

RESEARCH ARTICLE

**CATÁLOGO DE DATACIONES ABSOLUTAS DISPONIBLES
PARA LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE LA QUEMADA,
ZACATECAS, NORTE DE MESOAMÉRICA**

*Catalog of Absolute Dates Available for the Archaeological
Area of La Quemada, Zacatecas, Northern Mesoamerica*

*Alejandra García Pimentel,¹ Carlos Torreblanca,²
Miguel Cervantes Solano,¹ Rubén Cejudo,¹ Rafael García,¹
Avto Goguitchaichvili,¹ Juan Gerardo Rivera Belmontes,² Juan Morales¹*

¹ Servicio Arqueomagnético Nacional, UNAM, Campus Morelia, México; ² Delegación INAH Zacatecas, México
(miguel_cervantes@enesmorelia.unam.mx)



Figura 1. Vista aérea de la zona arqueológica de La Quemada (foto: Juan Gerardo Rivera Belmontes).

RESUMEN. *La zona arqueológica de La Quemada es uno de los asentamientos más grandes e importantes de la frontera norte de Mesoamérica. Se localiza en el municipio de Villanueva, en el Estado de Zacatecas. Las investigaciones arqueológicas han permitido definir la secuencia ocupacional del sitio en tres fases: Malpaso (400-600/650 AD), compartiendo decoración incisa-esgrafiada con la cerámica Canutillo correspondiente a la cultura Chalchihuites; La Quemada (600/650-850 AD), durante la cual el asentamiento presentó su mayor crecimiento arquitectónico y se con-*

Recibido: 28-7-2021. Modificado: 29-7-2021. Aceptado: 6-8-2021. Publicado: 23-8-2021.

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. Arqueol. Iberoam. Open Access Journal.
License CC BY 3.0 ES. <https://n2t.net/ark:/49934/252>. <http://purl.org/aia/4802>.

solidó como centro de poder; y Ciudadela (850-1000 AD), periodo en que se produjo el proceso de abandono y tuvo lugar un fuerte incendio. Los primeros datos cronológicos absolutos obtenidos para La Quemada corresponden a métodos radiométricos y fueron producto de los trabajos de campo realizados por Pedro Armillas en los años 1951 y 1952, obteniendo 3 fechas; más tarde, en los años 1963 y 1964, conseguiría 7 fechas más para La Quemada y 2 para el sitio Presa de Ambosco, ubicado a 6 km de La Quemada. En 1986, Peter Jiménez y Charles Trombold obtuvieron 4 fechas para el sitio Las Adjuntas, localizado a 4 km de La Quemada. Posteriormente, se lograron 39 dataciones de las excavaciones realizadas entre 1988 y 1993 por SUNY Buffalo en La Quemada y, en 1997, Ben A. Nelson publicó los contextos estratigráficos de las mismas. En 2018, Paula Turkon et alii publicaron 6 fechas correspondientes a La Quemada, obtenidas mediante métodos dendrocronológicos. Finalmente, en 2019 y 2020 se comunicaron las últimas dataciones absolutas obtenidas para La Quemada, conseguidas empleando métodos arqueomagnéticos. El primero de estos estudios (López et al. 2019) arrojó dos fechas y del segundo (Torreblanca et al. 2020) se obtuvieron 4 más. A partir de lo anterior se construyó una base de datos con 66 dataciones absolutas, observando que más de la mitad de las dataciones se encuentra dentro del intervalo que va del año 600 al 800 AD, el cual corresponde a la fase ocupacional La Quemada. Además, según el método de datación, se agruparon los intervalos de edad disponibles para cada estructura y se encontró que un fogón de la cancha del Juego de Pelota cuenta con una edad más reciente (hacia 1623 AD), lo cual indica su uso durante el periodo colonial de México, y que las estructuras Terraza 18 y Midden 11 son las más antiguas, al presentar fechas entre 130 y 170 AD. Finalmente, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de multirrangos y Kruskal-Wallis. El análisis de varianza y multirrangos posibilitó clasificar 3 grupos homogéneos (I, II, III) y se observó que algunas estructuras mostraron una superposición respecto a los grupos. La clasificación y el análisis estadístico realizado para las dataciones absolutas existentes permitieron identificar la cantidad de estructuras fechadas por métodos absolutos, las estructuras más jóvenes y las más antiguas, así como los periodos de uso de cada una de ellas; siendo lo más importante de este análisis que posibilita observar, en orden cronológico, el desarrollo constructivo de La Quemada, Zacatecas.

PALABRAS CLAVE. Mesoamérica; La Quemada; datación radiométrica; dendrocronología; arqueomagnetismo.

ABSTRACT. The archaeological area of La Quemada is one of the largest and most important settlements in the northern border of Mesoamerica. It is located in the municipality of Villanueva, in the State of Zacatecas. Archaeological research has allowed to define the occupational sequence of the site in three phases: Malpaso (400–600/650 AD), sharing incised decoration with the Canutillo ceramics corresponding to the Chalchihuites culture; La Quemada (600/650–850 AD), during which the settlement presented its greatest architectural growth and consolidated as a center of power; and Ciudadela (850–1000 AD), a period in which the process of abandonment and a strong fire took place. The first absolute chronological data obtained for La Quemada correspond to radiometric methods and were the result of field work carried out by Pedro Armillas in 1951 and 1952, obtaining 3 dates; later, in 1963 and 1964, he obtained 7 more dates for La Quemada and 2 for the Ambosco Dam site, located 6 km from La Quemada. In 1986, Peter Jiménez and Charles Trombold obtained 4 dates for the Las Adjuntas site, located 4 km from La Quemada. Subsequently, from excavations conducted between 1988 and 1993 by SUNY Buffalo at La Quemada, 39 dates were achieved and, in 1997, Ben A. Nelson published the stratigraphic contexts of those dates. In 2018, Paula Turkon et alii published 6 dates corresponding to La Quemada, obtained by dendrochronological methods. Finally, in 2019 and 2020, the last absolute dates for La Quemada were announced, obtained using archaeomagnetic methods. The first of these studies (López et al. 2019) provided two dates and from the second study (Torreblanca et al. 2020) 4 more were obtained. From the above, a database containing 66 absolute dates was constructed, observing that more than half of them fall within the interval from 600 to 800 AD, which corresponds to the La Quemada occupational phase. In addition, according to the dating method, the age intervals available for each structure were grouped, and it was found that a hearth from the Ballgame Court has a more recent age (around 1623 AD), which indicates its use during the colonial period in Mexico, and that the structures Terrace 18 and Midden 11 are the oldest, presenting dates between 130 and 170 AD. Finally, an analysis of variance (ANOVA) and a multi-range and Kruskal-Wallis test were performed. The analysis of variance and the multi-range test allowed to classify 3 homogeneous groups (I, II, III) and it was observed that some structures showed an overlap with respect to the groups. The classification and statistical analysis carried out for the existing absolute dates allowed to identify the number of structures dated by absolute methods, the

youngest and oldest structures, as well as the periods of use of each one of them; the most important aspect of this analysis is that it made it possible to observe in chronological order the constructive development of La Quemada, Zacatecas.

KEYWORDS. *Mesoamerica; La Quemada; radiometric dates; dendrochronology; archaeomagnetism.*

INTRODUCCIÓN

El sitio arqueológico de La Quemada (figura 1) se localiza en el centro del Estado de Zacatecas, México, en el municipio de Villanueva, al sur de la ciudad de Zacatecas, en el amplio valle de Malpaso, el cual cuenta con un importante cuerpo de agua denominado río Malpaso. La Quemada es uno de los asentamientos más grandes de la frontera norte de Mesoamérica. Ha sido descrito como un centro ceremonial compuesto por terrazas, plataformas, escaleras, calzadas, canchas de pelota, patios hundidos, templos y complejos residenciales, la mayoría de los cuales están encerrados dentro de una serie de imponentes acantilados y enormes muros de mampostería.

Sus estructuras fueron construidas sobre la cúspide y las laderas del escarpado cerro de Los Edificios. La colina alargada de noroeste a sureste fue adaptada y nivelada, de modo que se crearon grandes plataformas para fines ceremoniales, administrativos y de vivienda.

La arquitectura del sitio se asemeja a la tradición mesoamericana y los complejos cuentan con un amplio sistema de caminos, plazas, salón de columnas, juego de pelota y pirámides (Trombold 1985).

Dentro del valle de Malpaso existen varios asentamientos esparcidos alrededor de La Quemada, comunicados por una red de caminos prehispánicos (Trombold 1985). Dichos sitios tenían distintas funciones: transporte e intercambio de recursos naturales, talleres de artesanía, espacios sagrados y posibles áreas administrativas secundarias. También se ha señalado la posible existencia de un paisaje ritual donde se dedicaban ceremonias al Sol (Medina González 2000).

En la actualidad, pueden observarse cinco niveles. El primero se ubica sobre la parte sur del cerro y corresponde a un espacio que era de acceso común para todos los habitantes del asentamiento. La entrada principal de la gran ciudad estaba conformada por dos bases piramidales. Un gran camino empedrado de 35 m de ancho y 400 m de longitud conducía al Salón de las Columnas y a la Gran Plaza, donde se celebraban las ceremonias religiosas. La cancha principal del juego de pelota tenía un acceso para todo el público y la Pirámide Votiva era el sitio en el cual residía la deidad principal de los habitantes. Dos amplias escaleras conectaban

con el segundo nivel, en el cual se encontraban espacios de uso habitacional, ceremonial y administrativo; en este nivel fueron localizados El Cuartel, la Plaza Circular de la Pirámide y una gran plaza rodeada por salas conocidas como el Conjunto de los Maestros, en el que hallamos una base piramidal, un altar central y grandes salones. Sobre el tercer nivel existía una plaza, rodeada por habitaciones, con un altar central y una pirámide, la cual es conocida como la Plaza de los Sacrificios. Además, sobre este mismo nivel, posiblemente, existió un salón de columnas (Hers 1995). Finalmente, en la cima noroccidental y noreste del cerro, se localizaba el quinto nivel, conocido como el área de La Ciudadela, la cual consistía en una plaza con un altar central, una base piramidal y un salón de columnas (Torreblanca 2020). El conjunto de La Ciudadela está delimitado por un muro de 4 m de alto y 4 m de espesor y cuenta con dos accesos, al norte y al noreste, este último correspondiente a una escalinata monumental de 70 m de longitud.

Las funciones y relaciones de La Quemada han sido muy controvertidas y especulativas. Durante los siglos XVI al XIX fue correlacionada con el legendario Chicomóztoc, a través del cual pasaron los mexicas durante su peregrinaje en el viaje a Anáhuac. Los arqueólogos la han visto como un enclave de Teotihuacan, un imperio tolteca e incluso un bastión tarasco contra las intrusiones chichimecas (Jiménez Betts 1994, 2005; Jiménez Betts y Darling 2000).

La Quemada tuvo una interacción importante con Alta Vista, sitio de la cultura de los chalchihuites al norte de Zacatecas, con la región de los cañones al oeste de Zacatecas y el Bajío, y con la región del Tunal Grande. Su alfarería, conocida como Tepozan, que se destacaba por su compleja iconografía, se distribuyó sobre estas áreas. La Quemada se convirtió en el centro religioso más importante de la región, lo cual quedó manifestado en la arquitectura del asentamiento: la base piramidal más grande de la zona, tres canchas para el juego de pelota y varias plazas con pirámides. En La Quemada existen tres salones de columnas donde se concentraba el poder social y religioso; tienen características arquitectónicas que trascendieron en Tula con el Palacio Quemado durante el Posclásico Temprano (Hers 1995; Torreblanca y Dueñas 2020).

SECUENCIA OCUPACIONAL DEL SITIO

Las actividades arqueológicas han permitido profundizar en la cronología, secuencia ocupacional y procesos de abandono ocurridos en La Quemada. La primera fase de ocupación del valle de Malpaso y La Quemada, denominada Malpaso, aconteció entre los años 400 y 600/650 AD debido a la similitud con la decoración incisa-esgrafiada de la cerámica Canutillo correspondiente a la cultura Chalchihuites (Jiménez 2005; Jiménez y Darling 2000). Durante este periodo, Teotihuacan alcanzaba su máximo crecimiento poblacional y complejidad urbana, es decir, su máximo esplendor (Manzanilla 2017). Las regiones del cañón de Juchipila y los Altos de Jalisco tuvieron una presencia importante en La Quemada y quizás hayan sido el origen de sus primeros habitantes (Torreblanca *et al.* 2020; Jiménez y Darling 2000; Lelgemann 2010).

La segunda fase, denominada La Quemada (600/650-850 AD), representa el apogeo del sitio y marca su inicio con la caída de Teotihuacan, un acontecimiento que genera la aparición de un centro de poder regional. Durante esta fase tuvo lugar el mayor crecimiento arquitectónico del sitio y se consolidó como centro de poder en el valle y centro religioso en la región. La iconografía cerámica cambió radicalmente de los motivos geométricos a las representaciones figurativas, como en Chalchihuites (Hers 2005).

Se sabe que, a finales del siglo X, varios accesos y escalinatas principales, que comunicaban los distintos niveles de la acrópolis, comenzaron a ser reducidos y algunos fueron finalmente cancelados (Torreblanca *et al.* 2020; Jiménez 1994).

La tercera y última fase, denominada Ciudadela (850-1000 AD), culminó mediante un fuerte incendio del sitio, el cual quedó evidenciado con la presencia de vigas carbonizadas cubiertas por fragmentos de techo y con suelos quemados (Jiménez y Darling 2000).

ESTUDIOS DE CRONOLOGÍA ABSOLUTA REALIZADOS EN LA QUEMADA

I. Fechas radiométricas correspondientes al sector de El Cuartel y sitios aledaños a La Quemada

La ardua tarea de colocar a La Quemada dentro de una cronología regional absoluta comenzó hace 70 años, cuando Pedro Armillas, durante su temporada de tra-

bajo de campo, en los años 1951 y 1952, recolectó una serie de muestras que sometió a análisis en el laboratorio de radiocarbono de la Universidad de Michigan. Dichas muestras fueron analizadas utilizando el método del dióxido de carbono (CO₂)-disulfuro de carbono (CS₂), el cual constituía una mejora respecto al método del dióxido de carbono (CO₂) utilizado frecuentemente en los laboratorios de aquel tiempo. Sin embargo, no estuvo exento de algunas deficiencias, como las inconsistencias ocasionales resultantes de problemas en la química de la preparación, lo que eventualmente llevó al abandono del método. En un intento por compensar esta y otras variables, como el rango de variaciones en la calibración, en general, el error estadístico de ± 100 fue duplicado por el laboratorio de Michigan hasta el año de 1963. Dicho error solo reflejaba limitaciones en el procedimiento y no tomaba en cuenta problemas como el material orgánico intrusivo en la muestra (Crane y Griffin 1956; Trombold 1990).

Estas primeras tres fechas obtenidas por Armillas correspondieron a excavaciones realizadas en el sector de El Cuartel, ubicado sobre la acrópolis de La Ciudadela. La primera de estas fechas (M-430, 1065 \pm 200 AD) se obtuvo de una viga de madera del techo, localizada en escombros sin excavar inmediatamente al norte de una habitación excavada. La segunda fecha (M-431, 1175 \pm 200 AD) se tomó a partir de una concentración de madera carbonizada situada junto a una pared manchada por el humo. Ambas dataciones son tardías y no reflejan con precisión el periodo de mayor actividad de construcción en la acrópolis. Lo anterior podría deberse a la contaminación de la muestra en el caso de la primera fecha y a una reocupación efímera (posiblemente chichimeca) en cuanto a la segunda (Trombold 1990). La tercera fecha (M-432, 745 \pm 200 AD) se obtuvo de madera de construcción ubicada en la parte superior occidental de El Cuartel. A pesar de su posición y de la naturaleza de la muestra, esta datación parece ser válida porque se ajusta a la secuencia general obtenida desde 1952 (Trombold 1990).

Durante la temporada de trabajo de campo correspondiente a los años 1963 y 1964, Armillas obtuvo 9 fechas, 7 pertenecientes a La Quemada y 2 al sitio de la Presa de Ambosco, ubicado a 6 km al suroeste de La Ciudadela. Las 10 fechas reunidas para La Quemada corresponden nuevamente al sector de El Cuartel y fueron analizadas por el mismo método CO₂-CS₂. Tres de las fechas obtenidas en esta temporada se agrupan alrededor del año 737 \pm 120 AD: las muestras M-1651 (720 \pm 120 AD), M-1653 (720 \pm 120 AD) y M-1655 (770

± 120 AD), esta última conseguida de una muestra compuesta procedente de la superficie del techo de la habitación 4. Según los estudios realizados, la fecha M-1653 debería coincidir con la M-1654 (870 ± 120 AD), ya que ambas fueron tomadas de postes que sostenían el mismo techo; sin embargo, como se obtuvo de madera, la edad un poco más tardía de M-1654 podría reflejar una ligera contaminación. Una datación radicalmente distinta fue conseguida de la misma área (M-1652, 410 ± 120 AD); su posición cronológica temprana podría deberse a un error técnico del tipo ocasionalmente encontrado en el método o a la reutilización de la madera de construcción de una parte del sitio previamente ocupada. La fecha de M-1656 (1180 ± 110 AD) derivó de una pequeña y posiblemente insuficiente muestra de carbón correspondiente a tres distintas unidades de excavación y es, por lo tanto, considerada de poco valor o confiabilidad (Trombold 1990).

El promedio de las cuatro fechas anteriores (excluyendo la M-1656), 739 ± 140 AD, indica el periodo de mayor actividad de construcción en el sector de El Cuartel y también, probablemente, de varios de los niveles superiores. La datación M-1658 (930 ± 120 AD) refuerza lo anterior y podría considerarse una de las más importantes dentro de esta serie, debido a que dicha muestra de carbón fue obtenida de una chimenea circular con contorno de roca; la muestra se ubicaba 50 cm por encima de la superficie del techo superior colapsado de la última construcción, ocupación y destrucción de la habitación sobre la cual se encontraba. Lo anterior significa que, posiblemente, un grupo distinto, y en apariencia efímero, de personas ocupó el asentamiento y vivió sobre sus ruinas entre los años 810 y 1050 AD; lo cual podría indicar la caída de La Quemada o, al menos, la finalización del periodo de construcción a gran escala durante los años 835 y 850 AD (Trombold 1990).

En lo que se refiere a las dos fechas obtenidas del sitio Presa de Ambosco, la primera (M-1659, 850 ± 120 AD) se tomó de frijoles carbonizados ubicados en un compartimento de almacenamiento hecho de arcilla. La segunda (M-1660, 990 ± 110 AD) se obtuvo de maíz carbonizado localizado en la segunda mitad del mismo compartimento (Trombold 1990).

En 1986, Peter Jiménez y Charles Trombold realizaron excavaciones en el sitio Las Adjuntas, ubicado 4 km al oeste de La Quemada, del cual se consiguieron cuatro dataciones. La fecha Beta-18194 (850 ± 70 AD) se recolectó de una muestra de maíz carbonizado y representa la fase de construcción intermedia de la platafor-

ma de una habitación que delimita el lado norte de la Plaza 1. Se utilizó el factor de corrección (derivado de la misma muestra de maíz) y se obtuvo la fecha corregida 620 ± 70 AD. Este mismo factor de corrección fue aplicado también a la muestra de maíz carbonizado obtenida por Armillas (M-1660) para la Presa de Ambosco, lo que generó la datación corregida 730 ± 110 AD. La diferencia que existe entre estas dos fechas corregidas refleja los problemas comunes al datar plantas con temporadas de cultivo únicas. Muy probablemente, las fechas reales deben ser iguales, ya que ambas fueron tomadas con las mismas características y la distancia entre ambos lugares es menor a 4 km. La fecha Beta-18195 (750 ± 100 AD) fue obtenida de carbón separado por agua ubicado sobre una chimenea al oeste de la Plaza 3 del sitio Las Adjuntas. La fecha Beta-18196 (780 ± 70 AD) se tomó de carbón de leña depositado en la parte más baja del piso de un conjunto de habitaciones ubicado en el lado norte de la Plaza 3. La fecha Beta-28036 (500 ± 60 AD) se obtuvo de restos de carbón de leña localizados en el nivel inferior del relleno de la plataforma que se construyó como una extensión norte de este complejo habitacional (Trombold 1990).

II. Fechas radiométricas correspondientes a la Terraza 18

De las excavaciones realizadas entre 1988 y 1993 por SUNY Buffalo en La Quemada, se obtuvieron 39 dataciones radiométricas y, en 1997, Ben A. Nelson publicó los contextos estratigráficos de las mismas. De lo anterior es importante mencionar que los rangos de edad calibrados fueron calculados por el programa *CALIB* (Stuiver y Becker 1986). Una de las áreas excavadas durante esta temporada fue la Terraza 18, la segunda más grande del sitio. Se encuentra a lo largo de una calzada que avanza por el lado norte de su patio principal y después se conecta con una gran escalera que asciende a una pequeña pirámide o altar. Pueden distinguirse tres episodios de construcción sobre la Terraza 18: 1) la expansión de la subestructura; 2) los arreglos de estructuras construidas inmediatamente sobre la subestructura o tras la demolición de anteriores estructuras, pero sin cambios en la subestructura; y 3) el mantenimiento de estructuras y superficies existentes. En términos generales, la subestructura de la terraza se construyó en dos grandes etapas: la primera, en la que alcanzó el 80 % de su tamaño, y la segunda, cuando se expandió vertical y horizontalmente para tomar su for-

ma actual. Cuando la terraza fue ampliada, sus edificios fueron destruidos y se construyeron nuevamente para adaptarse a la ampliación. Tanto los edificios como el patio fueron renovados periódicamente en una serie de episodios de mantenimiento. En algún momento, todo ese complejo de estructuras, a excepción del templo, fue nuevamente destruido y reconstruido en un nuevo arreglo (Nelson 1997).

Existen 19 dataciones para la Terraza 18, incluyendo el Basurero 7, estrechamente asociado a la misma. El primer estrato, la superficie del terreno natural subyacente a la terraza, está representado por las fechas n.º 38 (540 ± 80 AD) y n.º 39 (650 ± 50 AD), las cuales fueron obtenidas de material carbonizado encontrado sobre un fogón construido sobre un lecho de roca. La muestra n.º 30 es de leña y la n.º 39 es de una mazorca de maíz carbonizada. Ambas corresponden al mismo episodio de uso y deben fijar el momento de construcción de la terraza. Debido a que el fogón estaba intacto y aún contenía restos de combustible, este material probablemente fue depositado justo antes de que el área fuese cubierta por la construcción de la terraza; de lo contrario, el material carbonizado se habría desintegrado (Nelson 1997).

El segundo estrato, relleno perteneciente al primer episodio de construcción de la terraza, está representado por la muestra n.º 37 (390 ± 70 AD), que proviene de una sola pieza de carbón localizada en el relleno, debajo de la banqueta este. Sin embargo, dicha fecha no es razonablemente temprana, comparada con la n.º 38 y otras pruebas discutidas, por lo cual fue rechazada (Nelson 1997). El tercer estrato presenta dos fechas: la primera (n.º 22, 530 ± 60 AD) proviene de una concentración de carbón perteneciente a una pieza de madera, la cual se encontró sobre el pasillo de un pequeño patio interior, encima de la banqueta este, y quizás sea parte de una viga de madera que fue destruida durante el periodo de reconstrucción; y la segunda (n.º 19, 670 ± 120 AD) se recolectó en la esquina suroeste del patio principal y proviene de trozos de carbón sobre la capa de preparación del primer piso del patio original (Nelson 1997).

El cuarto estrato, correspondiente al relleno de la última subestructura de la terraza, no está representado por ninguna fecha. Todas las dataciones obtenidas para el quinto estrato pertenecen a la banqueta oeste. La fecha n.º 4 (600 ± 50 AD) proviene de madera carbonizada del poste sur que soportaba el techo principal del templo. La fecha n.º 12 (630 ± 60 AD) procede de piezas dispersas de carbón obtenidas del relleno co-

locado al reconstruir y reordenar las estructuras en el Patio B, el patio hundido al oeste del templo. La fecha n.º 15 (690 ± 90 AD) proviene de carbón disperso entre los dos primeros pisos de una habitación al oeste del templo (Nelson 1997).

El sexto estrato, que incluye materiales estructurales relativos a la segunda y última reordenación de edificios después de la ampliación de la terraza, está representado por tres dataciones. Las fechas n.º 1 (690 ± 50 AD) y n.º 2 (630 ± 60 AD) son estratigráficamente equivalentes y provienen de madera carbonizada que se encontró sobre el piso del templo y, probablemente, representan vigas del techo. Estas vigas constituyen las últimas reparaciones importantes realizadas en el templo; sin embargo, también podrían ser vigas reutilizadas pertenecientes a una estructura anterior. La fecha n.º 3 (740 ± 50 AD) proviene del poste norte que soportaba el techo del templo; es importante mencionar que este poste fue reubicado y posiblemente reemplazado cuando el templo se expandió hacia el norte (Nelson 1997).

El séptimo estrato, con material en uso en el momento del abandono, está representado por siete fechas. Existe la posibilidad de que pueda haber transcurrido un tiempo significativo desde la construcción de los últimos edificios y el final real de la ocupación; por esa razón, los materiales del séptimo estrato se distinguirían de los del sexto. Entre las muestras enviadas al análisis de radiocarbono, los materiales en uso durante el momento de abandono del sitio provienen, aparentemente, de carbón asociado a depósitos de restos esqueléticos humanos.

Como señalaron Pijoan y Mansilla en 1990, las muestras de cráneos y huesos largos son una característica general de La Quemada y, en particular, de la Terraza 18 en el interior del templo, el patio principal, los pasillos y el pequeño Patio B. Los huesos se encontraron desordenados según un patrón indicador de que en algún momento estuvieron suspendidos en las paredes, techos o estantes. Los materiales expuestos al aire libre están asociados al carbón, el cual podría corresponder a estantes de cráneos o leña asociada a los rituales realizados con el material esquelético.

Sin embargo, la distribución de las fechas de estos especímenes señala que la madera asociada con el material esquelético se mantuvo alrededor del patio durante bastante tiempo o bien que se trataba de madera muy vieja cuando fue cortada. Uno de estos casos es la muestra n.º 18 (500 ± 80 AD), derivada de una concentración de carbón localizada entre los huesos huma-

nos a lo largo del muro oriental del templo, sobre el pasillo del lado oeste del patio principal. La posición de los cráneos y huesos largos sugiere que podrían haber estado suspendidos sobre la pared exterior del templo. La fecha n.º 13 (600 ± 60 AD) proviene de un depósito similar en el Patio B. El material esquelético formaba una hilera a lo largo del borde del patio y descansaba sobre el suelo y parte de la pared, por lo que, posiblemente, el material estuvo suspendido sobre el pasillo del patio (Nelson 1997).

Una fecha coherente con el tiempo probable de abandono del sitio es la n.º 21 (840 ± 70 AD), que procede de una sola pieza de carbón asociada a un cráneo y huesos largos. Se encontraba debajo de la pared de mampostería colapsada de la plataforma superior y, en apariencia, era la subestructura de un edificio desde el que podía contemplarse la Terraza 18.

Otras dos fechas, correspondientes al séptimo estrato y que preceden inmediatamente al momento de abandono, son las muestras n.º 17 (660 ± 60 AD) y n.º 14 (720 ± 60 AD). La primera (n.º 17) se obtuvo de una concentración de carbón localizada sobre el suelo de la cancha del Juego de Pelota; su fuente no es clara, podría representar materiales de construcción que quedaron a la deriva durante la descomposición de las estructuras, o bien pertenecer a algún artefacto de madera asociado al juego de pelota e incluso a algún incendio posocupacional dentro de la cancha. La segunda muestra (n.º 14) se obtuvo a partir de piezas dispersas de carbón en la capa de relleno acumulado sobre el mismo patio. La última fecha perteneciente al séptimo estrato es la n.º 16 (820 ± 60 AD); se tomó de leña ubicada sobre un fogón extramuros, 4.5 m al este de la plataforma con vistas al templo. Esta muestra es considerada el mejor indicador del momento de abandono del sitio (Nelson 1997).

Se rechazaron dos dataciones también correspondientes a la Terraza 18, debido a que son contradictorias respecto a otras fechas obtenidas y asociadas a información estratigráfica. La fecha n.º 20 (230 ± 100 AD) proviene de piezas de carbón dispersas en el piso de un pasillo exterior sobre la banqueta oeste. Esta fecha temprana es inaceptable y se contradice con dataciones cercanas, como la n.º 15, que son varios siglos estratigráficamente anteriores y posteriores a ella. La fecha n.º 5 (310 ± 60 AD) procede de una pieza de carbón ubicada en el relleno acumulado después de la última renovación y, probablemente, al final de la ocupación del Patio B. Esta es otra datación temprana inaceptable, ya que no concuerda con fechas de materiales ubicados debajo de la

misma unidad arquitectónica (fecha n.º 12). La mejor justificación para sus edades tan tempranas es que ambos materiales pertenecen a la parte interior de una viga muy antigua (Nelson 1997).

III. Fechas radiométricas correspondientes al Basurero 11

Dentro de La Quemada existen varios basureros. Uno de los más fechados es el Basurero 11, ya que fue uno de los vertederos del núcleo monumental ubicado en la base del acantilado natural que separa el núcleo del flanco oeste. Se obtuvieron 13 dataciones, de las cuales dos fueron rechazadas. El basurero no ha sido perturbado y se formó por acreción, es decir, acumulación gradual de desechos. Su perfil manifiesta una serie de zonas de suelo relativamente claras, alternando luz y oscuridad en paralelo a la pendiente inclinada. Las capas oscuras están relativamente cargadas de material carbonizado y existe una considerable cantidad de artefactos en todo el depósito. Uno de los criterios para elegir las muestras fue que estuviesen claramente asociadas con un estrato u otro. El Basurero 11 está dividido en cuatro estratos: temprano, medio, tardío y posocupacional.

La implicación de esta interpretación estratigráfica es que mientras las fechas obtenidas de los estratos temprano, medio y tardío podrán considerarse indicadores cronológicos altamente fiables, aquellas de la zona posocupacional podrían representar casi cualquier fase de ocupación y son de interés únicamente a la hora de fechar el sitio como un todo (Nelson 1997).

La fecha más temprana correspondiente al estrato temprano es la n.º 34 (610 ± 60 AD), la cual proviene de una pieza sencilla de carbón; se cree que el origen de esta muestra, así como de las de todos los estratos, es la leña. Otras dos fechas del estrato temprano son la n.º 32 (630 ± 90 AD) y la n.º 33 (670 ± 100 AD), obtenidas de concentraciones de carbón que podrían no derivar de la misma pieza de madera (Nelson 1997).

El estrato medio también está representado por tres fechas. La n.º 35 (540 ± 80 AD) procede, probablemente, de una concentración de carbón de una especie sencilla de madera. Esta fecha representa un pequeño retroceso respecto a otras de los estratos ocupacionales y quizás se deba a algún error en el muestreo. Las otras dos dataciones correspondientes a este estrato son la n.º 28 (610 ± 80 AD) y la n.º 31 (640 ± 80 AD), las cuales provienen de una concentración de carbón (Nelson 1997).

Tabla 1a. Edades obtenidas por métodos radiométricos en La Quemada.

DATACIONES REALIZADAS EN EL SITIO ARQUEOLÓGICO "LA QUEMADA"					
Estructura	Descripción	Fecha de datación	Especimen / Muestra	Etiqueta	Intervalo de edad (d.C.)
El cuartel	Viga de techo de madera, de una habitación norte	Griffin, Amillas, 1951, 1952	M-430	1	1065 ± 200
El cuartel	Madera carbonizada junto a una pared manchada de humo	Griffin, Amillas, 1951, 1952	M-431	2	1175 ± 200
El cuartel	Madera de construcción ubicada en la parte superior	Griffin, Amillas, 1951, 1952	M-432	3	745 ± 200
El cuartel		Amillas, 1963, 1964	M-1651	4	720 ± 120
El cuartel		Amillas, 1963, 1964	M-1652	5	410 ± 120
El cuartel		Amillas, 1963, 1964	M-1653	6	720 ± 120
El cuartel		Amillas, 1963, 1964	M-1654	7	870 ± 120
El cuartel	Techo de la habitación 4	Amillas, 1963, 1964	M-1655	8	770 ± 120
El cuartel	Muestra de carbón	Amillas, 1963, 1964	M-1656	9	1180 ± 110
El cuartel	Habitación 4	Amillas, 1963, 1964	M-1658	10	930 ± 120
Presa de Ambosco	6 km al suroeste de la ciudadela, frijoles carbonizados	Amillas, 1963, 1964	M-1659	11	850 ± 120
Presa de Ambosco	6 km al suroeste de la ciudadela, maíz carbonizado	Amillas, 1963, 1964	M-1660	12	730 ± 110
Las Adjuntas	4 km al oeste de la ciudadela, maíz carbonizado	Jiménez&Trombold, 1986	Beta-18194	13	620 ± 70
Las Adjuntas	4 km al oeste de la ciudadela, carbón vegetal separado por	Jiménez&Trombold, 1986	Beta-18195	14	750 ± 100
Las Adjuntas	4 km al oeste de la ciudadela, carbón de leña	Jiménez&Trombold, 1986	Beta-18196	15	780 ± 70
Las Adjuntas	5 km al oeste de la ciudadela, carbón de leña	Jiménez&Trombold, 1986	Beta-28036	16	500 ± 60
Terraza 18	Viga carbonizada	Nelson, 1997	B-44790	17	690 ± 50
Terraza 18	Viga carbonizada	Nelson, 1997	B-44791	18	630 ± 60
Terraza 18	Poste carbonizado	Nelson, 1997	B-44792	19	740 ± 50
Terraza 18	Poste carbonizado	Nelson, 1997	B-44793	20	600 ± 50
Terraza 18	pieza de carbón	Nelson, 1997	B-44794	21	310 ± 60
Midden 6	piezas de carbón	Nelson, 1997	B-44795	22	680 ± 60
Midden 6	piezas de carbón	Nelson, 1997	B-44796	23	490 ± 80

El estrato tardío está representado por dos fechas: la n.º 26 (660 ± 90 AD) y la n.º 27 (800 ± 80 AD), ambas derivadas de concentraciones de carbón (Nelson 1997). El estrato posocupacional presenta tres dataciones: la n.º 9 (610 ± 60 AD), la n.º 8 (630 ± 60 AD) y la n.º 11 (700 ± 60 AD), las cuales provienen de concentraciones de carbón de materiales dispersos. Se cree que las fuentes de estas fechas podrían ser materiales de construcción de edificios destruidos sobre la Terraza 18, ubi-

cada por encima del basurero, aunque también es posible que provengan de restos de leña (Nelson 1997).

Dos dataciones correspondientes al Basurero 11 fueron rechazadas debido a su incompatibilidad con el ordenamiento estratigráfico de las otras. Una de las anteriores es la n.º 10 (290 ± 120 AD), procedente del estrato posocupacional, consistente en una muy pequeña concentración de carbón que requirió un conteo de tiempo prolongado en el laboratorio y su desviación

Tabla 1b. Edades obtenidas por métodos radiométricos en La Quemada.

Estructura	Descripción	Fecha de datación	Especimen / Muestra	Etiqueta	Intervalo de edad (d.C.)
Midden 11	Concentración de carbón	Nelson, 1997	B-44797	24	630 ± 60
Midden 11	Concentración de carbón	Nelson, 1997	B-44798	25	610 ± 60
Midden 11	Concentración de carbón	Nelson, 1997	B-44799	26	290 ± 120
Midden 11	Concentración de carbón	Nelson, 1997	B-44800	27	700 ± 60
Terraza 18	Concentración de carbón	Nelson, 1997	B-62001	28	630 ± 60
Terraza 18	Concentración de carbón	Nelson, 1997	B-62002	29	600 ± 60
Terraza 18	piezas de carbón dispersas	Nelson, 1997	B-62003	30	720 ± 60
Terraza 18	piezas de carbón dispersas	Nelson, 1997	B-62004	31	690 ± 90
Terraza 18	Concentración de carbón (leña)	Nelson, 1997	B-62005	32	820 ± 60
Terraza 18	Concentración de carbón	Nelson, 1997	B-62007	33	660 ± 60
Terraza 18	concentración de carbón	Nelson, 1997	B-62009	34	500 ± 80
Terraza 18	concentración de carbón	Nelson, 1997	B-62010	35	670 ± 120
Terraza 18	piezas de carbón dispersas	Nelson, 1997	B-62011	36	230 ± 100
Terraza 18	pieza de carbón	Nelson, 1997	B-62012	37	840 ± 70
Terraza 18	Concentración de carbón	Nelson, 1997	B-62013	38	530 ± 60
Midden 7	pieza de carbón	Nelson, 1997	B-62016	39	460 ± 90
Midden 7	concentración de carbón	Nelson, 1997	B-62017	40	650 ± 60
Midden 7	concentración de carbón	Nelson, 1997	B-62018	41	610 ± 60
Midden 11	concentración de carbón	Nelson, 1997	B-62019	42	660 ± 90
Midden 11	concentración de carbón	Nelson, 1997	B-62020	43	800 ± 80
Midden 11	concentración de carbón	Nelson, 1997	B-62021	44	610 ± 80
Midden 12	piezas de carbón dispersas	Nelson, 1997	B-62023	45	1816 ± 1
Midden 15	piezas de carbón dispersas	Nelson, 1997	B-62025	46	740 ± 70
Midden 11	concentración de carbón	Nelson, 1997	B-66554	47	640 ± 80
Midden 11	concentración de carbón	Nelson, 1997	B-66555	48	630 ± 90
Midden 11	concentración de carbón	Nelson, 1997	B-66556	49	670 ± 100
Midden 11	pieza de carbón	Nelson, 1997	B-66557	50	610 ± 60
Midden 11	concentración de carbón	Nelson, 1997	B-66558	51	540 ± 80
Midden 11	concentración de carbón	Nelson, 1997	B-66559	52	400 ± 60
Terraza 18	pieza de carbón	Nelson, 1997	B-77238	53	390 ± 70
Terraza 18	concentración de carbón	Nelson, 1997	B-77240	54	540 ± 80
Terraza 18	mazorca de maíz carbonizada	Nelson, 1997	B-77239	55	650 ± 50

Edades obtenidas por métodos radiométricos en La Quemada, Zacatecas

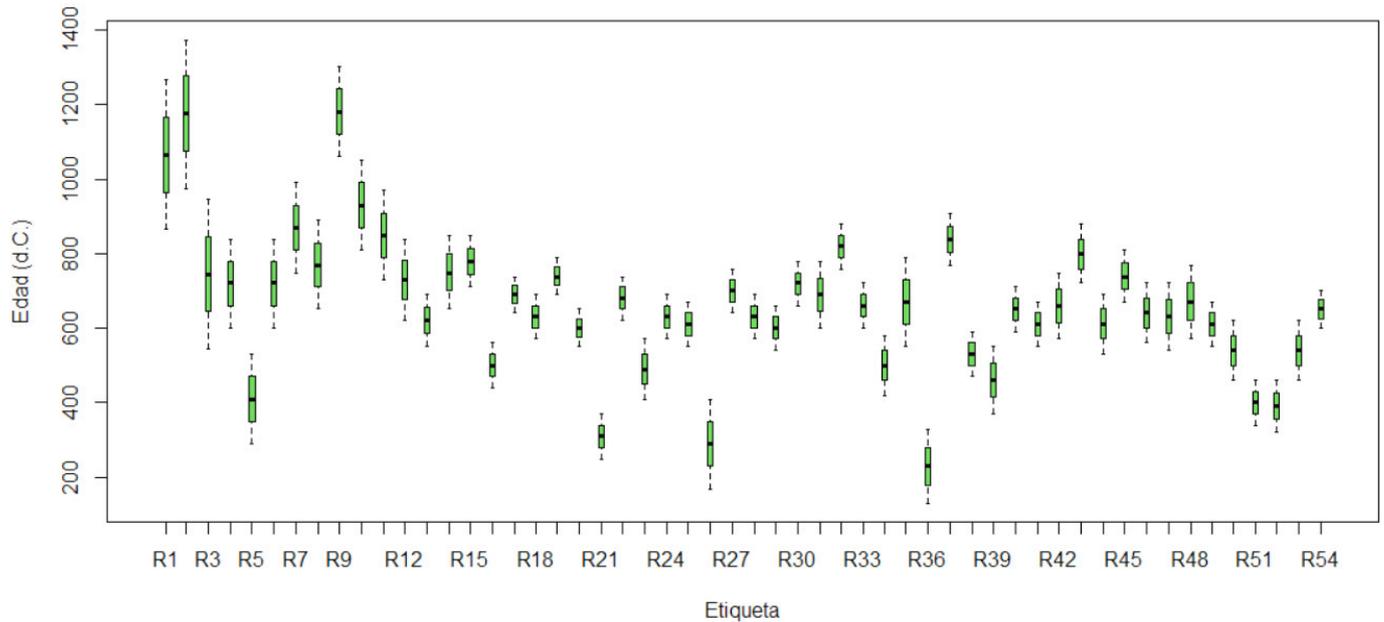


Figura 2. Gráfica de los intervalos de edades radiométricas obtenidas en La Quemada.

estándar es la más alta respecto a todas las muestras analizadas. Si la determinación de la edad es precisa, el material corresponde posiblemente a los anillos internos de una viga de madera que ya era muy antigua cuando se cortó. La fecha n.º 36 (400 ± 60 AD) proviene del estrato medio, pero no puede considerarse representativa del mismo, ya que existen cinco dataciones entre el estrato medio y el temprano que son dos o tres siglos posteriores a esta (Nelson 1997).

IV. Fechas radiométricas correspondientes a los basureros 6, 7, 12 y 15

Se obtuvieron dos dataciones pertenecientes al Basurero 6. La fecha n.º 7 (490 ± 90 AD) proviene de una sola pieza de carbón del más antiguo de los tres estratos ocupacionales del basurero. Aunque esta datación es considerablemente anterior a la mayoría de las obtenidas y es bastante sorprendente por su posición sobre el basurero, hay pocos motivos para rechazarla; exceptuando la existencia de la fecha n.º 6 (680 ± 80 AD), mucho más tardía y correspondiente al mismo estrato. El contexto de ambas muestras parece estar bien fundamentado, sin embargo, la muestra n.º 6 procede de trozos de carbón dispersos (Nelson 1997).

Se consiguieron tres fechas pertenecientes al Basurero 7, el cual está asociado a la Terraza 18 y parcialmente cubierto por la misma, lo cual las hace particularmente importantes, ya que representan a materiales

desechados de las estructuras residenciales y ceremoniales que se excavaron intensamente en la Terraza 18. Dos de las fechas obtenidas corresponden al estrato temprano: la n.º 25 (610 ± 60 AD) y la n.º 24 (660 ± 50 AD) pertenecen a un depósito que se extiende por debajo del muro exterior occidental de la Terraza 18, lo cual se debe a que, en apariencia, el basurero se acumuló antes de que la terraza se expandiera hasta su dimensión final. Por lo tanto, estas muestras deben ser relativamente tempranas y comparables con las del primer y segundo estrato de la terraza. La fecha n.º 23 (460 ± 90 AD) pertenece al estrato tardío del basurero y es claramente contradictoria respecto a las obtenidas para el estrato temprano; además, la muestra se tomó de un trozo de carbón asociado a tuestos de la cultura Chalchihuites que debería coincidir con la datación 750-900 AD (Kelley 1985), por lo cual fue rechazada dicha fecha (Nelson 1997).

En el Basurero 12 se obtuvo la fecha n.º 29 (1816 ± 1 AD), que parece corresponder a un incendio forestal reciente. Este basurero tenía un estrato único e indiferenciado, por lo que no hay grandes posibilidades de obtener una mejor determinación de la edad (Nelson 1997).

La fecha n.º 30 (740 ± 70 AD), perteneciente al Basurero 15, se obtuvo de trozos de carbón dispersos y constituye el estrato ocupacional único de dicho vertedero, el cual está asociado con una de las terrazas ubicadas pendiente abajo de la Terraza 18. Si la cadena de

terrazas, de la cual forma parte la Terraza 18, creció gradualmente pendiente abajo, entonces la fecha media de ocupación de dicha terraza asociada, de la que se obtuvo la muestra, debe ser posterior a las dataciones obtenidas de la Terraza 18, y dicha proposición parece concordar con la fecha obtenida (Nelson 1997).

V. Estimación de edades por métodos dendrocronológicos

El arqueólogo Marco Antonio Santos Ramírez realizó excavaciones, durante la temporada 2012-2014, en estancias correspondientes al sector de El Cuartel, que permitieron tener un mejor entendimiento de ese complejo habitacional. Este último tuvo dos fases de construcción. La más antigua fue una estructura de un solo piso en forma de media luna relativamente pequeña y con una función probablemente ceremonial. Posteriormente, el espacio fue remodelado con una mampostería de dos pisos hecha de un adobe distinto al que se observa en otros sectores del sitio. Los materiales de construcción, así como las finas cerámicas localizadas en esta zona, sugieren que dicha área albergaba una población de élite (Jiménez 2004; Ramírez 2014). Las 13 habitaciones interconectadas de la planta baja estaban cerradas al público e intencionalmente separadas; posiblemente, ello marcaba la separación habitacional del linaje gobernante. El piso superior parece haber sido utilizado para actividades sociales y públicas (Ramírez 2014). Se localizaron algunas vigas caídas, probablemente empleadas como soportes del techo entre los dos pisos, dentro de las habitaciones. Las vigas estaban muy bien conservadas, algunas de las cuales aparecieron carbonizadas parcialmente. Estas vigas, junto con algunas muestras de madera recuperadas por Armillas en las excavaciones anteriores, proporcionaron el primer conjunto de muestras para realizar estudios dendrocronológicos en La Quemada: siete muestras correspondientes a las excavaciones de Santos Ramírez en La Quemada, la muestra INAH 16 procedente de las excavaciones efectuadas por Pedro Armillas y una muestra recolectada en la Terraza 18 (Turkon *et al.* 2018).

Los análisis dendrocronológicos se basan en dos principios básicos (Fritts 1976; Schweingruber 1988; Speer 2010). Primero, los árboles aptos para realizar este tipo de análisis producen un anillo de árbol visible anualmente en respuesta a sus condiciones de crecimiento. Estos cambios en las condiciones de crecimiento de los árboles son evidentes en la densidad del tejido, el color y el tamaño celular dentro de cada anillo. El número

de anillos anuales en la sección de corte de un árbol registra la edad biológica del mismo. El anillo más externo de una capa representa el último año de crecimiento. El anillo ubicado inmediatamente por debajo de la corteza representa el año en el que el árbol fue talado y su presencia es importante para la interpretación arqueológica. El segundo principio básico es que los anchos de los anillos anuales varían en respuesta al cambio climático y factores ambientales como la temperatura y el promedio de lluvia: produciendo anillos más anchos cuando las condiciones son favorables y anillos estrechos cuando son adversas (Fritts 1976). Independientemente de las circunstancias individuales, los árboles de idéntica especie ubicados en la misma región geográfica, bajo condiciones climáticas y limitaciones ambientales similares, producen con el tiempo patrones de crecimiento similares. Por lo anterior, la dendrocronología representa un método de datación que puede colaborar en la construcción cronológica de los sitios arqueológicos (Turkon *et al.* 2018).

Una aplicación exitosa de un estudio dendrocronológico requiere las siguientes condiciones previas: 1) especies de árboles con anillos de crecimiento anual, 2) múltiples muestras por especie, 3) la presencia de 50 o más anillos por muestra, 4) árboles que crecieron en la misma región geográfica, 5) árboles que crecieron en el mismo periodo de tiempo y 6) una respuesta de crecimiento principalmente asociada al clima y no a condiciones ambientales específicas a microescala (Turkon *et al.* 2018).

Las muestras obtenidas para el estudio dendrocronológico de La Quemada cuentan con anillos de crecimiento anual, lo que satisface la primera condición. Existen algunas muestras por especie, cumpliendo con la segunda condición. La mayoría de las muestras contienen más de 50 anillos como lo requiere la tercera condición. Las restricciones en transporte que existieron en el tiempo de ocupación del sitio sugieren que las muestras corresponden a árboles que crecieron en la misma región geográfica, cumpliendo con la cuarta condición. Al realizar el análisis de los resultados, se «cruzaron» satisfactoriamente las fechas obtenidas para distintas especies, lo cual sugiere que los árboles crecieron en el mismo periodo de tiempo y bajo las mismas condiciones climáticas, cumpliendo con la quinta y sexta condición (Turkon *et al.* 2018).

Para las colecciones de La Quemada, todas las muestras con 40 anillos o más se midieron con un microscopio binocular estándar y una platina de medición a 0.01 mm de precisión. Las mediciones fueron cuida-

Tabla 2. Edades obtenidas por métodos dendrocronológicos en La Quemada.

DATACIONES DENDROCRONOLÓGICAS REALIZADAS EN LA QUEMADA						
Estructura	Descripción	Número de				
		Anillos	Tipo de pino	Carbón o Madera	Etiqueta	Intervalo de edad calibrada
El cuartel	Habitación K	174	III	M	61	466 - 639 d. C.
Terraza 18		39	III	C	62	623 - 661 d. C.
El cuartel	Habitación E	58	III	C	63	654 - 711 d. C.
El cuartel	Habitación E	41	I	C	64	665 - 704 d. C.
El cuartel	Habitación K	91	I	C	65	637 - 726 d. C.
El cuartel	Viga quemada recuperada en la exploración de Armillas	56	I		66	715 - 770 d. C.

dosamente conciliadas dentro de las secuencias de muestras individuales y sus radios fueron combinados antes de intentar cruzar las fechas con las secuencias de anillos de árboles de otras muestras, siendo igualmente conciliadas cuando los anillos faltantes o falsos eran evidentes en las comparaciones entre muestras. En el caso de las muestras que tenían muchos fragmentos del mismo árbol, se midieron los fragmentos más grandes y se combinaron las mediciones resultantes cuando las características visibles de los patrones de los anillos podían encajar (Turkon *et al.* 2018).

Se compararon las secuencias de anchura de anillos en muestras del mismo sitio y contexto para una posible datación cruzada, utilizando los métodos dendrocronológicos establecidos de comparación visual, los años marcadores distintivos y pruebas estadísticas de apoyo (Cook y Kairiukstis 1990), incluyendo la distribución *t* de Student, la intercorrelación y los coeficientes de tendencia proporcionados por el software *Tellervo* y *COFECHA* (Brewer 2014; Holmes 1983). Las muestras con fechas cruzadas en el mismo contexto se combinaron en cronologías. A continuación, se compararon las cronologías y las muestras individuales de diferentes contextos; de nuevo, si alguna de esas secuencias se cruzaba con éxito, se combinaban tales conjuntos de datos (Turkon *et al.* 2018).

Lo anterior describe cómo se construyó una cronología para los anillos de árbol. Sin embargo, cuando se elabora una cronología arqueológica para una especie, un periodo y una región geográfica para la que no existen cronologías de referencia con fecha de calendario establecida para situarla en el tiempo absoluto, se considera una «cronología flotante». Una fecha de radiocarbono en las muestras utilizadas en la datación puede situar la cronología en el tiempo de forma aproximada. Sin embargo, un *wiggle match* de radiocarbono en los anillos de los árboles logra una ubicación más específi-

ca y precisa con un error relativo mucho menor (Bayliss 2007; Bronk Ramsey *et al.* 2001; Galimberti *et al.* 2004). El método del *wiggle matching* ayuda a obtener las dataciones absolutas creando un conjunto de datos de múltiples fechas de ^{14}C separadas por el número de anillos entre los segmentos de anillos de árboles datados. Para ello, después de combinar las secuencias de fechas cruzadas en cronologías, se eligieron muestras para la datación por ^{14}C . Se escogieron dos muestras de la cronología según sus largas secuencias de anillos o sus contextos culturalmente significativos. Se seleccionó de cada muestra una serie de segmentos de anillos secuenciales a escala decenal y se cortaron para la datación por radiocarbono. Para cada *wiggle match*, se compiló un conjunto de datos de las fechas de ^{14}C colocadas a lo largo de la misma línea de tiempo que sus respectivos segmentos y se ajustó a la curva de calibración internacional de radiocarbono *IntCal13* del hemisferio norte (Reimer *et al.* 2013), utilizando la función *D_Sequence* en el software *OxCal* (Bronk Ramsey *et al.* 2001; Turkon *et al.* 2018).

Determinar el año en que se taló un árbol es clave para establecer las fechas de construcción y el rango de ocupación de un sitio arqueológico. El anillo más externo, indicado por la presencia de corteza o de un borde de paja, es el último anillo de crecimiento e indica el año en que murió el árbol. Una vez que los conjuntos de datos de los anillos de los árboles han sido absolutamente datados, las fechas de construcción y ocupación se determinan por las edades finales de las muestras. Para cada muestra, si el anillo de crecimiento más externo se encuentra en el borde de la madera, entonces la fecha de su anillo exterior es la fecha de tala e indica el rango de dataciones más antiguo para el uso cultural del árbol. Sin embargo, en el caso de las maderas encontradas en los sitios arqueológicos, con frecuencia falta el borde de la madera debido a su preparación para

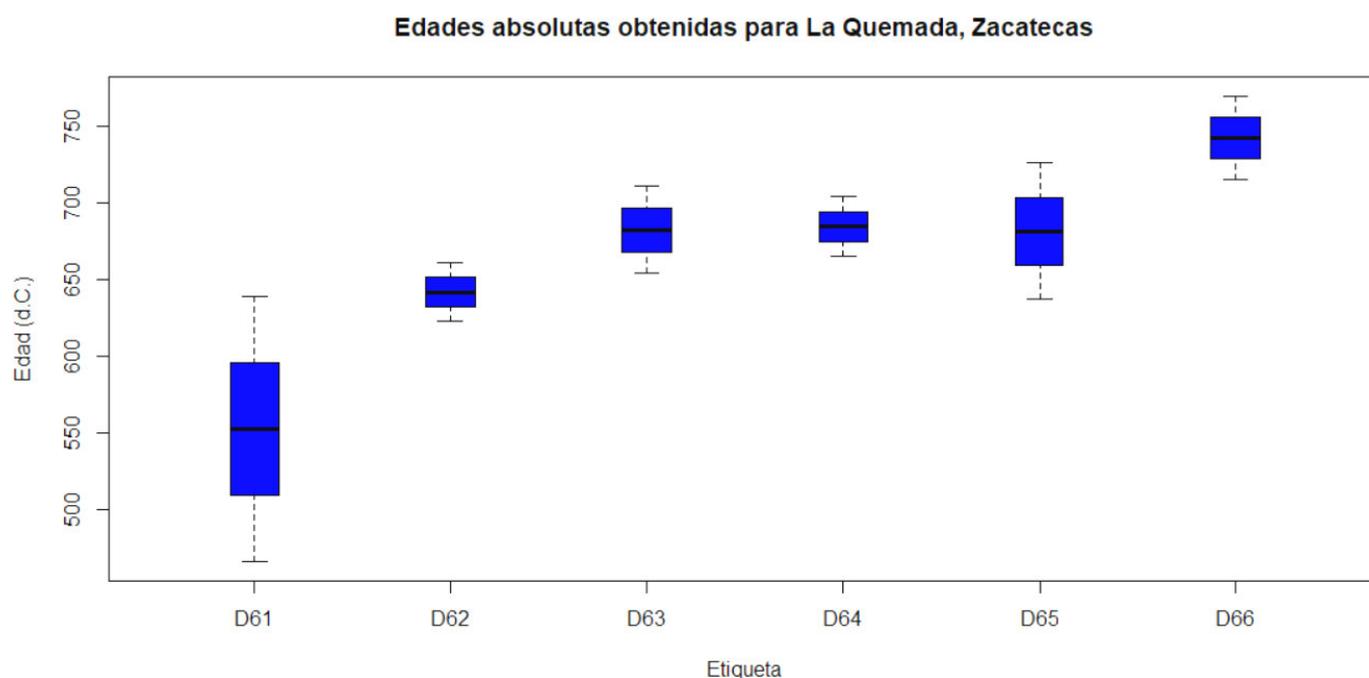


Figura 3. Gráfica de los intervalos de edad obtenidos por métodos dendrocronológicos en La Quemada.

la construcción o a la descomposición natural. Por ello, las fechas del anillo exterior existente en estas muestras dan una fecha de «tala posterior», lo cual indica que la construcción tuvo que ser ulterior a ese año.

Tanto la medición de anillos como los resultados del *wiggle matching* señalan que las tres vigas de los cuartos E y K dentro del complejo de El Cuartel (LAQ28, LAQ29 y LAQ30) fueron taladas con una diferencia aproximada de 20 años entre sí. La tala de las vigas correspondientes a la sala E (LAQ28, LAQ29) fue posterior al año 711 ± 4 AD y la tala de la viga de la sala K sucedió después del año 726 ± 4 AD. Una viga también correspondiente a la sala K (LAQ31) sugiere una construcción anterior, ya que fue talada después del año 639 ± 4 AD (Turkon *et al.* 2018).

Debido al tamaño, la resistencia y la buena conservación de estas muestras, se cree que se utilizaron como vigas de soporte del techo. El cuarto K fue una sala interior de varios pisos (Santos Ramírez 2014) que requirió un soporte estructural amplio.

El hecho de que las dos muestras (LAQ30 y LAQ31) se encontrasen una al lado de la otra en el mismo contexto, pero que los anillos de árbol conservados y las fechas probables de uso muestren hasta 100 años de diferencia entre ellas, apoya la interpretación de remodelación propuesta por Santos Ramírez (2014). Es posible que la primera viga se utilizara durante la fase inicial de construcción, después del año 639 ± 4 AD y que, debido a su buen estado, se reciclase durante la segun-

da fase de construcción cuando se cortaron las otras vigas, en algún momento después del año 726 ± 4 AD. El último anillo de árbol existente en la muestra de una posible viga recuperada en el templo de la Terraza 18 (LAQ35) corresponde al año 661 ± 4 AD, lo cual podría interpretarse como la fecha de construcción inicial de la terraza (Turkon *et al.* 2018).

VI. Estimación de edades por arqueomagnetismo

Como se mencionó anteriormente, La Quemada es un sitio que sufrió fuertes incendios, lo que lo convierte en un excelente candidato para llevar a cabo estudios arqueomagnéticos. En 2019 se recolectaron muestras en la Plaza de los Sacrificios y en el Salón de las Columnas en un intento por determinar con precisión los intervalos de edad correspondientes a la caída y abandono del sitio, el cual aparentemente ocurrió mediante un incendio intencional como ritual de clausura (López-Delgado *et al.* 2019).

Dos muestras (LQ3 y LQ4) corresponden al sector norte del Salón de las Columnas. La primera proviene de un piso quemado de arcilla endurecida y la segunda pertenece a un fragmento de la fachada de la pared (López-Delgado *et al.* 2019).

La Plaza de los Sacrificios, situada sobre el tercer nivel del asentamiento, es decir, en la cima de la colina, consiste en una gran plaza con altar en el centro y ha-

Tabla 3. Intervalos de edad obtenidos por métodos arqueomagnéticos en La Quemada.

DATACIONES ARQUEOMAGNÉTICAS REALIZADAS EN EL SITIO ARQUEOLÓGICO "LA QUEMADA"							
Estructura	Descripción	Intensidad	Inclinación	Declinación	α_{95}	Etiqueta	Intervalo obtenido
Salón de columnas	LQ3, piso quemado de arcilla endurecida y LQ4, pared aplastada quemada de la fachada del salón de columnas	$56.5 \pm 3.9 \mu\text{T}$ (LQ3)	40.59°	345.55°	3.4°	55	1018 - 1163 d.C.
Plaza de los sacrificios	Pisos quemados	$40.6 \pm 2.6 \mu\text{T}$ (LQ1)	33.67°	356.16°	2.1°	56	854 - 968 d.C.
Cancha de juego de pelota	fogón1		34.7°	351.3°	2.6°	57	931 - 1006 d.C.
Cancha de juego de pelota	fogón2		33.4°	358.9°	2.7°	58	693 - 947 d.C.
Cancha de juego de pelota	fogón2		33.4°	358.9°	2.7°	59	1463 - 1623 d.C.
Cancha de juego de pelota	Cavidad/hoyo quemado		33.1°	354.7°	3.2°	60	757 - 980 d.C.

bitaciones hacia el este, el sur y el oeste; mientras que en la dirección norte se encuentra un basamento piramidal. De esta área se consiguieron las muestras LQ1 y LQ2, correspondientes a pisos quemados (López-Delgado *et al.* 2019).

Las muestras fueron sometidas a experimentos de magnetismo de roca, con los que se obtuvieron las curvas termomagnéticas (k/T) que permitieron identificar a la magnetita pobre en titanio (muy cercana a la fase magnetita ferrimagnética) como responsable de la magnetización de los pisos (López-Delgado *et al.* 2019). Se consiguieron direcciones paleomagnéticas confiables para 23 de los 32 especímenes, todas ellas correspondientes a las muestras LQ1, LQ2 y LQ3.

No se logró ninguna dirección paleomagnética para el sitio LQ4 (8 especímenes), debido a que el experimento de desmagnetización por campos alternos no pudo separar la componente primaria de la magnetización de la muestra.

En base a lo anterior, las direcciones medias para la Plaza de los Sacrificios se obtuvieron utilizando todos los especímenes correspondientes a LQ1 y LQ2, que arrojaron una $\text{Inc} = 33.67^\circ$ y $\text{Dec} = 356.16^\circ$ con parámetros de incertidumbre $\alpha_{95} = 2.1^\circ$ y $k = 323$. En el caso del Salón de las Columnas, las direcciones medias se calcularon tomando en cuenta los 8 especímenes pertenecientes a la muestra LQ3, que proporcionaron una $\text{Inc} = 40.59^\circ$ y $\text{Dec} = 345.55^\circ$ con parámetros de incertidumbre $\alpha_{95} = 3.4^\circ$ y $k = 266$.

Doce especímenes de las muestras LQ1 y LQ3 suministraron resultados fiables para ser sometidos a experimentos de paleointensidad: 1) el diagrama de Arai contiene más de 6 puntos, 2) la fracción f (Coe *et al.* 1978) de remanencia inicial es más de la mitad, 3) el factor de calidad $q \geq 5$, 4) no se observa comportamiento cóncavo hacia arriba en el diagrama de Arai, 5) no hay evidencia de la desviación de la magnetización remanente hacia la dirección del campo de laboratorio y 6) chequeos positivos de $pTRM$ dentro del 15 % durante la fase inicial de calentamiento hasta los 400°C y dentro del 10 % entre los 400 y 560°C de calentamiento. Además, la curva termomagnética asociada a las muestras presenta un comportamiento razonablemente reversible, mientras que la gráfica de histéresis y la curva de magnetización remanente isotérmica indican la probable presencia de pequeños minerales ferromagnéticos pseudodominio.

Los especímenes pertenecientes a la muestra LQ1, correspondiente a la Plaza de los Sacrificios, arrojaron una paleointensidad media de $40.6 \pm 2.6 \mu\text{T}$; mientras que los especímenes correspondientes a la muestra LQ3, procedente del Salón de las Columnas, proporcionaron una paleointensidad media de $56.5 \pm 3.9 \mu\text{T}$ (López-Delgado *et al.* 2019).

Utilizando el modelo *SHA.DIF14k* (Pavón-Carrasco *et al.* 2011, 2014), se obtuvo el intervalo 854-968 AD como la edad más probable del incendio de los pisos para la Plaza de los Sacrificios (LQ1 y LQ2). Cabe se-

Edades obtenidas por métodos arqueomagnéticos en La Quemada, Zacatecas

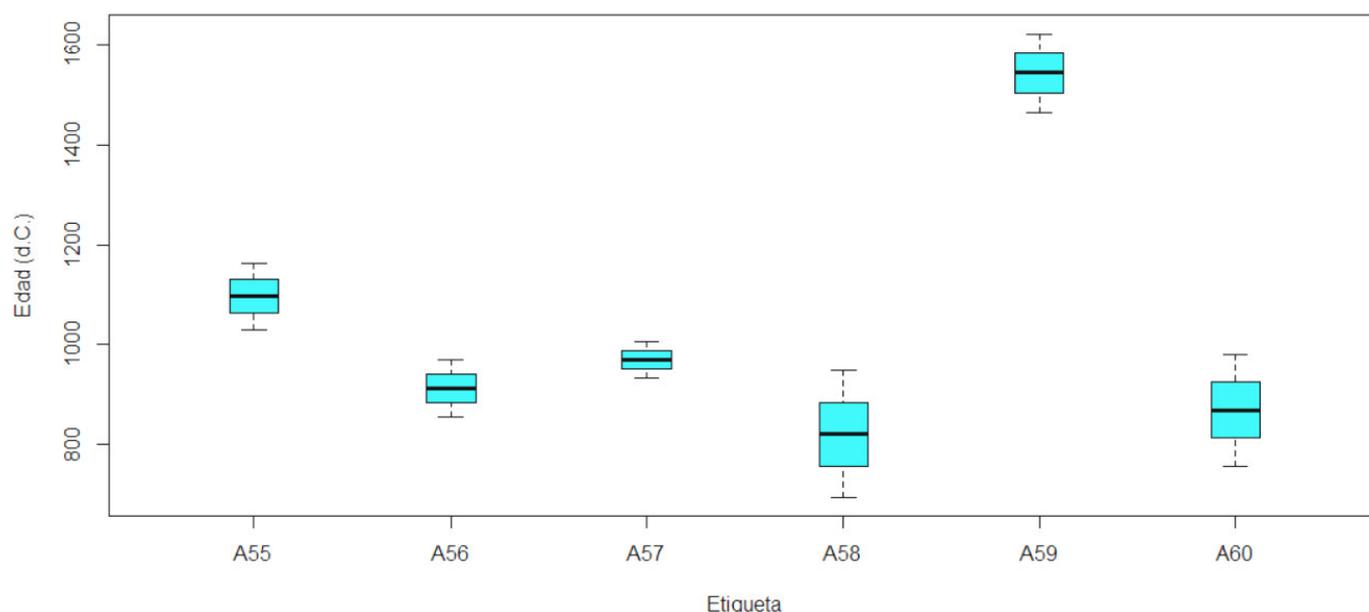


Figura 4. Gráfica de los intervalos de edad obtenidos por métodos arqueomagnéticos en La Quemada. Se muestran los dos intervalos conseguidos para el fogón 2.

ñalar que el intervalo 722-820 AD, también suministrado por el modelo para estas muestras, no debe ser descartado completamente. Para el Salón de las Columnas (LQ3 y LQ4) se consiguió el intervalo 1018-1163 AD como la edad más probable del incendio de los pisos, lo cual no coincide con el núcleo principal de estimaciones de edad radiométrica de alta calidad técnica disponibles para La Quemada. Entonces, estos resultados pueden indicar que La Quemada fue incendiada en dos etapas o bien cabe la posibilidad de que haya ocurrido un incendio general en varias secciones del sitio entre los años 854 y 968 AD y que el Salón de las Columnas se haya vuelto a incendiar entre los años 1018 y 1163 AD (López-Delgado *et al.* 2019).

Se realizó un segundo estudio arqueomagnético en La Quemada para situar la cancha principal del Juego de Pelota dentro de un marco cronológico absoluto. En esta ocasión, se muestrearon dos fogones localizados en salas asociadas a la cancha y una cavidad quemada sobre una de las paredes. Esta cancha del Juego de Pelota se ubica en el primer nivel del asentamiento, al pie de la ladera sur del cerro, y consistía en una estructura de 80 m de largo por 15 m de ancho con orientación de norte a sur. Sus paredes laterales tenían 1.50 m de altura y su estructura poseía la forma de una «I» latina con cabezas en sus extremos norte y sur, manteniendo el patrón tradicional mesoamericano. En su extremo sur existía una plataforma anexa, a la cual se accedía por

una escalera ubicada al sur. Las excavaciones arqueológicas revelaron la presencia de tres habitaciones asociadas a la cancha del Juego de Pelota, divididas por muros de mampostería y asociadas a tres fases de ocupación basadas en la superposición de elementos arquitectónicos. La presencia de fogones al interior de estas habitaciones, así como un depósito de huesos humanos en la parte exterior de la Plataforma Sur y una cavidad tallada cubierta de ceniza en una de las paredes, fueron relevantes para este estudio (Torreblanca *et al.* 2020).

Las dos primeras áreas seleccionadas para el muestreo arqueomagnético corresponden a los dos fogones que se encontraban dentro del depósito de la última fase de ocupación, por lo que, teóricamente, pertenecen a la fase anterior. El primer fogón (fogón 1) consistía en un agujero rectangular sobre el suelo de 25 cm de largo por 15 cm de ancho y 10 cm de profundidad. El segundo fogón (fogón 2) tenía una forma circular de 50 cm de diámetro y estaba cubierto con losas semiesféricas de arcilla. La tercera área seleccionada para el muestreo se ubicó en la zona exterior de la cancha del Juego de Pelota, en la que se localizó una pared plegada (hundida) y depósitos secundarios de restos óseos. En la esquina noroeste, tallado sobre la roca madre, se descubrió un agujero de aproximadamente 30 cm de diámetro por 9 cm de profundidad (cavidad quemada) que se encontraba cubierto de ceniza (Torreblanca *et al.* 2020).

Edades absolutas obtenidas para La Quemada, Zacatecas

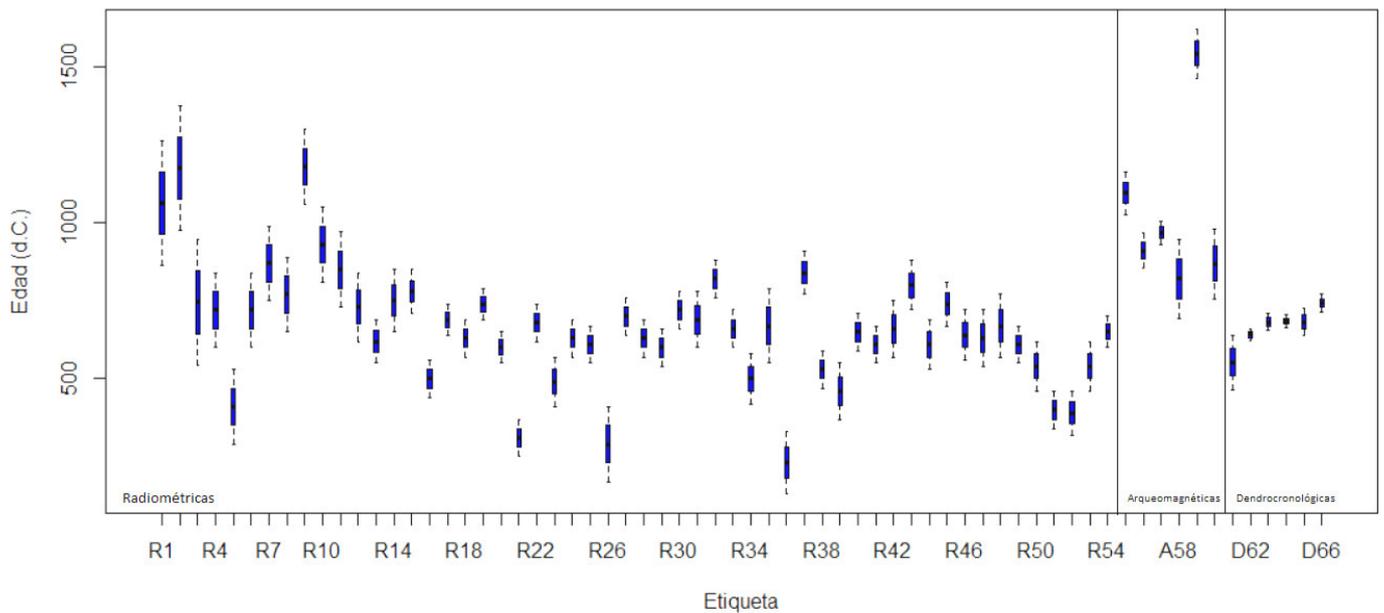


Figura 5. Gráfica de los intervalos de edad obtenidos mediante los tres métodos de datación absoluta.

Las muestras fueron sometidas a experimentos de magnetismo de roca con los que se obtuvieron las curvas termomagnéticas (k/T) que permitieron identificar a la magnetita pobre en titanio (muy cercana a la magnetita pura) como la responsable de la magnetización de los fogones y la cavidad quemada; además, se observó un comportamiento irreversible en las curvas, lo que descartó la realización de experimentos de paleointensidad (Torreblanca *et al.* 2020).

Se obtuvieron direcciones paleomagnéticas fiables para los 44 especímenes, ya que todos presentaron un comportamiento lineal de su magnetización primaria, con magnetizaciones secundarias o viscosas que se eliminaron fácilmente al aplicarse campos de $15 \mu\text{T}$. Sin embargo, al momento de calcular las direcciones medias utilizando la estadística de Fisher (1953), algunos especímenes presentaban direcciones que salían del patrón de agrupación, por lo que no fueron tomados en cuenta (Torreblanca *et al.* 2020).

La dirección media para el fogón 1 se obtuvo a partir de 13 de los 16 especímenes, que arrojaron una $\text{Inc} = 34.7^\circ$ y $\text{Dec} = 351.3^\circ$ con el parámetro $\alpha_{95} = 2.6^\circ$. Para el fogón 2, la dirección media se obtuvo a partir de 8 de los 12 especímenes, que dieron una $\text{Inc} = 33.4^\circ$ y $\text{Dec} = 358.9^\circ$ con el parámetro $\alpha_{95} = 2.7^\circ$. Finalmente, la dirección media para la cavidad quemada se obtuvo a partir de 6 de los 11 especímenes, que arrojaron una $\text{Inc} = 33.1^\circ$ y $\text{Dec} = 354.7^\circ$ con el parámetro $\alpha_{95} = 3.2^\circ$. Aunque las direcciones medias de las tres estruc-

turas resultaron muy similares, se tomó la decisión de realizar la datación arqueomagnética en cada una de ellas utilizando el modelo *SHA.DIF.14k* (Pavón-Carrasco *et al.* 2011, 2014). Para el fogón 1 se obtuvo el intervalo 931-1006 AD como la edad más probable del último calentamiento o uso del mismo. Se consiguieron dos intervalos de edad más probable del último uso o calentamiento para el fogón 2: 693-947 AD y 1463-1623 AD. Finalmente, para la cavidad quemada se logró el intervalo 757-980 AD como la edad más probable de su último uso o calentamiento. Tres de estos intervalos pertenecen a la fase de ocupación de La Quemada, así como a su transición a la fase Ciudadela, la cual representa el último periodo de actividad en el área antes de que se abandonara el Juego de Pelota. Sin embargo, el intervalo 1463-1623 AD, correspondiente al fogón 2, muestra una posible ocupación tardía que podría interpretarse como una reocupación del sitio por grupos zacatecos durante el Posclásico (Torreblanca *et al.* 2020).

ANÁLISIS DE DATOS

Se realizó un análisis estadístico de los datos que nos permitió cuantificarlos y observar su tendencia. Para lo anterior utilizamos el punto medio del intervalo de edad obtenido en el caso de las dataciones por métodos radiométricos y arqueomagnéticos y, para el caso de las

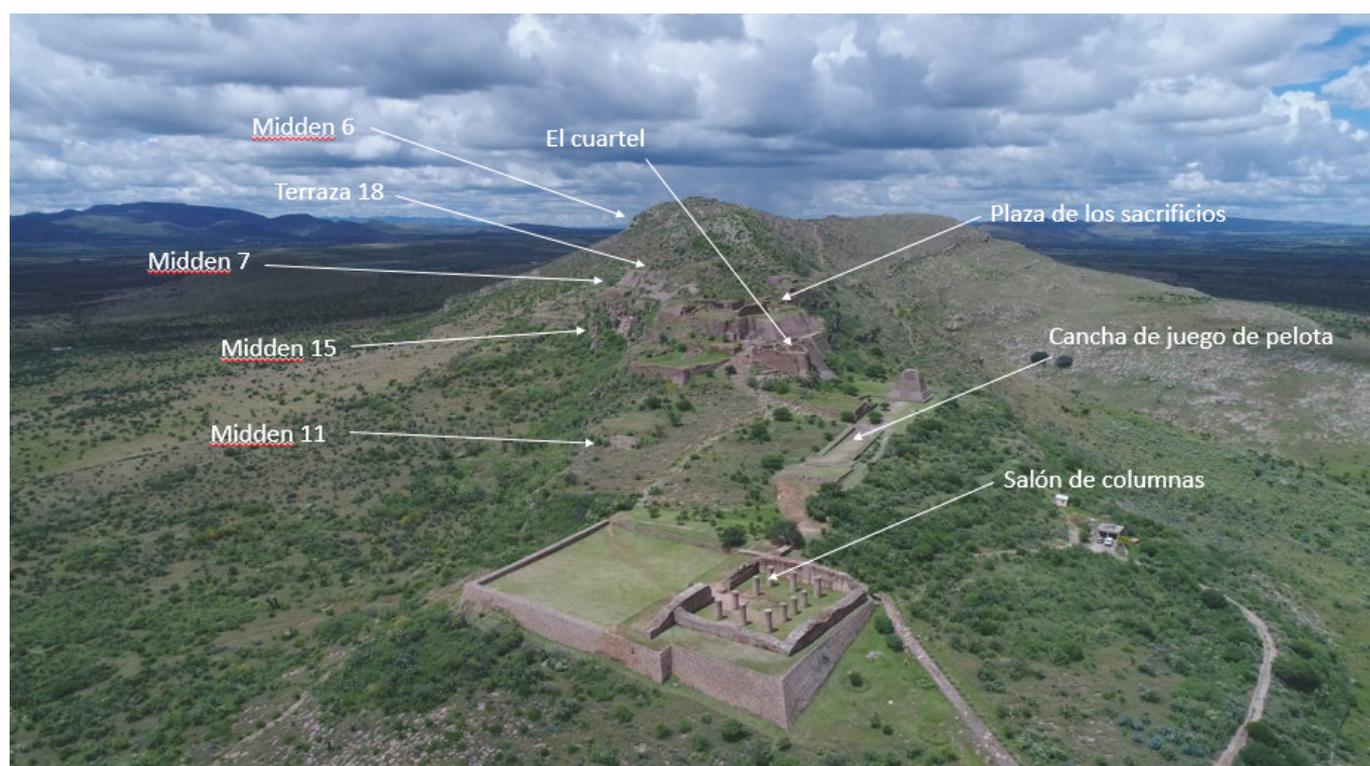


Figura 6. Imagen aérea de La Quemada señalando las estructuras que cuentan con dataciones absolutas (foto: Juan Gerardo Rivera Belmontes).

edades por métodos dendrocronológicos, empleamos el límite superior del intervalo de edad obtenido, ya que este supone el momento de tala del árbol y el uso del mismo dentro del contexto arqueológico.

La base de datos construida a partir de este análisis contiene 66 fechas absolutas, 54 radiométricas, 6 arqueomagnéticas y 6 dendrocronológicas. Se observa que más de la mitad de las dataciones se encuentran dentro del intervalo del año 600 al 800 AD, el cual corresponde a la segunda fase ocupacional del sitio denominado La Quemada. Encontramos que 56 de las fechas obtenidas se hallan dentro de alguna de las fases ocupacio-

nales definidas para La Quemada, 5 dataciones son tempranas respecto a la primera fase y 5 son tardías respecto a la última fase.

Además, según el método de datación, se agruparon los intervalos de edad disponibles para cada estructura de La Quemada, con la finalidad de hacer un análisis estadístico descriptivo del conjunto y determinar si existían diferencias significativas entre las edades de las estructuras.

Se clasificaron 13 estructuras en función del intervalo de edad y el método de datación, de lo cual se dedujo que la cancha del Juego de Pelota es la estructura con el intervalo de edad más joven (693-1623 AD), lo

Tabla 4. Frecuencias de las edades absolutas obtenidas en La Quemada.

Intervalo de edad	frecuencia absoluta	frecuencia relativa (%)
200-400	5	7,58
400-600	10	15,15
600-800	37	56,06
800-1000	9	13,64
1000-1200	4	6,06
1200-1400	0	0,00
1400-1600	1	1,52
TOTAL	66	100,00

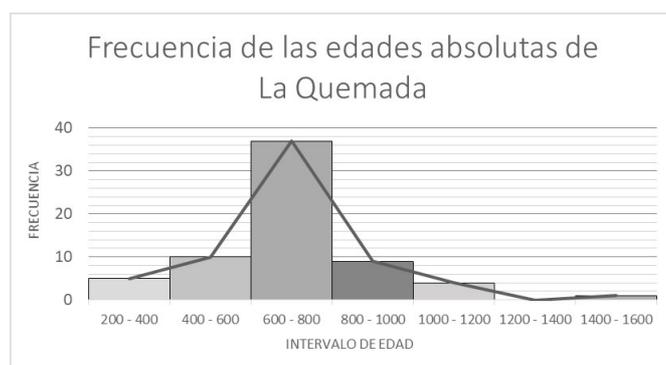


Figura 7. Histograma y polígono de frecuencias de las dataciones absolutas obtenidas en La Quemada.

Tabla 5. Edades que se encuentran dentro de los intervalos definidos para las tres fases ocupacionales de La Quemada.

Fase ocupacional	intervalo de edad	frecuencia absoluta	frecuencia relativa (%)
Malpaso	400-650	23	34,85
La Quemada	650-850	28	42,42
Ciudadela	850-1000	5	7,58

cual indica su uso durante el periodo de la conquista de México; su datación fue obtenida a partir de un estudio arqueomagnético aplicado a un fogón. Por otro lado, la Terraza 18 y Midden 11 resultaron ser las estructuras más antiguas al presentar edades entre los años 130 y 170 AD; su datación fue conseguida por métodos radiométricos (tabla 5).

Las edades medias más recientes (911-1091 AD) fueron reportadas por las estructuras Salón de las Columnas, Juego de Pelota y Plaza de los Sacrificios, obtenidas por medio de estudios arqueomagnéticos. Por otro lado, las edades medias más antiguas (573-599 AD) fueron proporcionadas por las estructuras Midden 6, 7 y 11, obtenidas por métodos radiométricos. El método dendrocronológico reportó edades medias de 642 y 669 AD para las estructuras Terraza 18 y El Cuartel, respectivamente (tabla 6).

La estructura El Cuartel fue datada por el método radiométrico (El Cuartel_R) y dendrocronológico (El Cuartel_D) con una edad media de 859 y 669 AD, respectivamente. Es probable que la estructura El Cuartel

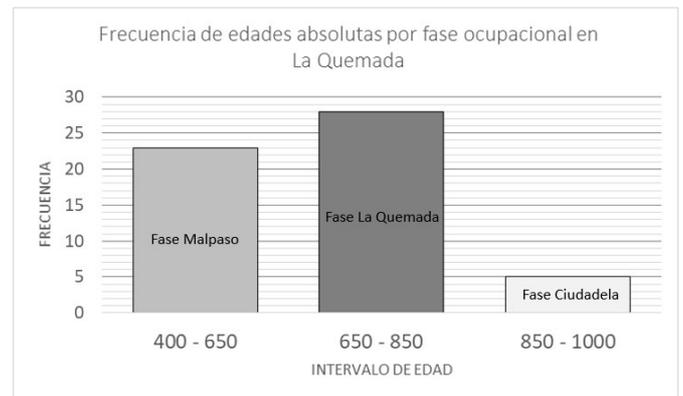


Figura 8. Frecuencia de las edades correspondientes a los intervalos de las fases ocupacionales en La Quemada.

haya estado en uso durante un periodo extenso desde 290 a 1375 AD, lo que explicaría la diferencia de edades en ambos métodos (tabla 7 y figura 9).

La estructura Terraza 18 fue datada por el método radiométrico (Terraza 18_R) y dendrocronológico (Terraza 18_D) con edades medias similares: 602 y 642 AD, respectivamente; por lo cual es probable que su desarrollo haya ocurrido en un periodo corto de tiempo (tabla 7).

Se realizó también un análisis de varianza (ANOVA), una prueba de multirrangos y otra de Kruskal-Wallis para determinar si los valores de las edades medias de las 13 estructuras exhibían diferencias significativas que permitiesen establecer una agrupación cronológica entre ellas. El análisis de varianza y multirrangos posibilitó clasificar 3 grupos homogéneos (I, II, III) mediante el método de diferencia mínima significativa de Fisher

Tabla 6. Edad de cada estructura en La Quemada y el método de datación empleado.

Estructura	Método	Promedio	Mediana	SD	Min	Max
Salón de columnas	Arqueomagnético	1091	1091	73	1018	1163
Cancha de juego de pelota	Arqueomagnético	1050	958	313	693	1623
Plaza de los sacrificios	Arqueomagnético	911	911	57	854	968
El cuartel	Radiométrico	859	853	261	290	1375
Presa de Ambosco	Radiométrico	790	785	122	620	970
Midden 15	Radiométrico	740	740	70	670	810
El cuartel	Dendrocronología	669	683	76	466	770
Las Adjuntas	Radiométrico	663	670	133	440	850
Terraza 18	Dendrocronología	642	642	19	623	661
Terraza 18	Radiométrico	602	630	166	130	910
Midden 11	Radiométrico	599	620	143	170	880
Midden 6	Radiométrico	585	595	122	410	740
Midden 7	Radiométrico	573	590	107	370	710
		695	670	225	130	1623

Tabla 7. Resultados de la prueba multirrangos aplicada a la edad de cada estructura.

Estructura	Edad Media	Grupo
Salón de columnas	1091	III
Cancha de juego de pelota	1050	III
Plaza de los sacrificios	911	III
El Cuartel R	859	II, III
Presa de Ambosco	790	II, III
Midden 15	740	II
El Cuartel D	669	I, II
Las Adjuntas	663	I, II
Terraza 18 D	642	I, II
Terraza 18 R	602	I
Midden 11	599	I
Midden 6	585	I
Midden 7	573	I

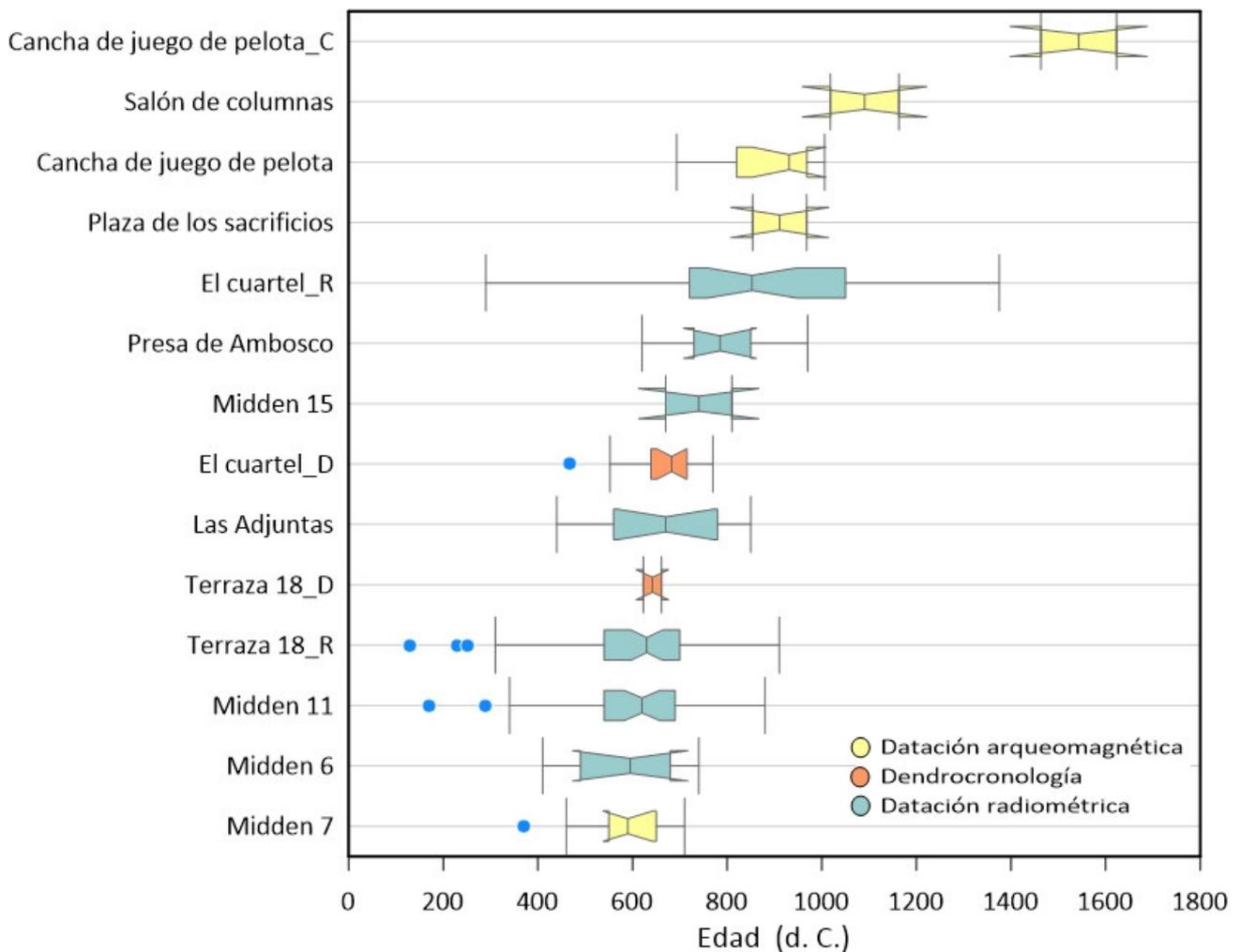


Figura 9. Edades obtenidas por métodos arqueomagnéticos, dendrocronológicos y radiométricos de 13 estructuras de La Quemada, Zacatecas.

aplicado a los valores de las medianas (tabla 7). Se observó que algunas estructuras mostraron una superposición respecto a los grupos de la clasificación. El Grupo I, que se refiere a la edad más antigua (573-599 AD) incluye las estructuras Midden 6, 7, 11 y Terraza 18; el Grupo II, con edad media de 740 AD, solamente abarca la estructura Midden 15; y el Grupo III, que se refiere a la edad más reciente (911-1091 AD), comprende el Salón de las Columnas, la cancha del Juego de Pelota y la Plaza de los Sacrificios (tabla 7).

La prueba de Kruskal-Wallis mostró un valor estadístico de 71.8 y un valor p de 1.4×10^{-10} , el cual fue menor a 0.05, por lo que hubo una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas de las edades. En la figura 9 podemos observar que las estructuras de La Quemada exhiben edades diferentes, lo cual permitió agruparlas y clasificarlas según la cronología, encontrando un desarrollo de las estructuras durante el periodo de 130 a 1623 AD. Las estructuras Midden 7, 6, 11 y posiblemente la construcción de la estructura El Cuartel y Terraza 18, fueron las primeras y se ubican en el periodo que va del año 130 al 661 AD. Los sitios aledaños de Las Adjuntas y Presa de Ambosco, así como las estructuras El Cuartel y Midden 15, fueron desarrolladas y ocupadas entre los años 440 y 970 AD.

CONSIDERACIONES FINALES

La clasificación y el análisis estadístico realizado para las dataciones absolutas existentes en La Quemada permitieron identificar la cantidad de estructuras fechadas por métodos absolutos, las estructuras más recientes, así como las más antiguas, los periodos temporales de

uso de cada una de ellas y lo más importante es que este análisis posibilita observar en orden cronológico el desarrollo constructivo de La Quemada, Zacatecas.

Es necesario hacer un mayor análisis en la interpretación de los contextos para poder comprender qué es lo que se está fechando, ya que las muestras de carbón procedentes de rellenos, así como los restos vegetales (frijol o maíz), por lo general no son confiables. En cambio, las vigas pueden ser un poco más seguras, aunque hay que considerar la idea del mantenimiento y las remodelaciones de estos materiales constructivos.

El estudio del desarrollo prehispánico del occidente de México ha experimentado un crecimiento durante la última década. La Quemada, siendo uno de los sitios más representativos, es el que cuenta con más datos cronológicos absolutos hasta el día de hoy. Sin embargo, los trabajos deben continuar, pues aún existen distintas estructuras con evidencia de incendio que en un futuro servirán para realizar más dataciones por el método arqueomagnético y, con ello, se podrá saber más acerca del periodo de abandono del sitio y de la posible reocupación del mismo por otros grupos. Por ello, no es menos importante realizar estudios de otros sitios regionales que permitan establecer, mediante dataciones absolutas, su contemporaneidad y sus relaciones comerciales o sociales.

Agradecimientos

Esta investigación fue apoyada financieramente por los proyectos CONACYT n.º 252149, CONACYT CF-2019-1761, UNAM-PAPIIT-IN101920, UNAM-PAPIIT-IN113321.

REFERENCIAS

- ARMILLAS, P. 1964. Condiciones ambientales y movimientos de pueblos en la frontera septentrional de Mesoamérica. En *Homenaje a Fernando Márquez-Miranda*, pp. 62-82.
- ARMILLAS, P. 1969. Section of anthropology: the arid frontier of Mexican civilization. *Transactions of the New York Academy of Sciences* 31, 6 Series II: 697-704.
- BAYLISS, A. 2007. Bayesian Buildings: An Introduction for the Numerically Challenged. *Vernacular Architecture* 38, 1: 75-86.
- BREWER, P. W. 2014. Data Management in Dendroarchaeology Using Tellervo. *Radiocarbon* 56, 4: S79-S83.
- BRONK RAMSEY, C.; J. VAN DER PLICHT; B. WENINGER. 2001. "Wiggle Matching" Radiocarbon Dates. *Radiocarbon* 43, 2A: 381-389.
- COE, R. S.; S. GROMMÉ; E. A. MANKINEN. 1978. Geomagnetic paleointensities from radiocarbon-dated lava flows on Hawaii and the question of the Pacific nondipole low. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 83, B4: 1740-1756.

- COOK, E. R.; L. A. KAIRIUKSTIS, EDS. 1990. *Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Sciences*. Springer.
- CRANE, H. R.; J. B. GRIFFIN. 1956. University of Michigan Radiocarbon Dates I. *Science* 24: 664-672.
- FISHER, R. A. 1953. Dispersion on a sphere. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Mathematical and Physical Sciences* 217, 1130: 295-305. Londres.
- FRITTS, H. C. 1976. *Tree Rings and Climate*. Londres: Academic Press.
- GALIMBERTI, M.; C. BRONK RAMSEY; S. W. MANNING. 2004. Wiggle-Match Dating of Tree Ring Sequences. *Radiocarbon* 46, 2: 917-924.
- GÓMEZ O., A.; A. VÁZQUEZ DE SANTIAGO; J. I. MACÍAS Q. 2007. Evidencias de prácticas rituales en La Quemada, Zacatecas: análisis de un osario. *Estudios de Antropología Biológica* 13, 1: 431-446.
- HERS, M. A. 1995. Las salas de columnas en La Quemada. En *Arqueología del norte y occidente de México. Homenaje al Doctor J. Charles Kelley*, eds. B. Dahlgren y D. Soto de Arechavaleta, pp. 93-113.
- HERS, M. A. 2005. Imágenes norteñas de los guerreros tolteca-chichimecas. En *Reacomodos demográficos del Clásico al Posclásico en el centro de México*, pp. 11-44. Ciudad de México: Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- HOLMES, R. L. 1983. Computer-Assisted Quality Control in Tree-Ring Dating and Measurement. *Tree-Ring Bulletin* 43: 69-78.
- JIMÉNEZ BETTS, P. 1994. La Quemada. *Arqueología Mexicana* 6: 45-47.
- JIMÉNEZ BETTS, P. 2004. La Quemada, Zacatecas. *Arqueología Mexicana* 67: 80-87.
- JIMÉNEZ BETTS, P. 2005. Avances recientes en la arqueología del valle de Malpaso. En *IV Coloquio Pedro Bosch Gimpera: El occidente y centro de México*, pp. 131-149.
- JIMÉNEZ BETTS, P.; J. A. DARLING. 2000. *Archaeology of Southern Zacatecas: The Malpaso, Juchipila, and Valparaiso-Bolaños Valleys*. En *Greater Mesoamerica. The Archaeology of West and Northwest Mexico*, pp. 155-180. Salt Lake City: University of Utah Press.
- KELLEY, J. C. 1985. The Chronology of the Chalchihuites Culture. En *The Archaeology of West and Northwest Mesoamerica*, pp. 269-287.
- MANZANILLA NAIM, L. R. 2017. *Teotihuacán, ciudad excepcional de Mesoamérica*. Ciudad de México: El Colegio Nacional.
- LELGEMANN, A. 2010. El Formativo Terminal y el Clásico Temprano en el valle de Malpaso-Juchipila (sur de Zacatecas). En *El sistema fluvial Lerma-Santiago durante el Formativo y el Clásico Temprano*, ed. L. Solar Valverde, pp. 181-206. Ciudad de México: INAH.
- LÓPEZ-DELGADO, V.; A. GOGUITCHAICHVILI; C. TORREBLANCA; R. CEJUDO; P. JIMENEZ; J. MORALES; A. M. SOLER. 2019. La Quemada: Decline and abandonment in two stages on the classic period northern frontier of Mesoamerica. *Journal of Archaeological Science: Reports* 24: 574-581.
- MEDINA GONZÁLEZ, J. H. 2000. *El paisaje ritual del valle de Malpaso*. Tesis de Licenciatura. Ciudad de México: ENAH.
- MEDINA GONZÁLEZ, J. H. 2012. *La Quemada*. Arqueología: diálogos con el pasado. Ciudad de México: INAH.
- NELSON, B. A. 1997. Chronology and Stratigraphy at La Quemada, Zacatecas, Mexico. *Journal of Field Archaeology* 24, 1: 85-109.
- PAVÓN-CARRASCO, F. J.; M. L. OSETE; J. M. TORTA; A. DE SANTIS. 2014. A geomagnetic field model for the Holocene based on archaeomagnetic and lava flow data. *Earth and Planetary Science Letters* 388: 98-109. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2013.11.046>.
- PAVÓN-CARRASCO, F. J.; J. RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ; M. L. OSETE; J. M. TORTA. 2011. A Matlab tool for archaeomagnetic dating. *Journal of Archaeological Science* 38, 2: 408-419.
- PIJOAN, C. M.; J. MANSILLA. 1990. Evidencias rituales en restos humanos del norte de Mesoamérica. En *Mesoamérica y Norte de México Siglos IX-XII*, vol. 2, pp. 467-478.
- RAMÍREZ, M. A. 2014. *Informe Final de las Temporadas 2012-2014. Proyecto Arqueológico La Quemada*. Ciudad de México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- REIMER, P. J.; E. BARD; A. BAYLISS; J. W. BECK; P. G. BLACKWELL; C. BRONK RAMSEY; C. E. BUCK; H. CHENG; R. L. EDWARDS; M. FRIEDRICH; P. M. GROOTES; T. P. GUILDSON; H. HAFLIDASON; I. HAJDAS; C. HATTÉ; T. J. HEATON; D. L. HOFFMANN; A. G. HOGG; K. A. HUGHEN; K. F. KAISER; B. KROMER; S. W. MANNING; M. NIU; R. W. REIMER; D. A. RICHARDS; E. M. SCOTT; J. R. SOUTHON; R. A. STAFF; C. S. M. TURNER; J. VAN DER PLICHT. 2013. IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon* 55, 4: 1869-1887.

- SCHWEINGRUBER, F. H. 1988. *Tree Rings: Basics and Applications of Dendrochronology*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- SPEER, J. H. 2010. *Fundamentals of Tree-Ring Research*. Tucson: University of Arizona Press.
- STUIVER, M.; B. BECKER. 1986. High-Precision Decadal Calibration of the Radiocarbon Time Scale, AD 1950–2500 BC. *Radiocarbon* 28, 2B: 863-910.
- THELLIER, E.; O. THELLIER. 1959. Sur l'intensité du champ magnétique terrestre dans le passé historique et géologique. *Annales de Géophysique* 15: 285-376.
- TORREBLANCA, C.; A. GOGUITCHAICHVILI; V. LÓPEZ; R. CEJUDO; J. MORALES; F. BAUTISTA; V. KRAVCHINSKY; R. GARCÍA. 2020. Ball court in La Quemada, northern Mesoamerica: Absolute chronological contributions through the archeomagnetic study of associated fire pits. *Journal of Archaeological Science: Reports* 33: 102558.
- TROMBOLD, C. D. 1985. Conceptual innovations in settlement pattern methodology on the northern Mesoamerican frontier. En *Contributions to the Archaeology and Ethnohistory of Greater Mesoamerica*, pp. 205-239. Carbondale: Southern Illinois University Press.
- TROMBOLD, C. D. 1990. A reconsideration of chronology for the La Quemada portion of the northern Mesoamerican frontier. *American Antiquity* 55, 2: 308-324.
- TURKON, P.; S. W. MANNING; C. GRIGGS; M. A. SANTOS RAMÍREZ; B. A. NELSON; C. TORREBLANCA PADILLA; E. M. WILD. 2018. Applications of dendrochronology in northwestern Mexico. *Latin American Antiquity* 29, 1: 102-121.