



Universidad de Jaén

Facultad de Ciencias
Experimentales

Colonización del Continente Americano por *Homo sapiens*

Autor: Elena García Martín

Grado: Biología

Fecha: 07/06/2024

CREA



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Facultad de Ciencias Experimentales
Grado en Biología

Trabajo Fin de Grado

Colonización del Continente Americano por *Homo sapiens*



Autora: Elena García Martín

En Jaén a 7 de junio de 2024

ÍNDICE:

1. Resumen y palabras clave	2
1.1. Resumen:	2
1.2. Abstract	2
2. Introducción	3
2.1. Justificación	3
2.2. Objetivos	4
3. Marco teórico	4
3.1. Antecedentes	4
3.2. Teorías del Poblamiento Temprano	6
3.2.1. Cuevas Blue-Fish	6
3.2.2. Cueva Chiquihuite	9
3.2.3. Cooper's Ferry	11
3.2.4. Monte Verde II	12
3.2.5. Page-Ladson	15
3.2.6. Santa Elina	16
3.3. Teoría del Poblamiento Tardío	17
4. Metodología	20
4.1. Métodos de Datación	20
4.1.2. Radiocarbono (C14)	22
4.1.3. Datación por luminiscencia ópticamente estimulada (OSL)	23
4.1.4. Método de datación de carbonatos por series de uranio (U/Th)	24
4.1.5. Biomarcadores	25
5. Conclusión	26
6. Bibliografía	27
7. Anexo	31

1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

1.1. Resumen:

Durante décadas ha prevalecido la hipótesis del poblamiento tardío del continente americano por *Homo sapiens*, según la cual las primeras poblaciones habrían llegado al “Nuevo Mundo” hace 11.500 años, procedentes del noroeste de Asia, a través de Beringia, y atravesando el corredor libre de hielo formado entre los glaciares del centro de Norteamérica, asentándose en la región conocida como Clovis. En esta se descubren proyectiles “tipo Clovis”, comunes en muchos otros asentamientos posteriores, que permitieron dar caza a grandes presas como los mamuts. No obstante, descubrimientos posteriores de evidencias arqueológicas datadas anteriormente abren una importante polémica sobre la teoría de la supuesta primigenia cultura Clovis. Algunos de estos asentamientos más antiguos corresponden a Sudamérica, por lo que investigadores e historiadores buscan nuevas pruebas y vías para dar una explicación coherente, procediendo a revisar en profundidad los conocimientos sobre las posibles rutas de migración que habrían seguido estas poblaciones.

Palabras claves: *Homo sapiens, Poblamiento tardío, Poblamiento temprano, Métodos de datación, Puntas de flecha.*

1.2. Abstract

For decades, the hypothesis of late settlement of the American continent by *Homo sapiens* has prevailed, according to which the first populations would have arrived in the “New World” 11,500 years ago, coming from northwest Asia, through Beringia, and crossing the corridor free of ice formed between the glaciers of central North America, settling in the region known as Clovis. In it, “Clovis-type” projectiles were discovered, common in many other later settlements, which made it possible to hunt large prey such as mammoths. However, later discoveries of previously dated archaeological evidence open an important controversy about the theory of the supposed primitive culture Clovis. Some of these oldest settlements correspond to

South America, so researchers and historians are looking for new evidence and ways to provide a coherent explanation, proceeding to review in depth the knowledge about the possible migration routes that these populations would have followed.

Key words: *Homo sapiens, Late settlement, Early settlement, Datation's methods, Projectiles*

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Justificación

Entendemos la prehistoria como la historia de la humanidad que se extiende en tiempo y espacio antes de cualquier memoria escrita y se presenta ante nosotros como una etapa desconocida y compleja que nos ofrece una imagen de la diversidad de vías que ha tomado la evolución biológica y cultural del género humano.

La presencia humana en cualquier ubicación se puede comprobar al encontrar materiales líticos manufacturados, convertidos en herramientas con signos de haber sido tratadas y golpeadas; huesos de fauna y material orgánico secuenciado. Los arqueólogos tienen desacuerdos sobre el origen de la cultura material de América del Sur, debido a que existen dos perspectivas. La primera indica que la tecnología de Clovis, las herramientas bilaterales, con dos caras de hoja, se extendieron hasta el sur de América hace 13.000 años, en especial las puntas de proyectil denominadas “*Fishtail*”. La segunda indica que las herramientas tanto del norte como del sur de América, las hojas de una o dos caras son diferentes adaptaciones debido a las diferencias medioambientales y culturales; ambas tecnologías parecen ser originadas en algún lugar del este de Asia.

La colonización del continente Americano es una de las incógnitas sobre las que con más frecuencia centran la atención arqueólogos, antropólogos, genetistas y geólogos. Aun habiendo diversas teorías y opiniones al respecto, sobre cómo y cuándo llegó *H. sapiens* a América, o el número concreto de migraciones. Lo que parece estar relativamente claro es que habría sido entre 20.000 a 18.000

años, a través de la ruta procedente de Asia, a través del estrecho de Bering, en cual habría estado libre de hielo en dicho intervalo, permitiendo un puente entre ambos continentes. Posteriormente, las poblaciones migrantes se habrían disgregado a lo largo del centro y sur del continente. La discusión, sin embargo, se centra en hacia dónde se habría extendido, y en precisar las rutas que habrían seguido hacia el interior del continente.

No existe duda acerca de la importante influencia de los contactos que habrían tenido lugar entre unos y otros asentamientos, entre los del norte y sur de América, y en algunos casos, prevalecen las migraciones desde el sur hacia el norte.

Cuando vemos un mapa de los asentamientos del Pleistoceno por parte de *Homo sapiens* en Sudamérica, podemos observar que están aislados unos de otros y tienen un orden cronológico y culturas completamente distintas. Este hecho, junto con el gran área de extensión de estos asentamientos, impide una idea clara y precisa del modo en el que se ha producido en realidad la colonización de este continente por parte de las poblaciones originales.

2.2. Objetivos

El objetivo de este TFG es hacer un recorrido por las teorías de colonización temprana y tardía del continente Americano por parte de *Homo sapiens*, comentando a nuestro paso las localizaciones de los asentamientos y sus hallazgos más destacados, además de dejar plasmadas ideas claras y concisas sobre los distintos métodos de datación como el radiocarbono, el ADN mitocondrial y luminiscencia ópticamente estimulada (OSL), entre otros.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes

A pesar de la magnitud del continente Americano y que fue el último continente colonizado por el *Homo sapiens*, sabemos poco sobre cómo, por donde se produjo o cuándo se produjo.

En la antigüedad, se atribuyó la colonización de América a Atlantis o incluso a las tribus perdidas de Israel, 10 tribus que fueron deportadas tras la conquista de Neo-Asirio en el 772 a.C.

También se atribuyen a mitos religiosos, como el sacerdote Miguel Cabello Balboa, que relacionaba a los aborígenes americanos con el patriarca Ofir, del libro Génesis.

Podemos destacar a José Acosta, un hombre jesuita que por primera vez dejó constancia de un acercamiento entre Asia y América a través del estrecho de Bering, por donde pudieron cruzar hombres y animales. Le pidió información hidrográfica a Don Pedro Sarmiento de Gamboa sobre las mareas en los estrechos, como el estrecho de Magallanes. Tras esto, escribió un libro, “De natura Novi Orbis” en 1589, donde quiso negar las ideas tradicionales de colonización por parte de las tribus de Israel o Atlantis.

Por último hablamos de Fray Gregorio García, que estuvo en contacto con indígenas y viajó por Asia, para demostrar las semejanzas existentes entre sus habitantes y escribió un nuevo libro titulado “Origen de los indios del Nuevo Mundo e Indias Occidentales” en 1607.

En 1876 se da el primer descubrimiento, donde Charles Abbott encuentra un asentamiento humano en su granja en Delaware, con útiles y herramientas de piedra datados del Pleistoceno, hace unos 10.000 años. Al principio fue rechazado, debido a motivos religiosos y estándares científicos, pero fue el primer paso hacia la disputa que actualmente se sigue manteniendo, la colonización temprana y la colonización tardía.

En 1930 se conservaba la idea de la “colonización tardía”, debido a las investigaciones y los yacimiento encontrados, sobre todo Clovis, donde se indica que el origen y el comienzo de la colonización del continente Americano se produjo a través del estrecho de Bering, en una etapa de glaciación hace 10.000 años, que coincidió con una apertura en el bloque, llamado corredor libre de hielo (figura 1), en América continental, lo que permitió el paso de esos primeros *Homo sapiens* y sus primeros asentamientos en América.

Este modelo se acuñó con el término en inglés “*Clovis-first theory*”, considerándose un grupo de *Homo sapiens* muy especializados en la caza de grandes y pequeñas presas y que se expandieron con una gran rapidez tanto al sur como al norte menos de 1000 años después de su llegada.



Figura 1: podemos observar el corredor libre de hielo situado al noroeste de Norteamérica y los puntos rojos nos indican los distintos asentamientos descubiertos junto con su datación (en años). (Imagen de Nature)

En cambio, en 1970, se encontró un avituallamiento en el sur de Chile, denominado “Monte Verde II”, que fue datado de hace 14.500 años. Esto nos hace suponer que podría haber otros yacimientos que indicarían una colonización anterior a la de Clovis. La mayoría de asentamientos datados anteriormente a Clovis se sitúan en el sur de América.

Estos descubrimientos dieron pie al desarrollo de nuevas teorías que cuestionan los fundamentos del consenso de Clovis, dando lugar a la “Teoría del Poblamiento Temprano”.

3.2. Teorías del Poblamiento Temprano

Mientras que en Norte América los humanos tenían encuentros con mega fauna como mamuts, bisontes, en general animales acostumbrados a climas fríos, en América del Sur, se podrían encontrar una mayor diversidad de animales, debido a los climas y temperaturas más agradables. Esto se cree que propició la larga estancia de los poblamientos en el sur de América.

3.2.1. Cuevas *Blue-Fish*

Las excavaciones que tuvieron lugar en las cuevas “Blue-fish” de Canadá, dieron pie a proponer que el inicio de la dispersión de grupos humanos en

el este de Beringia (región que comprende Alaska y el territorio Yukon), ocurrió durante el Último Máximo Glacial (LGM).

Durante el Último Máximo Glacial, el centro de Beringia podría haber permitido asentamientos de humanos debido a las condiciones húmedas y cálidas gracias a los arbustos leñosos y árboles ocasionales, que podrían haber sido utilizados como combustible. Esta región estaba sumergida durante los últimos momentos del Pleistoceno, lo que dificulta la recolección de datos, pero las cuevas Bluefish podrían haberse mantenido fuera de las regiones sumergidas, lo que explicaría las ocupaciones esporádicas de estas cuevas.

Esta hipótesis fue constantemente criticada, debido a la ausencia de otros yacimientos cercanos que pudieran corroborar la teoría.

Algunos estudios demuestran que este sitio fue habitado hace 24.000 años, convirtiéndose en el primer asentamiento conocido de Norteamérica y propone a una población humana genéticamente aislada que persistió en Beringia durante el Último Máximo Glacial y se dispersó por el norte y sur de América tras este periodo glacial. Beringia fue una región que se extendía desde el río Lena en Siberia hasta el río Mackenzie en la región Yukon.



Figura 2: Imagen A, atlas del río Lena en Siberia; Imagen B, atlas río Mackenzie en Canadá, territorio Yukon. (Imágenes de Shannon1)

El yacimiento se compone de tres cuevas kársticas, localizadas a 54 kilómetros del pueblo de *Old Crow*. Las tres cuevas contienen distintas capas de sedimentos, donde encontraron pequeños artefactos y herramientas, además de

fragmentos de hueso animal. La sección de herramientas encontradas incluye hojas afiladas, astillas de sílex, herramientas que utilizaban para darle forma a las hojas, entre otros objetos de piedra. La mayoría de herramientas fueron encontradas en la cueva número II, de 30 a 155 centímetros de profundidad.

Aunque no fue posible datarlas con exactitud, se parecen a herramientas utilizadas en la cultura Dyuktai, en el este de Siberia de hace 16.000 a 20.000 años. No se reportaron hornos ni hogueras como en otros yacimientos.

Aunque siguen habiendo dudas sobre la integridad geológica del asentamiento y las dataciones de radiocarbono de las muestras de huesos, que no permiten a la comunidad científica aceptar esta hipótesis, Lauriane Bourgeon y Ariane Burke (2017) estudiaron los huesos animales encontrados en las cuevas, los compararon gracias al Museo de Historia de Canadá en el laboratorio de la Universidad de Montreal.

Se realizaron análisis tafonómicos que permiten contextualizar e identificar correctamente huesos animales modificados tanto por humanos como otros animales, además de tener en cuenta la influencia climática sobre los restos óseos que pueden provocar fracturas o descamaciones en las superficies de los huesos, eliminando o alterando marcas y huellas. Tuvieron en cuenta varios criterios al examinar los huesos óseos como la forma de las marcas de corte, la trayectoria de las mismas, el número de estrías, la orientación y localización anatómica entre otros.

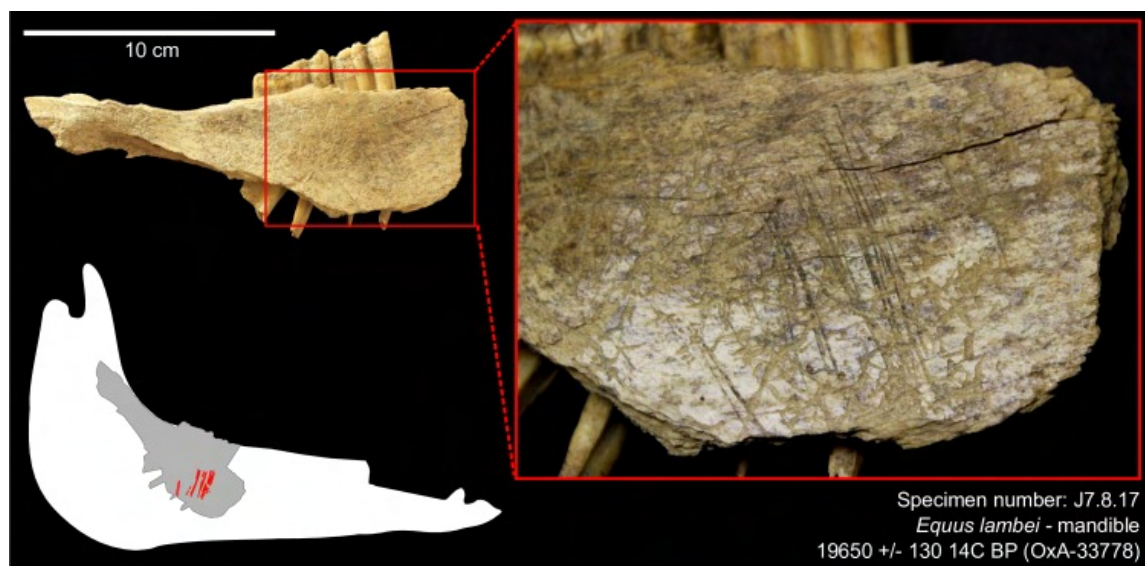


Figura 3: Marcas de cortes en mandíbula de caballo perteneciente a la cueva II.

Se analizaron 36.000 restos óseos de mamíferos pertenecientes a las cuevas I y II, de los cuales se registraron un total de 50 con rasgos de haber sido marcados por actividades humanas. Se observaron marcas de cortes en caballos (*Equus lambei*) (Figura 3), caribúes (*Rangifer tarandus*), ciervos rojos (*Cervus elaphus*) y bisontes (*Bison priscus*) entre otros. Fueron datados de hace entre 12.000 y 24.000 años, lo que coincide con datos anteriores de las Cuevas Bluefish. La datación más antigua que se obtuvo fue de una mandíbula de caballo de la cueva I, marcada con cortes aparentemente producidos por herramientas de piedra e incisiones de hace 19.650 años, por lo que se puede observar presencia humana hace 22.000 años.

Estos datos arrojan luz sobre la hipótesis de que los humanos llegaron al este de Beringia durante el Último Máximo Glaciar, hace al menos 24.000 años, apoyando el aislamiento genético de este grupo de primeros pobladores, hace entre 15.000 y 23.000 años, y su posterior dispersión por el norte y el sur de América después del Último Máximo Glaciar.

3.2.2. Cueva Chiquihuite

La cueva de Chiquihuite se encuentra en el norte de México, en las montañas Astillero a 2.740 metros sobre el nivel del mar. Está formada por dos cámaras interconectadas, de 50 metros de ancho y 15 de alto, donde se encontraron espeleotemas. Los depósitos estratificados fueron datados hace 33.150 años. Los estratos de la cueva contenían fragmentos de piedra caliza gris en todos los tamaños, desde gránulos hasta grandes depósitos erráticos de la misma. Los caminos contenían capas de sedimentos carbonatados en polvo y barro. Los sedimentos se interpretaron como restos de los pequeños flujos que se formaban en los aluviones, que se formaban en el exterior y se depositaban en el interior de las cuevas y un intenso viento durante las últimas fases del Pleistoceno tardío.

En él se encontraron más de 1.900 piezas de piedra enterradas bajo 3 metros de tierra poco modificadas por el tiempo, que resultaron ser previos a la cultura Clovis.

En 2012 se encontraron materiales que podrían delatar la presencia humana antes del Último Máximo Glacial (LGM) hace 26.000 a 18.000 años. Se obtuvieron 46 dataciones a través de la datación por radiocarbono y 6 por

Luminiscencia Ópticamente Estimulada (OSL). La mayoría de los restos óseos que encontraron presentaban cantidades de colágeno considerablemente altas, lo que indicaba una preservación aceptable del colágeno y bajos niveles de contaminación.



Figura 4: Imágenes de las puntas de lanza y artefactos líticos obtenidos en la cueva Chiquihuite (Imagen de Nature)

Las puntas y artefactos de piedra reflejan una tradición tecnológica aún desconocida, que se encontraban en buen estado. La técnica dominante para la manufacturación de estas piedras era principalmente el golpeo. Las piedras con errores en el golpeo o errores en la reparación son un claro indicador, una vez más, del aprendizaje y la guía experta. Se encontraron puntas variadas y en gran frecuencia, formando el 31% de los objetos líticos encontrados, y la mayoría de ellas son de una cara con un filo retocado.

También tomaron muestras de ADN y obtuvieron la presencia de algunas especies forestales como el enebro (*Juniperus sp.*), pino (*Pinus sp.*) y gramíneas como *Lolium* y *Hordeum*. Se encontró ADN perteneciente a fauna como murciélagos (*Eptesicus sp.* y *Myotis sp.*), roedores como marmotas (*Marmota sp.*), ardillas (*Urocyon sp.*) y el ratón ciervo (*Peromyscus maniculatus*), además de cabras,

ovejas e incluso algunos tipos de pájaros como gorrones (*Zonotrichia sp.*) y halcones (*Falco sp.*). Se encontraron evidencias de la presencia de caballos modernos en la capa superior de los estratos y ADN de caballos antiguos en la parte inferior de los estratos, mayormente relacionado filogenéticamente con el último de los caballos salvajes (*Equus przewalskii*). Se intentó identificar ADN humano antiguo, pero no encontraron evidencia, lo cual no niega la presencia de humanos en la Cueva Chiquihuite.

En definitiva, las herramientas de piedra y los residuos orgánicos permiten suponer la presencia del *Homo sapiens* en la Cueva Chiquihuite entre el LGM y el pre-LGM, donde seguramente la usaban como un sitio seguro que visitaban con frecuencia y eran parte de sus largas migraciones, aun siendo un sitio atípico de la ocupación humana, en contraste con los asentamientos a ras del suelo y en sitios abiertos.

3.2.3. *Cooper's Ferry*

El yacimiento de Cooper's Ferry se localiza al este de Idaho, cerca del río Salmón. Hubo hallazgos de restos óseos de animales cercanos a pequeños hoyos que contenían grandes cantidades de puntas de flecha, que permitieron demostrar que los humanos se asentaron en Cooper's Ferry entre hace 16.000 y 15.700 años.

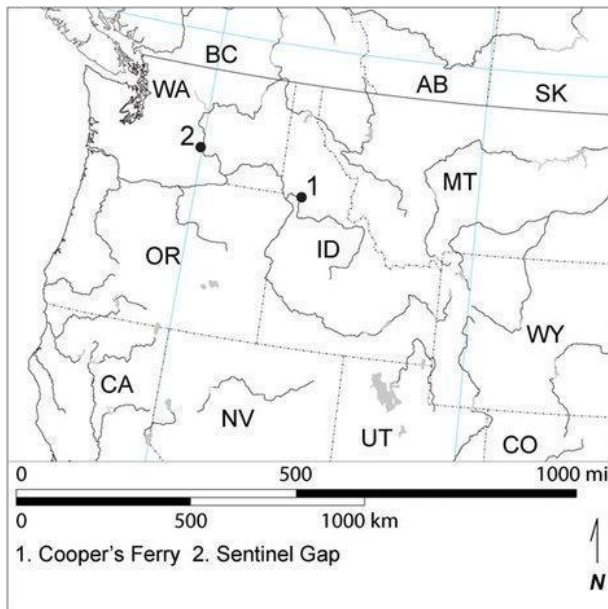


Figura 5: Mapa de localización de Cooper's Ferry en Idaho.

Este asentamiento destaca por las puntas de lanzas halladas en depósitos de arena y grava ya estratificados denominados como "LUB3", debido a

que fueron datadas miles de años anteriores a las puntas utilizadas en Clovis, que datan de hace 13.000 años, lo que proporciona importantes evidencias para apoyar la teoría del poblamiento temprano del continente Americano.

Gracias a que la estratificación cronológica tenía gran integridad, se pudo datar el sedimento LUB3 con luminiscencia ópticamente estimulada (OSL), se identifica el comienzo del sedimento hace 16.000 a 15.700 años y se estima que terminó hace 15.995 o 15.625 años.

Dentro del sedimento LUB3 se encontraron varios agujeros que contenían grandes cantidades de armas y herramientas, llamados “F78” y “F108”, permitiendo que sus características fueran analizadas y comparadas para determinar de dónde proceden los ascendientes de esas tradiciones tecnológicas. Davis, Madsen y otros (2022) estudiaron estas puntas de lanzas y se dieron cuenta de que eran muy parecidas a las hojas bifaciales que se encontraron en el noroeste de Asia, en concreto en el norte de Japón, datadas del Paleolítico Superior Tardío, de hace hasta 21.400 años de antigüedad.



Figura 6: puntas de lanzas encontradas en los sedimentos marcados como “LUB3”, y en los hoyos marcados como “F78” y “F108”.

3.2.4. Monte Verde II

Monte Verde se ha convertido en el principal símbolo de rechazo ante la teoría de *Clovis First*, debido a su complejidad y antigüedad.

Monte verde II o el complejo de Monte Verde es un asentamiento que se encuentra en el centro-oeste de Chile, a 33 kilómetros de Puerto Montt en la región de Los Lagos y ha sido datado de hace entre 14.500 a 19.000 años. Fue descubierto en 1970 y en él encontraron una compleja agrupación de restos de una docena de estructuras residenciales, construidas gracias a postes y ramas envueltas en pieles, restos de fuegos, además de artefactos y utensilios característicos culturales que le otorgó al emplazamiento una gran fama e importancia para establecer relaciones temporales y culturales entre los diferentes poblados.

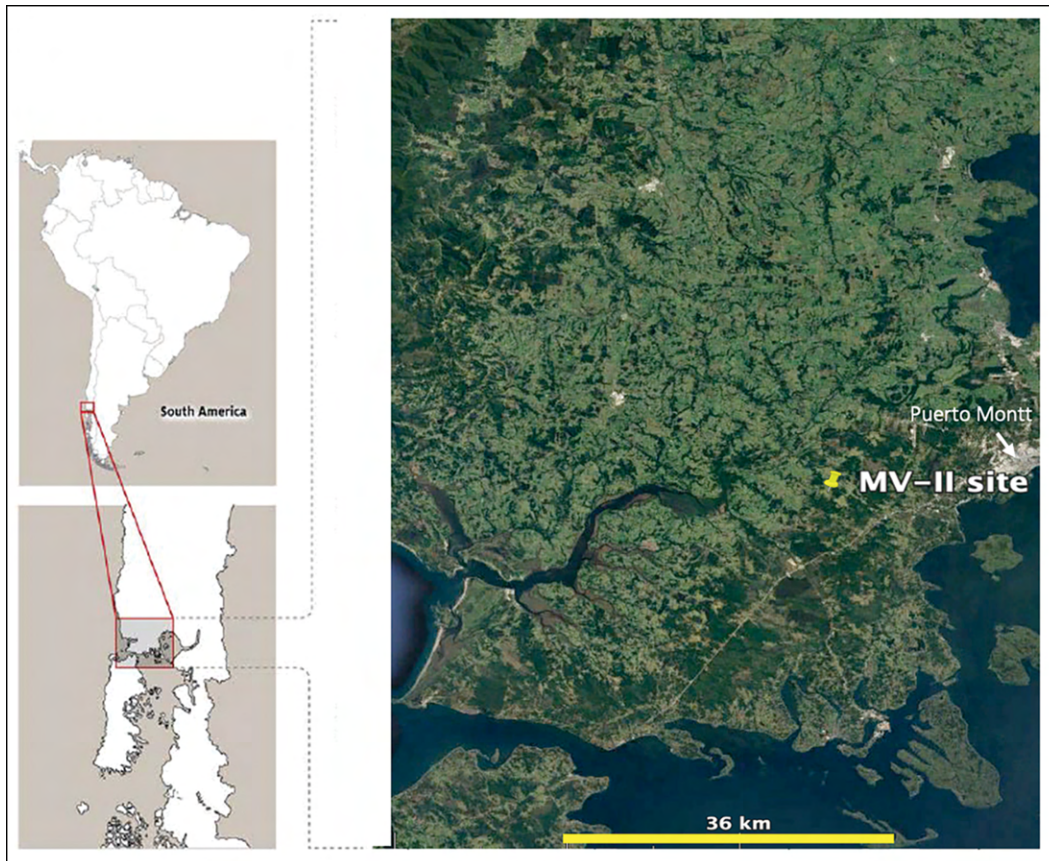


Figura 7: Localización del asentamiento Monte Verde II. (Fotografía de M. Pino)

Su localización concuerda con la teoría de la migración por la costa que explicamos anteriormente. El poblamiento de los Andes ocurre antes del fin del Pleistoceno, por lo que no se puede excluir una ruta de paso a través de las montañas.

Es un asentamiento al aire libre enterrado en la arena al norte del arroyo de Chinchihuapi, lo que permitió su preservación a lo largo del tiempo (épocas).

En él se encontró que el suelo de las estructuras residenciales estaba lleno de manchas que contenían tejidos microscópicos en su interior, que podrían haber pertenecido a piel de animal, además de pequeños agujeros con restos de comida, carbón y cenizas. Estos hoyos estaban rodeados de herramientas de piedra y restos de tejidos de más de 70 especies de plantas entre las que podemos destacar semillas, nueces, bayas o frutas del bosque entre otros.

Fuera de las carpas había pequeños montones de leña, hogueras y huellas humanas alrededor de ellas.



Figura 8: partes de madera colapsada que formaban parte de las carpas. Suelo oscurecido debido a los restos de cenizas, carbón y restos de animales y vegetales. (Fotografía de T.Dillehay)

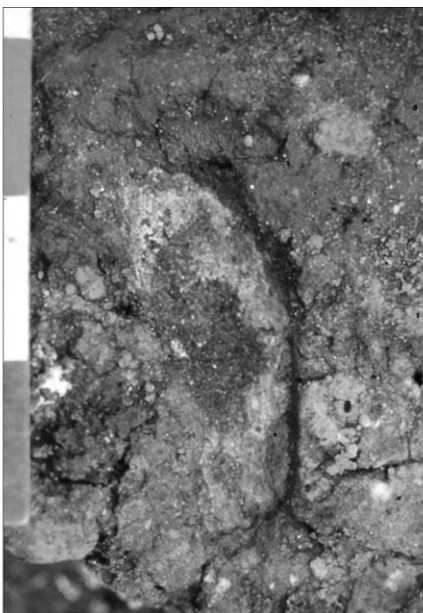


Figura 9: huella humana donde se aprecia con claridad el talón y los dedos. (Fotografía de T.Dillehay)

La piedra y la madera eran trabajadas fuera de la estructura residencial. Se encontraron también restos de alimentos masticados que contenían algunas variedades de algas y plantas terrestres que son usados en la actualidad como plantas medicinales por la gente indígena Huilliche y Mapuche de la región.

La presencia de comida exótica, como las algas mencionadas anteriormente, o las plantas medicinales, revela la importancia de las relaciones entre los pobladores de las montañas de los Andes y los habitantes de la costa del Pacífico para la economía de Monte Verde II.

Así Monte Verde II hunde las raíces de la prehistoria de América en los tiempos glaciares del Pleistoceno y conduce a un problema para remontar y explicar los poblamientos en aquellos tiempos, pero su distribución hace especular un movimiento de migración desde el sur hacia el norte, al contrario que las expectativas del modelo de poblamiento tardío.

3.2.5. *Page-Ladson*

Los restos arqueológicos de Page-Ladson se encuentran en el norte de Florida, en el río Aucilla y tienen una gran importancia arqueológica y paleontológica. Actualmente el asentamiento se encuentra sumergido bajo 9 metros de agua, rodeado de piedras calizas karstificadas del Oligoceno.



Figura 10: Fotografía tomada en el río Aucilla durante investigaciones en 2016, donde observamos los restos óseos de un mastodonte posteriormente identificado. (Universidad del Estado de Florida)

El yacimiento se investigó por primera vez en 1983 hasta 1997 encontrando grandes depósitos de artefactos de piedra que estaban destruidos, se piensa que por mastodontes. Después en 2012 se volvió a estudiar el contexto

geológico que aproximó las evidencias cercanas al momento de extinción de la megafauna.

Los yacimientos nos proporcionan una valiosa evidencia sobre la presencia de humanos durante el periodo Paleo indio en Norteamérica, debido a que se encontraron artefactos de piedra asociadas a restos de mastodontes, que sugiere una conexión entre la caza de megafauna como los mastodontes y su posterior extinción. Además, algunas de estas herramientas líticas fueron datadas de hace aproximadamente 14.500 años por radiocarbono y la técnica de luminiscencia ópticamente estimulada (OSL). Entre los artefactos encontraron puntas bifaces y herramientas con grandes muescas en sus bordes, típicos de la tecnología Clovis, pero también se encontraron herramientas anteriores a la tecnología Clovis. Este hallazgo desafía la teoría del poblamiento tardío, dando a entender la existencia de culturas pre-Clovis en esa región del norte de América.

Además de restos de mastodontes, se encontraron restos de caballos y camellos extintos, proporcionando una interesante información y nuevo conocimiento sobre la fauna del Pleistoceno y la interacción humano-fauna.

Se utilizó polen y restos vegetales para poder reconstruir el medio en el que vivían en el Pleistoceno y los estudios sugieren que en Page-Ladson había un clima más húmedo y fresco que el que hay en la actualidad.

3.2.6. *Santa Elina*

En un hallazgo localizado al sur de Brasil, donde convergen las cuencas de dos grandes ríos, el Amazonas y el Cuiabá-Paraguay-Paraná. Se encuentra lejos de otros yacimientos encontrados en América del Sur como podemos ver en la figura 1.

El yacimiento tiene una dimensión de 3 a 4 metros de ancho y 20 de largo. Se sitúa entre dos paredes dolomíticas del precámbrico que contienen poseen cientos de pinturas y dibujos. Entre estos hallazgos encontraron materiales como huesos o parte de esqueletos fragmentados pertenecientes a *Glossotherium*, herramientas como piedras talladas e incluso cerámica. Los huesos no parecían tener marcas de cortes, pero en algunos se encontraron vestigios de haber cortado su piel. Las piedras talladas consistían en piedras calizas, algunas piedras de sílex y

cuarzo. Estaban bien trabajadas con los bordes retocados, en incluso algunas piedras presentaban bordes denticulados

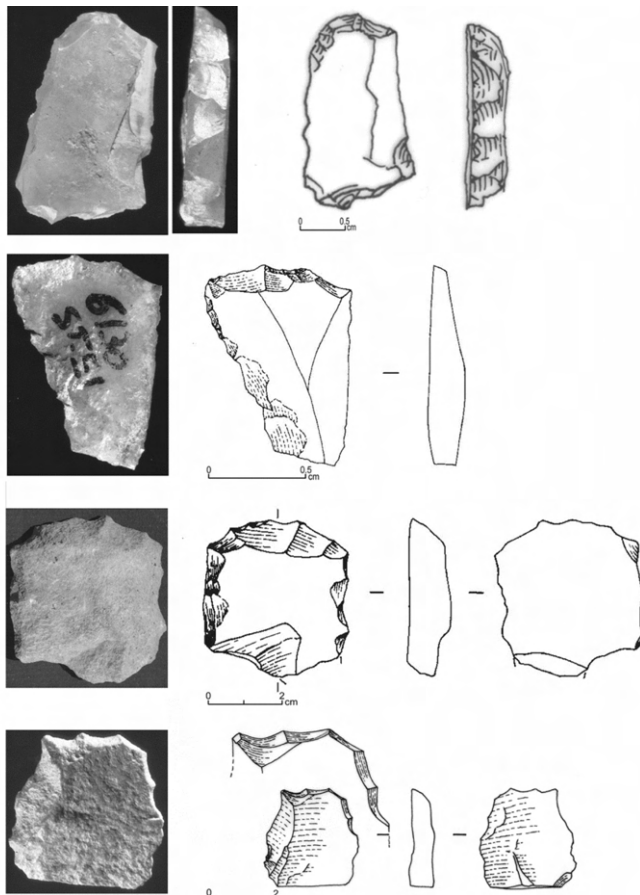


Figura 11: Desde arriba a abajo podemos observar dos herramientas de piedra de sílex con bordes retocados, una caliza con pequeños bordes afilados y por último, una escama de piedra caliza que cuenta con un pico puntiagudo.

Como comentamos al principio, la presencia humana se distingue por herramientas de piedra manufacturadas, huesos de fauna extinta, en este caso *Glossotherium* y restos de materia orgánica.

Se han datado a través de varios métodos, como C14, OSL y U/Th y como resultado, obtuvieron dos periodos de ocupación humana, el primero hace 23.120 ± 26 mil años y el segundo periodo de ocupación humana hace 10.120 ± 60 mil años.

3.3. Teoría del Poblamiento Tardío

3.3.1. Clovis

El asentamiento de Clovis comprende toda la teoría del poblamiento tardío, una hipótesis construida para unir los primeros descubrimientos de armas

bifaciales tipo Clovis y los últimos fósiles de fauna pleistocénica, en un lapso de tiempo entre 11.050 y 10.800 años aproximadamente. En las décadas de 1960 y 1970 parecía existir una relación entre la aparición de los primeros vestigios del ser humano en este nuevo continente y la extinción de los gigantes mamíferos del Pleistoceno.

Paul S. Martin fue quien desarrolló la mayor parte de esta hipótesis y se apoyó en la retirada de los glaciares de la parte extrema septentrional de América al final de la Edad de Hielo dejando un corredor libre de hielo, que permitió el paso de grupos de cazadores experimentados que entraron en el continente por el Noroeste de Asia a través de Beringia y sobreexplotaron esas nuevas presas hace 12.000 años. La facilidad de la actividad de la caza conlleva al desplazamiento por el sur, terminando de poblar todo el continente, terminando por extinguir las enormes presas de las que se alimentaban sus ancestros, dando lugar a que se volvieran vegetarianos. La teoría de Martin también mencionó la fatalidad ecológica que habría ocasionado la Revolución Neolítica en el Nuevo Mundo.

Los artefactos y tecnología de Clovis son los más reconocibles y primeros en difundirse por Norteamérica que quedan de los grandes cazadores. Las puntas de lanza de Clovis parecían hacerse de la misma manera independientemente de la región en la que se fabricara, pero estudios posteriores documentaron distintas formas dependiendo de su lugar de origen. Se han propuesto dos procesos que influyeron en la variación de la forma, como los mecanismos fortuitos de copia y error, que dieron lugar a nuevas variantes de las herramientas y la adaptación de los grupos de Clovis dependiendo de las características de su presa y su hábitat.

Las puntas más reconocidas son las puntas bifaciales, que se han encontrado en Estados Unidos, el norte de México y el sur de Canadá.



Figura 12: punta de Clovis (Foto de Williamson County)

Muchos estudios se enfocaron en descubrir cómo se produjeron esas modificaciones en la manufactura de las puntas de lanza.

Metin I. Eren (2015), descubrió, tras analizar 115 puntas 3 sitios claves de Clovis en el centro de Estados Unidos, que la variación fortuita por errores contribuyó significativamente en la diferenciación de hojas. Muchos estudios notaron un aumento en la diversificación de las hojas en el periodo Paleo indio tardío en zonas pequeñas, que podrían sugerir una relajación social de la presión de mantener contacto con parientes cercanos y una ampliación social, que podría reflejarse de manera muy clara en el periodo de Clovis. De este modo vemos cómo, aunque la población de Clovis era pequeña, la integración y relaciones sociales con otros grupos de manera intra regional, nos permite observar ligeras variaciones en hojas tipo Clovis que no pertenecían a sus propios asentamientos. Como afirman Boyd y Richardson (2010) “ (...) *los procesos de aprendizaje social son muy rápidos y pueden mantener distintos comportamientos entre grupos vecinos de humanos a pesar del flujo de ideas y personas entre ellos*”.

La hipótesis del poblamiento tardío se dio a raíz de los descubrimientos de materiales arqueológicos antiguos, que fueron datados por radiometría y C^{14} en un intervalo de tiempo de 10.500 a 11.500 años. Estas herramientas eran un tipo único de puntas de lanzas hechas de piedra que obtuvieron el nombre de “Clovis” debido a una ciudad de México cercana a donde fueron descubiertos los restos.

Posteriores descubrimientos como en California, permitieron comparar ambos tipos de armas y descubrir que eran muy similares entre ellas y el resto del norte de América que se encontraba al sur de los glaciares que ocupaban gran parte

del territorio americano. Esto permitió pensar que Clovis es un estrato basal del que descienden muchos otros grupos culturales y por lo tanto, el comienzo de la colonización del continente Americano por el *Homo sapiens*.

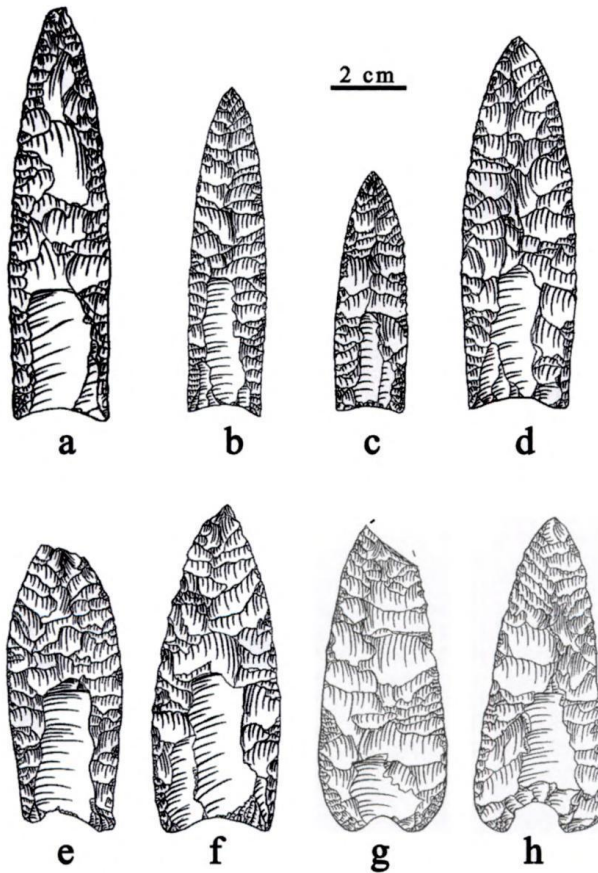


Figura 13: puntas de Clovis dibujadas por Ted Goebel; (a), (b) pertenecen a Blackwater en Nuevo México; (c) pertenecen a Domebo en Oklahoma; (d) pertenece a Lehner en Arizona; (e) pertenece a Murray Springs en Arizona; (f) pertenece a Dent en Colorado; (g), (h) pertenecen Colby en Wyoming.

4. METODOLOGÍA

Para poder conocer el origen de los restos encontrados en cualquier hallazgo debemos utilizar unos métodos que nos permitan darle una edad de forma precisa. Para ello utilizamos métodos de datación, algunos bastante conocidos como el radiocarbono y otros no tanto como la datación por carbonatos por series de uranio.

4.1. Métodos de Datación

4.1.1. ADN mitocondrial

La mitocondria es un orgánulo altamente especializado de las células eucariotas que se encarga de producir energía celular a través de la fosforilación oxidativa. Además son componentes claves en las cascadas de señalización de calcio, la regulación del metabolismo celular y la muerte celular programada, entre otras. Aunque su apariencia sea simple, ocultan en su interior una relación sinérgica entre dos genomas, el genoma nuclear (ADNn) y el genoma mitocondrial (ADNmt).

El ADN mitocondrial es una doble cadena de ADN, en la que distinguimos la cadena pesada rica en guanina y la cadena ligera rica en citosina. Su longitud varía dependiendo de la especie pero generalmente para humanos cuenta con unas 16.500 pares de bases.

Lo que diferencia al ADN mitocondrial del ADN es que el ADNmt se hereda por parte materna. Durante la formación del cigoto de los mamíferos, el ADN mt del espermatozoide se elimina a través de las ubiquinonas de forma selectiva y por tanto el contenido del ADN mitocondrial del cigoto es determinado exclusivamente por el óvulo sin fertilizar.

El hecho de que sea transmitido de madres a hijos es una herramienta muy valiosa en estudios de genética de poblaciones, debido a que en principio, todos los familiares que estén relacionados por la vía materna compartirán o han compartido las mismas secuencias de ADN mitocondrial. Tiene gran utilidad en el campo de arqueología debido a que al ser muy abundante en las células es posible recuperarlo de restos antiguos o muy degradados.

Las células contienen miles de moléculas de ADN mitocondrial, por lo que una reparación ineficiente del ADNmt y una mayor tasa de replicación, hacen que el ADN mitocondrial presente mutaciones frecuentemente. Estos cambios en el ADN mitocondrial son los que nos permiten seguir el rastro y descubrir la ruta por la que *Homo sapiens* abrió camino y se expandió.

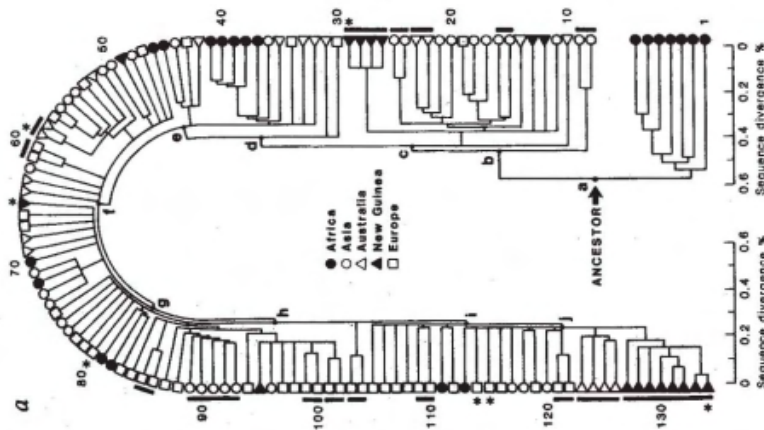


Figura 14: árbol genealógico de 134 tipos de ADN mitocondrial. Se obtuvo usando el programa PAUP. Imagen obtenida del artículo "Mitochondrial DNA and human evolution" de Rebecca L. Cann. Se propuso que estos ADNmt eran descendientes de una mujer que vivió hace 200.000 años, probablemente en África. Todas las poblaciones examinadas, excepto la población africana tienen múltiples orígenes, lo que implica que estas áreas fueron repetidamente colonizadas.

El ADN mitocondrial está expuesto a las fuerzas evolutivas, en concreto al efecto de la deriva genética. Esta es responsable del cambio aleatorio de las frecuencias genéticas de generación en generación en una población. La acción de la deriva se ve amplificada cuando son poblaciones de pequeño tamaño, aisladas, de forma similar a los cuellos de botella o efectos fundadores.

En las últimas décadas se han desarrollado nuevas técnicas de análisis molecular que han sido decisivos para el incremento de este tipo de estudios, debido a que ha facilitado el análisis del ADN perteneciente a restos humanos con gran antigüedad y es posible comparar los resultados obtenidos del ADN antiguo con los derivados del análisis de las poblaciones de la actualidad.

Aún con sus limitaciones, el análisis del ADNmt ha permitido abordar el estudio de sucesos tan importantes en la historia evolutiva de los humanos como el poblamiento de América. Los estudios del ADN mitocondrial pueden esclarecer el origen de los linajes mitocondriales y la posible relación entre los pobladores actuales y los pobladores prehistóricos que habitaban esa zona.

4.1.2. Radiocarbono (C^{14})

El radiocarbono es considerado uno de los métodos de trabajo más utilizados e importantes en la datación de objetos arqueológicos, debido a que su

rango de datación permite cubrir una parte muy importante de la evolución humana, en especial en el periodo comprendido entre la aparición de *H. neanderthal* y *Homo sapiens*. Además el carbono es un elemento que está muy presente en el medio ambiente y los componentes orgánicos de hallazgos arqueológicos pueden ser enlazados con actividades humanas.

Hoy día existe un gran número de avances y novedades en este método de datación, como las curvas de calibración, IntCal 20. Sin embargo, es complicado tratar las muestras orgánicas que se utilizarán para datar, por ello se han desarrollado nuevos métodos que se utilizan previamente al tratamiento de radiocarbono, como es el denominado “Radiocarbono 3.0”.

Primero se debe recolectar toda la materia orgánica posible, teniendo en cuenta el estado en el que se encuentra para el análisis. Una vez obtenida la materia orgánica se transforma en una diana de grafito o se le inyecta dióxido de carbono para poder obtener una datación más precisa. Esta datación irá siempre acompañada por un error estadístico, producido por la técnica de espectrofotometría de masas con aceleradores (“AMS”), que permiten obtener rangos de error definidos y obtener así una datación más certera. Por último se necesita un calendario preciso del C14, debido a que las huellas de carbono de los distintos organismos han variado considerablemente a lo largo del tiempo. Para ello se utiliza IntCal 20, y lo ideal es utilizar la cronología de los anillos de los árboles, o dendrocronología, que reflejan la variación de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera a lo largo el tiempo.

4.1.3. Datación por luminiscencia ópticamente estimulada (OSL)

El método OSL, o datación por luminiscencia ópticamente estimulada, es uno de los más utilizados para datar eventos geológicos y restos arqueológicos. Lleva años aplicándose, al principio en piezas de cerámica, donde se estimaba el tiempo transcurrido entre la última exposición a luz solar o desde la cocción, en este caso, debido a que en ambos casos, blanquean la señal luminosa, permitiendo establecer el instante cero.

Supone un sustituto a la termoluminiscencia debido a que presenta una mayor estabilidad en el tiempo y más sensibilidad que le permite una mayor precisión en las edades estimadas.

El cuarzo o el feldespato pueden almacenar en su estructura cristalina energía recibida de la radiación ionizante. Los electrones quedan libres por ser separados de su órbita, debido a la interacción de la radiación ionizante con el cristal, y quedan atrapados en imperfecciones de la red cristalina. Cuando estos electrones son expuestos a luz o a temperaturas superiores a 300°C, se libera energía en forma de luminiscencia. La luz emitida es proporcional a la cantidad de electrones atrapados y a la cantidad de radiación ionizante luminosa.

Cuando la luminiscencia ha sido provocada por la exposición a altas temperaturas como en la cocción de piezas de cerámica, se denomina Termoluminiscencia (LC); cuando la fuente de estimulación es luz visible, se conoce como Luminiscencia Ópticamente Estimulada (OLS). La respuesta luminiscente debe de ocurrir en un medio controlado para que pueda ser registrado.

Cuando se produce la emisión luminiscente, la energía acumulada se elimina, estableciéndose el momento 0 ($t=0$). El tiempo datado por luminiscencia será el transcurrido entre el momento 0 y la última vez que se produjo el blanqueo de la señal luminiscente.

El tiempo transcurrido desde la última exposición viene dado por la relación:

$$Edad (años) = \frac{Dosis\ recibida\ (Gy)}{Tasa\ de\ dosis\ (Gy/año)}$$

El rango de edades en el que es aplicable este método va desde la actualidad a varios cientos de miles de años, el límite de la datación sobre cuarzo se encuentra sobre los 300000 años y el feldespato sobre los 500000 años.

Este tipo de dataciones permiten estudiar algunos enclaves como montículos en el sur de la cuenca de la Laguna Merín (Uruguay), donde se estudian las acumulaciones de sedimentos termo alterados, es decir, hornos de tierra prehistóricos, u “*oven mounds*” de Australia.

4.1.4. *Método de datación de carbonatos por series de uranio (U/Th)*

U/Th o Método de datación de carbonatos por series de uranio, se basa en el fraccionamiento de los elementos de las cadenas naturales de desintegración radiactiva, provocado por el comportamiento químico del uranio (U) y torio (Th) en el ambiente.

El uranio está en estado de oxidación U en el ambiente, por lo que es solubilizado con facilidad en medio acuoso; en cambio el torio se encuentra como Th^{4+} que es insoluble en condiciones naturales, por lo que el torio debe de ser transportado a través de partículas o absorbido en ellas. Así, al formarse los carbonatos secundarios, el torio no se incorpora, originando un desequilibrio inicial en las series de U/Th. El equilibrio radiactivo suele restablecerse con el tiempo, desintegrando uranio y formándose sus derivados, que también participan en otros desequilibrios de la misma cadena de desintegración.

Teniendo en cuenta la tasa de decaimiento que depende de un tiempo conocido, se puede establecer el tiempo transcurrido desde la formación del material al momento de datación, a través de las relaciones isotópicas de las cadenas de desintegración.

4.1.5. *Biomarcadores*

Los coprolitos, además de contener ADN, contienen una serie de lípidos derivados de la dieta y los procesos bioquímicos ocurridos durante la digestión. En arqueología, los biomarcadores lipídicos se utilizan para analizar vasijas antiguas.

Los lípidos son moléculas químicamente estables, lo que les permite aparecer en rocas datadas de hace mil millones de años; podemos destacar dos tipos de compuestos lipídicos, como esteroides y el ácido biliar, que se usan para identificar materia fecal y su organismo productor.

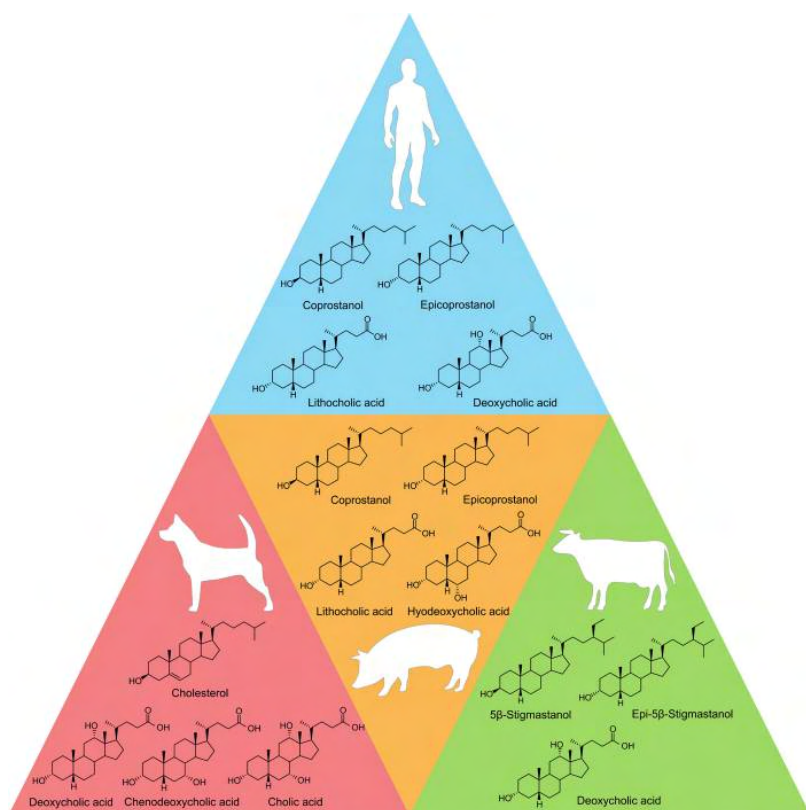


Figura 15: Esteroles y ácidos biliares dominantes en las muestras fecales de humanos, cánidos, cerdos y bovinos.

Estos biomarcadores lipídicos se han utilizado para demostrar la ocupación humana en numerosos enclaves del continente Americano y por ello tiene una gran importancia su estudio.

5. CONCLUSIÓN

En este tema de investigación, lo único en lo que todos los autores coinciden es que para llegar al continente Americano, poblaciones de *Homo sapiens* hubieron de atravesar el estrecho de Bering desde Asia, Esto ha podido ser conocido gracias al inmenso trabajo de los genetistas y sus estudios sobre ADN mitocondrial, lo que se considera una pieza clave en el registro de las migraciones de *H. sapiens*, desde su salida del continente africano, habiendo permitido también establecer las rutas migratorias por el mundo.

Las poblaciones de *H. sapiens* del este de Asia, en su ruta hacia el noreste se encontraron con un bloque de hielo que les impedía la entrada al continente americano, no obstante hace 15 mil años se abrió un corredor libre de hielo, seguido de una inundación del mismo a causa del deshielo. Hace 12.6 mil

años, las dos grandes placas de hielo que dominaban América comenzaron a alejarse entre sí, lo que permitió en la zona deshelada la proliferación de gran variedad de vegetación, y su colonización por una diversa y variada fauna de herbívoros y carnívoros (visón, osos pardos, ciervos canadienses, mastodontes y el ciervo wapiti).

Dado que el mencionado corredor libre de hielo no habría estado disponible para aquellas poblaciones que poblaron el sur de América previamente a la edad Clovis, esto hace pensar que realmente se habrían producido dos periodos de migración, una anterior, a través de la costa oeste de Norteamérica, y otra posterior a través del corredor libre de hielo. Este corredor no solo habría permitido emigrar hacia el sur, sino que también habría permitido establecer contacto con otras poblaciones de *H. sapiens*, permitiendo hibridaciones e intercambios culturales.

El modelo de poblamiento tardío postula que la entrada no se habría producido con anterioridad a hace 13.000 años, y que posteriormente se habría producido una rápida dispersión de los grupos de población, derivada de la persecución de las manadas de grandes herbívoros de los que dependían para su supervivencia, y de estos destaca el poblamiento Clovis, de la que atestigua su cultura y tecnología característica, identificable en diversos asentamientos.

El modelo de poblamiento temprano, no obstante, nos induce a pensar en la entrada de *Homo sapiens* muy anteriormente a 14.000, probablemente hasta hace 19.000 años, muy probablemente a través de la ruta de la costa, lo que explica la existencia de asentamientos muy tempranos en Sudamérica, donde se habrían establecieron y desde donde posteriormente habrían migrado, mediante flujos tanto hacia el norte de América, como también hacia el sur. En esta teoría encajaría la existencia del poblamiento de Monte Verde (y de otros incluso anteriores), la cual sería la más importante debido a los artefactos líticos encontrados en sus asentamientos y su situación privilegiada.

En cualquier caso, está claro que este es un tema de investigación aún bastante desconocido, y todo apunta a que a través de las diferentes líneas de investigación van a permitir nuevos conocimientos para ordenar las múltiples piezas de un complejo puzzle, aún bastante incompleto. Esperemos que se pueda alcanzar un amplio consenso por parte de la comunidad científica implicada en estos

estudios, y resulte posible esclarecer una parte enigmática del pasado de nuestra especie.

6. BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Álvarez-Cubero, M.J., Mtnez.-Gonzalez, L.J., Saiz, M., Álvarez, J.C., & Lorente, J.A.. (2010). *Nuevas aplicaciones en identificación genética. Cuadernos de Medicina Forense*, 16(1-2), 5-18.
- 2.- Ardelean, C.F., Becerra-Valdivia, L., Pedersen, M.W. et al.(2020). *Evidence of human occupation in Mexico around the Last Glacial Maximum. Nature* 584, 87–92 . <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2509-0>
- 3.- Becerra-Valdivia, L., Higham, T.(2020). *The timing and effect of the earliest human arrivals in North America. Nature* 584, 93–97 . <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2491-6>
- 4.- Bourgeon, L., Burke, A., & Higham, T. (2017). *Earliest Human Presence in North America Dated to the Last Glacial Maximum: New Radiocarbon Dates from Bluefish Caves, Canada. PloS one*, 12(1), e0169486. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169486>
- 5.- Boyd, R., & Richerson, P. J. (2010). *Transmission coupling mechanisms: cultural group selection. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1559), 3787-3795.
- 6.- Bracco Boksar, R., Duarte, C., Gutiérrez, O., Tassano, M., Norbis, W., & Panario, D. (2020). *El fuego en los procesos constructivos de los montículos del sur de la cuenca de la Laguna Merín (Uruguay): Un aporte de la datación por luminiscencia (OSL/TL). Latin American Antiquity*, 31(3), 498–516. doi:10.1017/laq.2019.98
- 7.- Callaway, E. (2020). *Ancient voyage carried Native Americans' DNA to remote Pacific islands. Nature*. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-02055-4>
- 8.- Cann, R., Stoneking, M. & Wilson, A.(1987). *Mitochondrial DNA and human evolution. Nature* 325, 31–36. <https://doi.org/10.1038/325031a0>
- 9.- Cardoso, S, Valverde, L, Palencia, L. (2011). *Análisis de ADN mitocondrial en los restos humanos de la cueva de Santimamiñe (Kortezubi, Bizkaia). Bizkaiko arkeologi indusketak-excavaciones arqueológicas en Bizkaia.*

- 10.- Chatters, J. C., Potter, B. A., Prentiss, A. M., Fiedel, S. J., Haynes, G., Kelly, R. L., ... Haynes, C. V. (2022). *Evaluating Claims of Early Human Occupation at Chiquihuite Cave, Mexico*. *PaleoAmerica*, 8(1), 1–16.
- 11.- Chinnery, P. F., & Hudson, G. (2013). *Mitochondrial genetics*. *British medical bulletin*, 106(1), 135–159. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldt017>
- 12.- Clark, P. U., Dyke, A. S., Shakun, J. D., Carlson, A. E., Clark, J., Wohlfarth, B., Mitrovica, J. X., Hostetler, S. W., & McCabe, A. M. (2009). *The Last Glacial Maximum*. *Science*, 325(5941), 710–714. <https://doi.org/10.1126/science.1172873>
- 13.- Davis, L. G., Madsen, D. B., Sisson, D. A., Becerra-Valdivia, L., Higham, T., Stueber, D., Bean, D. W., Nyers, A. J., Carroll, A., Ryder, C., Sponheimer, M., Izuka, M., Iizuka, F., Li, G., Epps, C. W., & Halford, F. K. (2022). *Dating of a large tool assemblage at the Cooper's Ferry site (Idaho, USA) to ~15,785 cal yr B.P. extends the age of stemmed points in the Americas*. *Science advances*, 8(51), eade1248. <https://doi.org/10.1126/sciadv.ade1248>
- 14.- Davis, L. G., Nyers, A. J., & Willis, S. C. (2014). *Context, Provenance and Technology of a Western Stemmed Tradition Artifact Cache from the Cooper's Ferry Site, Idaho*. *American Antiquity*, 79(4). <https://doi.org/10.7183/0002-7316.79.4.596>
- 15.- Davis, L. G., & Schweger, C. E. (2004). *Geoarchaeological context of Late Pleistocene and Early Holocene occupation at the Cooper's Ferry Site, Western Idaho, USA*. *Geoarchaeology*, 19(7). <https://doi.org/10.1002/gea.20020>
- 16.- Elias, S., Short, S., Nelson, C. et al. (1996). *Life and times of the Bering land bridge*. *Nature* 382, 60–63 .
- 17.- Eren, M. I., Buchanan, B., & O'Brien, M. J. (2015). *Social learning and technological evolution during the Clovis colonization of the New World*. *Journal of human evolution*, 80, 159–170. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2015.01.002>
- 18.- Fernández, A., Velasco, A. (2011) Estrat Crític: Revista d'Arqueologia, ISSN 1887-8687, Nº. 5, 1, (Ejemplar dedicado a: Jornadas de Jóvenes en Investigación Arqueológica, JIA (3as : 5-7 de mayo 2010 : UAB)), págs. 379-387
- 19.- Garner R. C. (2000). *Accelerator mass spectrometry in pharmaceutical research and development--a new ultrasensitive analytical method for isotope measurement*. *Current drug metabolism*, 1(2), 205–213. <https://doi.org/10.2174/13892000003339054>
- 20.- Gruhn, R. (2020). *Evidence grows that peopling of the Americas began more than 20,000 years ago*. In *Nature* (Vol. 584, Issue 7819).

- 21.- Hamilton, M. J., & Buchanan, B. (2007). *Spatial gradients in Clovis-age radiocarbon dates across North America suggest rapid colonization from the north. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(40), 15625–15630. <https://doi.org/10.1073/pnas.0704215104>
- 22.- Haynes, G. (1988) Spiral Fractures, Cutmarks and Other Myths About Early Bone Assemblages. En *Early Human Occupation in Far Western North America: The Clovis-Archaic Interface*, editado por J. A. Willig, C. M. Aikens y J. L. Fagan, pp. 145-151. Nevada State Museum Anthropological Papers Number 21, Nevada.
- 23.- Jiménez Barredo, F., Hasözbeke, A. (2022). *Dataciones por Series de Uranio*. Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH)
- 24.- Jessi J. Halligan et al.(2016). *Pre-Clovis occupation 14,550 years ago at the Page-Ladson site, Florida, and the peopling of the Americas*. *Sci. Adv.*2,e1600375. [doi:10.1126/sciadv.1600375](https://doi.org/10.1126/sciadv.1600375)
- 25.- Marangoni, A., Caramelli, D., & Manzi, G. (2014). Homo sapiens in the Americas. Overview of the earliest human expansion in the New World. *Journal of anthropological sciences = Rivista di antropologia : JASS*, 92, 79–97.
- 26.- Medialdea Utande, A., & Rivera-Silva, J. (2022). *Datación por luminiscencia: ópticamente estimulada (OSL) y termoluminiscencia (TL)*. *Cuaternario y Geomorfología*, 36(3–4).
- 27.- Meltzer, D. J., Grayson, D. K., Ardila, G., Barker, A. W., Dincauze, D. F., Haynes, C. V., ... Stanford, D. J. (1997). *On the Pleistocene Antiquity of Monte Verde, Southern Chile*. *American Antiquity*, 62(4), 659–663. doi:10.2307/281884
- 28.- Michael R. Waters. (2019). *Late Pleistocene exploration and settlement of the Americas by modern humans*. *Science*365,east 5447 [doi:10.1126/science.aat5447](https://doi.org/10.1126/science.aat5447)
- 29.- Moreno, K., Bostelmann, J. E., Macías, C., Navarro-Harris, X., De Pol-Holz, R., & Pino, M. (2019). *A late Pleistocene human footprint from the Pilauco archaeological site, northern Patagonia, Chile*. *PloS one*, 14(4), e0213572. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213572>
- 30.- O'Brien, M. J., Buchanan, B., & Eren, M. I. (2016). *Clovis Colonization of Eastern North America: A Phylogenetic Approach*. *STAR: Science & Technology of Archaeological Research*, 2(1), 67–89.
- 31.- O'Brien, M. J., & Buchanan, B. (2017). *Cultural learning and the Clovis colonization of North America*. *Evolutionary anthropology*, 26(6), 270–284. <https://doi.org/10.1002/evan.21550>

- 32.- Pedersen, M., Ruter, A., Schweger, C. et al.(2016). *Postglacial viability and colonization in North America's ice-free corridor*. *Nature* 537, 45–49. <https://doi.org/10.1038/nature19085>
- 33.- Pino, M., & Dillehay, T. D. (2023). *Monte Verde II: an assessment of new radiocarbon dates and their sedimentological context*. *Antiquity*, 97(393), 524–540. doi:10.15184/aqy.2023.32
- 34.- Ramírez Galicia, A.(2016). *Notas sobre los estudios de la prehistoria de América: poblamiento del continente, del Pleistoceno al Holoceno*. *Signos Históricos*, 18(36), 8–43.
- 35.- Reimer, P. J., Austin, W. E. N., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P. G., Bronk Ramsey, C., ... Talamo, S. (2020). *The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0–55 cal kBP)*. *Radiocarbon*, 62(4), 725–757. doi:10.1017/RDC.2020.41
- 36.- Richard E. Morlan. (1989). *Paleoecological implications of Late Pleistocene and Holocene microtine rodents from the Bluefish Caves, northern Yukon Territory*. *Canadian Journal of Earth Sciences*. 26(1): 149-156. <https://doi.org/10.1139/e89-012>
- 37.- Rothhammer, F., & Dillehay, T. D. (2009). *The late Pleistocene colonization of South America: an interdisciplinary perspective*. *Annals of human genetics*, 73(Pt 5), 540–549. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1809.2009.00537.x>
- 38.- Shillito, L. M., Whelton, H. L., Blong, J. C., Jenkins, D. L., Connolly, T. J., & Bull, I. D. (2020). *Pre-Clovis occupation of the Americas identified by human fecal biomarkers in coprolites from Paisley Caves, Oregon*. *Science advances*, 6(29), eaba6404. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aba6404>
- 39.- Talamo S, Kromer B, Richards MP, Wacker L (2023) Back to the future: *The advantage of studying key events in human evolution using a new high resolution radiocarbon method*. PLOS ONE 18(2): e0280598. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0280598>
- 40.-Vialou, D., Benabdelhadi, M., Feathers, J., Fontugne, M., & Vialou, A. V. (2017). *Peopling South America's centre: the late Pleistocene site of Santa Elina*. *Antiquity*, 91(358), 865–884. doi:10.15184/aqy.2017.101

41.- Waters, M. R., & Stafford, T. W., Jr (2007). *Redefining the age of Clovis: implications for the peopling of the Americas*. *Science* (New York, N.Y.), 315(5815), 1122–1126. <https://doi.org/10.1126/science.1137166>

7. ANEXO



Figura 16: Mapa de Beringia (figura John Hoffecker)

Mapa interactivo sobre geografía del mundo en el Pleistoceno:

<https://dinosaurpictures.org/ancient-earth/#120>