiertos del Sahara y Kalahari, por sus condiciones climáticas ya que para los homínidos del Plioceno supondrían barreras a evitar.



**Figura 6.** Distribución de los yacimientos en África. Enmarcado y rayado en naranja se muestran los desiertos más grandes por extensión, el desierto del Sahara al norte y los desiertos de Namib, Kaoko y Kalahari en el suroeste. En verde, se ha marcado la selva húmeda tropical, donde habitan los grandes simios. Los círculos azules marcan espacios o hiatos de yacimientos entre la zona del Chad, el este y el sur de África.

### 4.3 Hiato

Se observaron zonas intermedias sin yacimientos (Fig. 6) entre las tres zonas con el registro fósil más importante. En el supuesto de encontrarse yacimientos de homínidos en estas zonas,

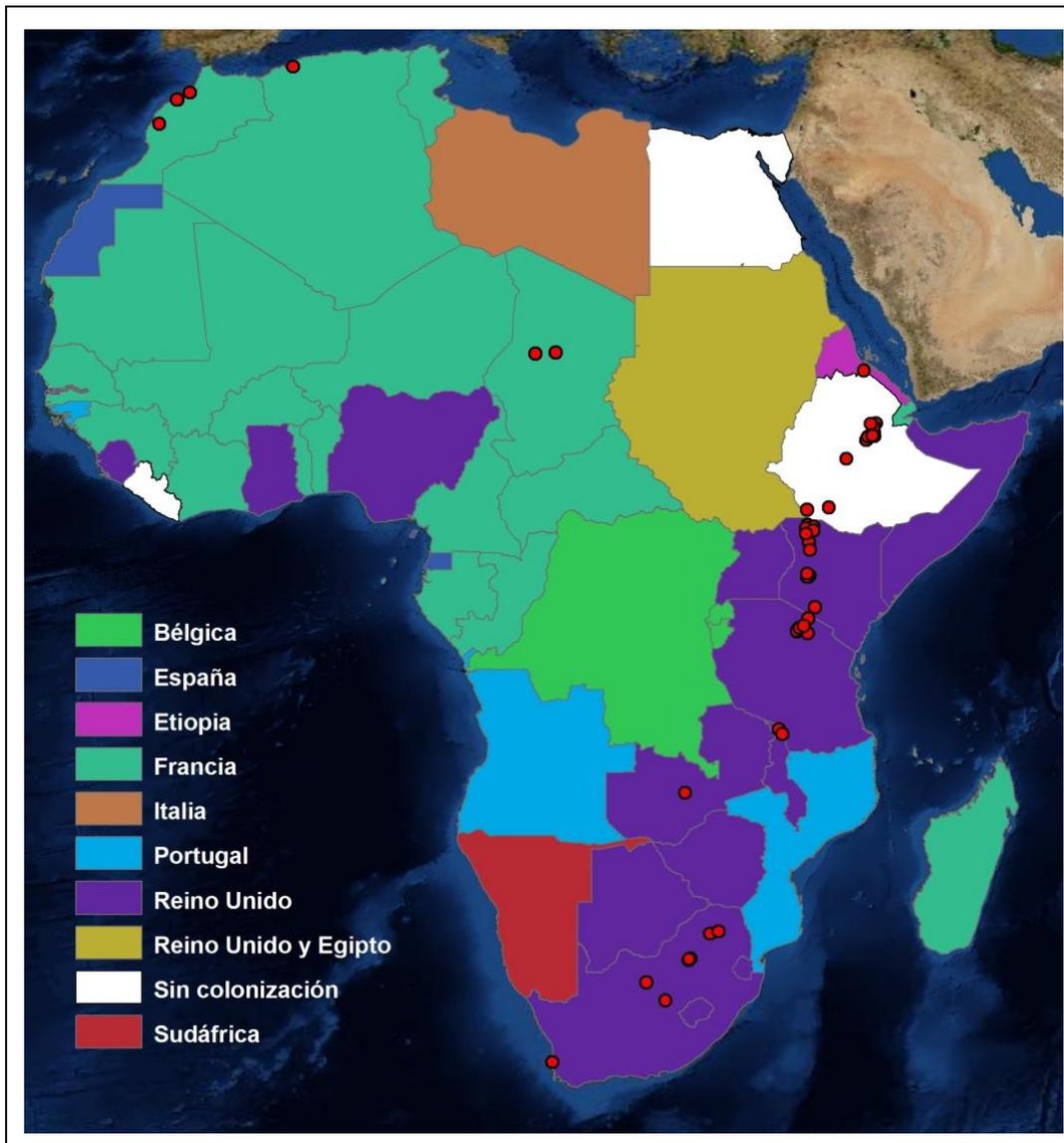
habría una continuación entre el este de África, la cuenca del Chad y el sur de África. Son lugares que corresponden a Sudán, y a la zona sur de Malawi (muy poca extensión) y Mozambique, entre el este y el sur de África.

En Mozambique después de la descolonización de los portugueses (1975), se libró una larga guerra civil desde 1977 hasta 1992, quedando una triste “herencia” de aproximadamente dos millones de minas terrestres, que obviamente dificulta los trabajos de investigación en el campo. Este probablemente sea el mayor motivo por el cual no hay una secuencia continua de yacimientos desde Eritrea y Etiopia hasta Sudáfrica. En Mozambique, como se ha visto en el apartado 4.1, afloran sedimentos del Terciario contemporáneos a los sedimentos en los que se encuentran homínidos en Malawi, Tanzania, Kenia y Etiopia.

En Sudán, país que relaciona geográficamente Etiopia y Chad, ocurre prácticamente lo mismo que en Mozambique, empeorado por el hecho de que en Sudán aún se sufre la guerra y los conflictos armados. Sudán, durante su etapa de colonización, fue administrado por el Reino Unido en dos partes, la norte y la sur; desde el año 1955 se han sucedido dos guerras civiles que han tenido como beligerantes la parte sur, de mayoría cristiana y animista, contra la parte norte, de mayoría musulmana. La primera duró 17 años, desde 1955 hasta 1972, muriendo al menos medio millón de personas, y la segunda desde 1983 hasta 2005, en la que murió otro medio millón de combatientes (no se cuenta la población civil, UNESCO 2005). Aún se libran conflictos, bajo la influencia de Occidente y de China, en la región de Darfur (oeste de Sudán), con el motivo principal de hacerse con el control de los pozos de petróleo, el cual supone el 10% de la cantidad mundial (datos de BBC 2004 y El País 2007). El sur y oeste de Sudán, y de allí hasta África central, ha sido siempre una cantera inagotable de riquezas: marfil, oro y esclavos en el pasado, y en la actualidad, uranio, coltan y petróleo. Hoy en día, Sudán del Sur es el último país independiente de África, desde 2011. Toda esta problemática vivida en Sudán ha hecho más difícil aún que en Mozambique trabajar sobre el terreno.

#### **4.4 Colonización**

Como se refleja en la figura 7, se ve la distribución de los yacimientos en África con un fondo de colores que indica qué nación colonizó cada país africano. A simple vista se ve que Francia y Reino Unido fueron fuertes países colonizadores, distribuyéndose casi de forma total África. Por lo que no se hace raro que los yacimientos más importantes y mejor estudiados se distribuyan en países de la Commonwealth.



**Figura 7.** La colonización de África. La figura muestra en diferentes colores qué potencia europea colonizó cada país africano.

La Commonwealth o Mancomunidad de Naciones es una organización compuesta por 54 países, que con la excepción de Mozambique y Ruanda, comparten lazos históricos con el Reino Unido y cuyo principal objetivo es la cooperación internacional en temas políticos y económicos.

No es casualidad entonces que, en países como Kenia, Tanzania y Sudáfrica, sean en su mayoría universidades del Reino Unido y de Estados Unidos las que realicen trabajos a nivel paleontológico y de investigación sobre los yacimientos más importantes descritos en la introducción.

Etiopía, un país que nunca ha estado bajo un dominio colonial europeo después de las grandes guerras mundiales; antes de la 2ª Guerra Mundial el ejército italiano invade y toma el poder de Etiopía, pasando a formar parte del África Oriental Italiana junto a Eritrea, pero después de la derrota de Italia en la segunda guerra mundial, Etiopía vuelve a ser un país libre, convirtiéndose en un país democrata y a su vez dominante sobre Eritrea (lo que provocó posteriormente muchas guerrillas independentistas). En las décadas posteriores a la 2ª Guerra Mundial, Etiopía se encuentra en el punto de mira de los paleoantropólogos, como se cuenta en la introducción, durante los años 1967 y 1974, y se descubren en numerosos yacimientos (Hadar, Omo-Shungura, Omo-Kibish, Bodo y Melka Kontoure) muchos restos de homínidos, pero después de este año hay un salto en los registros de fósiles y en los trabajos de los yacimientos de Etiopía. Si se revisa la historia de Etiopía en 1974, se ve que se produce una grave crisis social y política que termina en una revolución que derroca al presidente-emperador Haile Selassie, asumiendo el poder una junta militar conocida como Derg. Durante los años siguientes, bajo una dictadura militar y dando su apoyo a los comunistas de la URSS (Guerra Fría), se producen épocas de hambruna, guerrillas internas e independentistas por parte de Eritrea y guerras fronterizas contra Somalia, hasta que en 1991, después de una guerra civil y de perder Eritrea, que logra la independencia, se derroca el régimen dictatorial-comunista y se instaura una democracia. Y es entonces, cuando se vuelven a tener datos y trabajos en nuevos yacimientos como Dikika, muy cerca de Hadar, Asa Issie, Aramis, Bouri y Gona, en ellos se han encontrado desde 1992 a 2005 (Wood 2011), multitud de homínidos entre los que destacan los restos de *Ardipithecus ramidus* y principalmente el de “Ardi”, descubierto por Gen Suwa y Tim White. Aún en la actualidad se sigue investigando y excavando en estas zonas. Y lo que es más interesante, se han descubierto “recientemente” (1995 y 2003) en Eritrea, después de su independencia de Etiopía en 1991 y después de cesar esas guerras “internas”, restos de *Homo ergaster* de 1 millón de años, en un yacimiento conocido como Buia, por los investigadores italianos Lorenzo Rook y Luca Bondioli (Macchiarelli *et al.*, 2004).

Lo que parece una “explosión” en la aparición de fósiles en el cambio de milenio, puede explicarse únicamente por los condicionantes sociopolíticos.

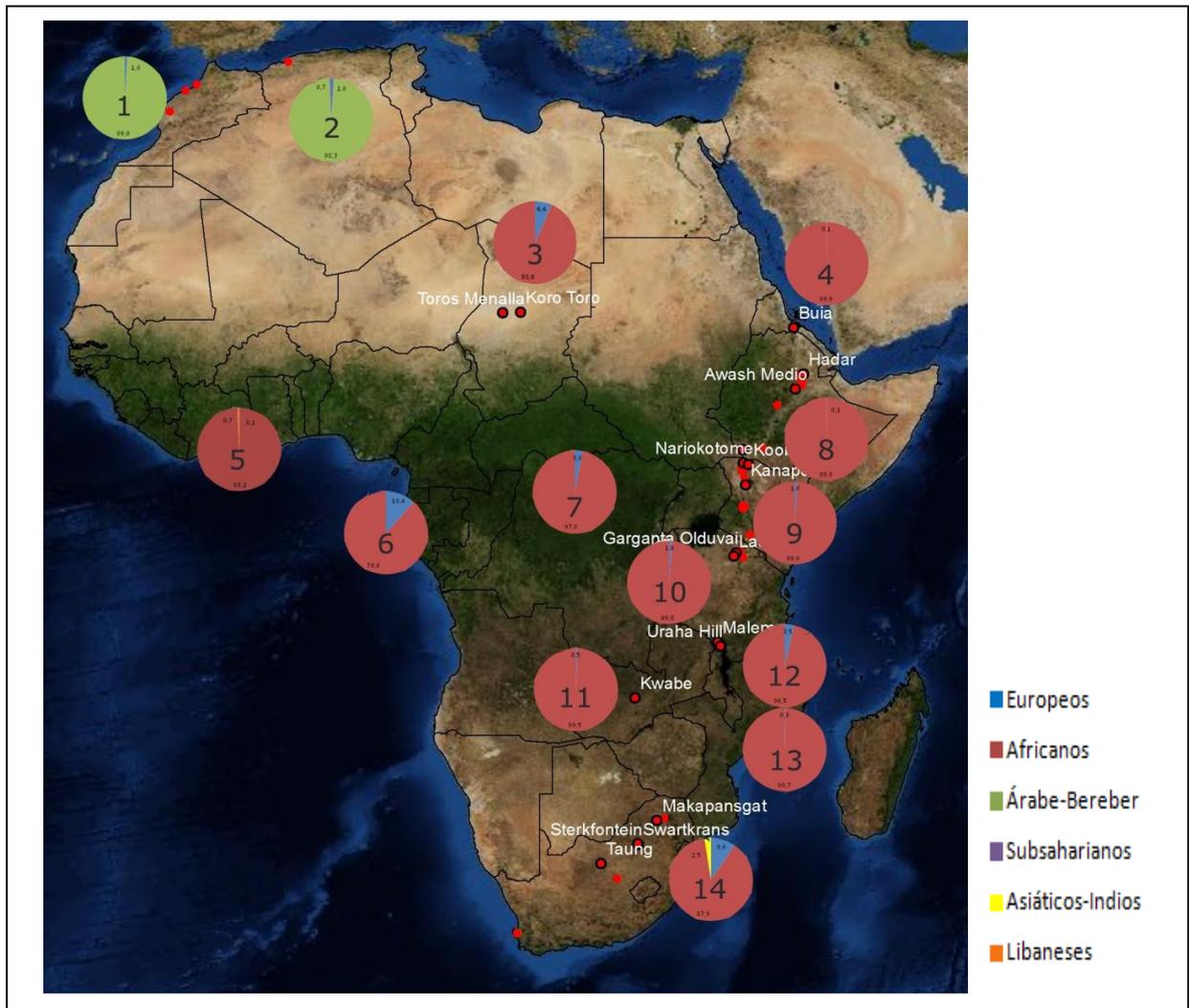
#### **4.5 Poblaciones**

Se proponía en los objetivos la posibilidad de que la presencia de europeos que se establecieron en África después de las independencias, en vez de migrar a su país de origen, fuera una variable en la distribución geográfica de antiguos y nuevos yacimientos. La población

Europea en los países africanos disminuyó mucho en la década posterior a las independencias quedando una población residual, de la cual la mayoría tiene doble nacionalidad. En África, la mayor preocupación de la población nativa, en su mayoría, es la de trabajar para conseguir alimento, por lo que la curiosidad por la evolución humana y el descubrimiento de nuevos hallazgos que expliquen más sobre ella, no es una prioridad. En la figura 8 se muestra la distribución de la población de 14 países según su origen (europeo-americano, asiáticos, africanos y árabes) en los años 1990-2000 (Fuente: CIA World Factbook, 2013). Como para este trabajo se quiere diferenciar a las poblaciones africanas de las que no lo son, no es importante la clasificación por grupos. Por tanto las diferentes poblaciones de cada país se han clasificado como africanos, ya que hay en algunos países registradas más de 200 poblaciones.

Se han escogido los 10 países en los que se han encontrado homínidos, también Mozambique, Costa de Marfil, Congo y Gabón, con el fin de comparar el África occidental con el África oriental y, al mismo tiempo, comparar países de pasado francés y de pasado británico. También se ha buscado información sobre Sudán, pero no se han encontrado registros de aquellos años. Se han elegido estos años para no coincidir con la época descolonizadora y la década posterior, y también debido a que, los representantes más antiguos de los homínidos, se encontraron durante estos años y los siguientes, en lo que puede ser la época dorada de los fósiles de homínidos (entre 1990 y 2010).

La población europea es casi testimonial en todos los países (Fig. 8), exceptuando Sudáfrica, debido al Apartheid y sus consecuencias, y en Gabón que representaba el 10,4% de la población, esto debido a motivos de tamaño poblacional, ya que en Gabón residían 1,2 millones de personas, siendo 120.000 franceses con o sin doble nacionalidad, siendo equivalentes a las poblaciones europeas de Kenia, Etiopía y Tanzania, que representan menos del 1%, debido a que el tamaño poblacional en estos países es enorme y crece exponencialmente.



**Figura 8.** Distribución de la población según la leyenda. El número entre paréntesis identifica a cada país: Marruecos (1), Argelia (2), Chad (3), Eritrea (4), Costa Marfil (5), Gabón (6), Republica democrática del Congo (7), Etiopia (8), Kenia (9), Tanzania (10), Zambia (11), Malawi (12), Mozambique (13) y Sudáfrica (14). Los datos fueron sacados de la fuente: CIA World Factbook y fueron procesados con Excel.

Con estos resultados no se puede afirmar que exista una influencia notoria por parte de la población europea y/o americana residente en el país, sobre la investigación y el trabajo paleoantropológico, que se lleva a cabo en dicho país. Sí parece cierto, que prácticamente todos los descubrimientos fueron llevados a cabo por personas europeas y americanas, en los cuales es necesario mencionar la especial aportación de la familia Leakey.

#### 4.6 Consideraciones finales y reflexión

Se conoce una pequeña parte del registro fósil de lo que potencialmente puede llegar a ser. Cada año que pasa se descubre más sobre restos indirectos y directos de homínidos, por lo que, existe una vía de continuación para este trabajo, que sería añadir la información que se obtenga

de nuevos yacimientos y completar los nuevos descubrimientos en yacimientos ya conocidos. Incluso, también, se podría unir a otros trabajos con el mismo objetivo que tengan como punto de mira los restantes continentes para comparar las variables que han condicionado el descubrimiento de yacimientos de homínidos.

Por otro lado, ha sido difícil centrarse en el objetivo principal sin entrar de lleno en los problemas a los que han estado sometidos y a los que aun hacen frente las poblaciones africanas. Por suerte, en los últimos años se está cobrando conciencia de forma generalizada sobre estos hechos.

En la historia moderna, el continente africano ha sido utilizado por los países occidentales a costa de la población autóctona. Antes de 1900, el rey Leopoldo II de Bélgica era propietario del Estado Libre del Congo; bajo su dominio el país funcionó como un campo de concentración gigante, la población autóctona debía de recoger una cierta cantidad de caucho, material muy valioso en la época debido al auge del automóvil con neumáticos de este material. Con la ayuda de un ejército de mercenarios (*La Force Publique*) se esclavizó a la población, se secuestraron personas dejándolas morir de inanición, se arrasaron los pueblos que se oponían o que obstruían la construcción de vías ferroviarias y eran frecuentes las matanzas cuando no se cumplían las expectativas en la recolección de caucho. Desde principios del pasado siglo, para establecer poder colonial y aprovecharse de los recursos naturales, se han perpetrado genocidios, como el que hizo Francia en el África Ecuatorial (Congo y Gabón). Durante la primera y segunda guerra mundial la finalidad era reclutar soldados para primera línea de combate; durante la Guerra Fría, se consolidaron dictaduras regidas por déspotas colocados allí por los líderes de los países beligerantes en dicha guerra. Sin olvidar las guerras de independencia en casi la totalidad de los países, las guerras civiles de Mozambique (1977-1992), Angola (1975-2002) y Sudán (1955-1972; 1983-2005), las guerras tribales en Ruanda y Burundi, que causaron el genocidio de 1994, así como la primera (1996-1997) y segunda guerra del Congo (1998-2003). Todo ello sucedido en poco más de 100 años, con sus consecuencias de pobreza, hambruna y, una de las plagas más actuales, el SIDA, que está causando terribles estragos en la población africana, aproximadamente 22.4 millones de infectados entre adultos y niños, de los cuales 1.4 millones mueren al año (datos de ONUSIDA-UNAIDS y OMS, 2011).

## 5. Conclusiones

- La distribución de los yacimientos paleoantropológicos africanos puede no reflejar únicamente la distribución que tuvieron los homínidos en el continente africano; es decir, la distribución hoy conocida de los homínidos africanos no refleja necesariamente una realidad biológica.
- La distribución actualmente conocida de los homínidos africanos puede ser explicada, al menos parcialmente, mediante variables completamente ajenas a la naturaleza de los organismos estudiados.
- La tradicional separación de África del Este y África del Sur, y más recientemente del oeste del Valle del Rift, como centros casi independientes en la evolución de nuestro linaje puede deberse a la presencia de hiatos, cuya existencia puede ser explicada no por la distribución de las especies estudiadas, sino por las condiciones sociopolíticas que han rodeado la época de los descubrimientos.
- La geología permite predecir los lugares más favorables para el futuro descubrimiento de nuevas evidencias. Mozambique y Somalia serían dos países candidatos a albergar investigaciones de campo en el futuro.

## 6. Agradecimientos

A Óscar Cambra y Armando González, por darme la oportunidad de trabajar y de aprender con ellos. Ha sido un gran placer.

A mis amigos por su continuo interés y por llenarme siempre de optimismo.

A mi familia, por su apoyo y ayuda, y sobre todo a mi abuela Ángela y mi tío Ángel, por creer siempre en mí.

## 7. Referencias bibliográficas

- Arambourg C. De´couverte d’un gisement de mammiferes Burdigaliens dans le bassin du lac Rudolphe (Afrique orientale). C R Somm Soc Ge´ol France. 1933, fasc. 14: 221–222.
- Arambourg C, Chavaillon J, Coppens Y. Premiers resultats de la nouvelle mission de l’Omo (1967). C R Acad Sci (Paris). 1967, serie D 265: 1891–1896.
- Berger LR, Hilton-Barber B. Field guide to the Cradle of Humankind. Struik. 2002.
- Berger LR, de Ruiter DJ, Churchill SE, Schmid P, Carlson KJ, Kibii JM. Australopithecus sediba: A new species of Homo-Like Australopith South África. Science. 2010; 328: 195–204.
- Beriain D, Videmeser B. Darfur: petróleo y sangre. BBC Mundo.com. 2004. Disponible en: [http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/international/newsid\\_3947000/3947721.stm](http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/international/newsid_3947000/3947721.stm).
- Broom R. The Pleistocene anthropoid apes of South Africa. Nature. 1938; 142: 377–379.
- Brunet M, Beauvilain A, Coppens Y, Heintz E, Moutaye A, Pilbeam D. The first Australopithecus 2500 km west of the Rift Valley (Chad). Nature 1995; 378: 273–275.
- Brunet M. A new hominid from the Upper Miocene of Chad, Central Africa. Nature 2002; 418: 145–151.
- Carbonell E. Homínidos. Las primeras ocupaciones de los continentes. Ariel. Historia; 2011.
- Cobb S. The facial skeleton of the chimpanzee-human last common ancestor Journal of Anatomy, 2008; 212 (4): 469–485.
- Cooke HBS. Human evolution: The geological framework. Can J. Anthropology. 1983; 3(2): 143–161.
- Coopens Y, Senut B. Origine(s) de la Bipédie chez les Hominidés. Paris: Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique (Cahiers de Paléanthropologie).1991.
- Coppens Y. East side story: The origin of humankind. Scientific American. 1994; 270: 88–95.
- Coppens Y. La historia del hombre. Tusquets Editores. 2009.
- Darfur, peor que nunca. El País archivo, Edición impresa. Julio 2007. Disponible en: [http://elpais.com/diario/2007/07/15/internacional/1184450409\\_850215.html](http://elpais.com/diario/2007/07/15/internacional/1184450409_850215.html).
- Dart RA. Australopithecus africanus: The Man-Ape of South Africa. Nature. 1925; 115: 195–199.
- De Heinzelin J. The Omo Group. Archives of the International Omo Research Expedition. Tervuren: Musée Royal de l’Afrique Centrale. Annales Sciences Géologiques. 1983. vol.85.

- Eriksson KA, Truswell JF. Stratotypes from the Malmani Subgroup north west of Johannesburg, South Africa. *Transval Geology Society South Africa*, 1976; 77: 211-222.
- Harris JM, Leakey MG. Geology and vertebrate paleontology of the early Pliocene site of Kanapoi, northern Kenya. *Science*: 24 December 2003; (498).
- Johanson DC, Taieb M. Plio-Pleistocene hominid discoveries in Hadar, Ethiopia. *Nature*. 1976; 260: 293-297.
- Johanson DC, Taieb M, Coppens Y, Roche H. Expédition internationale de l'Afar, Ethiopie (4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> campagnes) 1975-1977: nouvelles découvertes d'Hominidés et découvertes d'industries lithiques pliocènes d'Hadar. *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences de Paris*. 1978; 287: 237-240.
- Johanson DC, White T, Coppens Y. A new species of genus *Australopithecus* (Primates: Hominoidea) from the Pleistocene of Eastern Africa. *Kirlandia*. 1978; 28: 1-14.
- Keyser AW. The Drimolen skull: the most complete australopithecine cranium and mandible to date. *South African Journal of Science*. 2000; 96: 189-197.
- Kimbel WH, Johanson DC, Rak Y. The first skull and other new discoveries of *Australopithecus afarensis* at Hadar, Ethiopia. *Nature* 1994; 368: 449-551.
- Leakey MD. Discoveries at Laetoli in Northern Tanzania. *Proceedings of the Geologists' Association*. 1981; 92 (2): 81-86.
- Leakey REF. Introduction. In: Leakey MG, Leakey REF. (eds) Koobi Fora research project, The fossil hominids and an introduction to their context, 1968-1974, vol I., Clarendon Press, Oxford, 1978; p 1-13.
- Leakey REF y Walker A. New *Australopithecus boisei* specimens from east and west Turkana, Kenya. *American Journal of Anthropology*. 1988; 76: 1-24.
- Leroy S, Dupont L. Development of vegetation and continental aridity in north-western Africa during the Last Pliocene: the pollen record of ODP Site 658. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*. 1994; 109: 295-316.
- Lockwood CA. Sexual dimorphism in the face of *Australopithecus africanus*. *Am. J. Phys. Anthropology*. 1999; 108:97-127.
- Macchiarelli R, Bondiolo L, Rook L, Chech M, Coppa A, Fiore I, Russom R, Vecchi F. The late early Pleistocene Human remains from Buia, Danakil depression, Eritrea. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*. 2004; 110: 133-144
- Martini JEJ, Wipplinger PE, Moen HFG, Keyser A. Contribution to the speleology of Sterkfontein cave, Gauteng province, South Africa. *Int. J. Speleology* 2003; 32 (1/4): 43-69.

- McDougall I, Brown FH, Fleagle J G. Stratigraphic placement and age of modern humans from Kibish, Ethiopia. *Nature* 2005; 433: 733-736.
- OMS (Organización Mundial de la Salud) [Internet]. [Actualizada 15 de Mayo 2013; consultado 24 de Mayo 2013]. Disponible en: <http://www.who.int/es>.
- Suwa G, Asfaw B, White T, Beyene Y, Katoh S, Nagaoka S, Nakaya H, Uzawa K, Renne P, WoldeGabriel G. The first skull of *Australopithecus boisei*. *Nature*. 1997; 389: 489-492.
- Taieb M, Coppens Y, Johanson DC, Kalb J. Dépôt sédimentaires et faunes du Plio-pleistocène de la basse vallée de l'Awash (Afar central, éthiopie). *C R Acad Sci Paris*, 1972; 275 (série D): 819–822.
- Thackeray JF, de Ruiter DJ, Berger LR, Van der Merwe NJ. Hominid fossils from Kromdraai: a revised list of specimens discovered since 1938. *Annals of the Trans. Mus.* 2001; 38: 43-56.
- The ArcGis 9.3 Desktop. ESRI Developer Network (EDN). Disponible en: <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgis-for-desktop>.
- The World Factbook. CIA (central intelligence agency). Consultada 7 de Junio. Disponible en <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html>. [Internet].
- Tutorial (nivel básico) para la elaboración de mapas con ArcGIS. Cartoteca Rafael Mas. Biblioteca y archivo UAM. Diciembre 2011.
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la educación, la ciencia y la cultura) [Internet]. [Actualizada 1 Mayo 2013; consultado 15 Mayo 2013]. Disponible en: <http://www.unesco.org/new/es>.
- Vignaud P, Burnet M, Durringer P, Mackaye HT, Likies A, Blondel C. Geology and palaeontology of the Upper Miocene Toros-Menalla hominid locality, Chad. *Nature*, 2002; 418: 152–155.
- Walker A, Leakey REF. *The Nariokotome Homo erectus skeleton*. Cambridge (MA): Harvard University Press (1 edición). 1993.
- White TD, Suwa G. Hominid footprints at Laetoli: Facts and Interpretations. *American Journal of Physical Anthropology*. 1987; 72 (4): 485–514.
- Wolpoff MH, Senut B, Pickford M, Hawks J. *Sahelanthropus* or *Sahelpithecus*? *Nature* 2002; 419:581-582.
- Wood B. *Encyclopedia of Human Evolution*. Wiley-Blackwell. 1 Edición. 2011.
- Woodward AS. A new cave man from Rhodesia, South Africa. *Nature*. 1921; 108: 371-372.