

LOS INTERVALOS ENTRE LOS ECLIPSES LUNARES SUCESIVOS Y LA ESTRUCTURA DE LA TABLA DE ECLIPSES DEL CÓDICE DE DRESDE

Stanislaw Iwaniszewski^{1,*}

¹Posgrado en Arqueología, Escuela Nacional de Antropología e Historia
Instituto Nacional de Antropología e Historia, México

Recibido: 15/agosto/2023

Aceptado: 4/octubre/2023

DOI: <https://doi.org/10.5377/ce.v14i2.17083>

RESUMEN


A pesar de las interpretaciones recientes de Bricker y Bricker y Justeson, la manera en la que los mayas construyeron la Tabla de Eclipses del Códice de Dresde aún queda desconocida. Si bien la estructura de la tabla revela, en cierto modo, los métodos y procedimientos mediante los cuales se hicieron las predicciones, necesitamos averiguar cómo los mayas llegaron a desarrollarlas. Es posible que los mayas desarrollaron sus predicciones a partir de los registros de las fechas de eclipses, sin embargo, las desconocemos. Podemos corregir la necesidad de datos brutos con los catálogos de eclipses de Espenak y Meeus. Debido a que en un área determinada se perciben más eclipses lunares que solares, asumimos que los mayas podrían predecir los eclipses solares de la misma manera que los lunares. Utilizando los datos de Espenak y Meeus mencionados arriba Justeson dedujo que los escribas mayas eligieron los períodos de 88 meses sinódicos (*tzolkinex*) para predecir eclipses. En este artículo demuestro que la secuencia de los intervalos de cinco y seis meses representados en la Tabla de Eclipses parece seguir los patrones de eclipses lunares visibles en la región maya en los siglos que preceden su instalación a mediados del siglo VIII. El trabajo sugiere que los mayas abandonaron el *tzolkinex* y adoptaron la cuenta del triple *tritots* (3 x 135 lunaciones). Se examinan los ciclos lunares visibles en Copán.

Palabras clave: astronomía maya, predicción de eclipses, *tzolkinex*, *tritots*, Copán .

ABSTRACT

The intervals between successive visible lunar eclipses and the structure of the Eclipse Table of the Dresden Codex. Despite recent interpretations by Bricker and Bricker and Justeson, the ways in which the Maya assembled the Dresden Codex Eclipse Table still need to be discovered. While the table structure reveals the methods and procedures by which they made predictions, we need to find out how the Maya came to develop them. It is possible that the Maya developed their forecasts from the records of eclipse dates; however, we have yet to discover them. We can correct the need for raw data with the solar and lunar eclipse canons of Espenak and Meeus. Because more lunar than solar eclipses are seen in any given area, we assumed that the Maya could predict solar eclipses in the same way as the lunar ones. Using the above data from Espenak and Meeus, Justeson deduced that the Mayan scribes chose the periods of 88 synodic months (*tzolkinex*) to predict eclipses. In this article, I demonstrate that the sequence of the five- and six-month intervals represented in the Eclipse Table appear to follow the patterns of lunar eclipses visible in the Maya region in the centuries preceding their installation in the mid-8th century. The work suggests that the Maya abandoned the *tzolkinex* and adopted the triple *tritots* count (3 x 135 lunations). Visible lunar cycles at Copán are examined.

Keywords: Maya astronomy, prediction of eclipses, *tzolkinex*, *tritots*, Copán .

*siwanisz@yahoo.com  <https://orcid.org/0000-0001-5365-7143>

1 Introducción

Por ser eventos celestes impresionantes, los eclipses de sol y luna siempre han causado gran curiosidad y preocupación.¹ Mientras que la creciente industria del astroturismo explota el deseo de excursionistas de observar los eclipses solares transportándolos miles de kilómetros a los lugares en donde podrán verlos, en otros tiempos y lugares los eclipses eran vistos con cierta inquietud y angustia, asociados con circunstancias desfavorables para la sociedad. Comúnmente, los eclipses fueron reconocidos como portadores de significados, como signos o señales de acontecimientos que iban a suceder.

Puesto que los eclipses se producen periódicamente, no pertenecen a los fenómenos erráticos imposibles de predecir. Sin embargo, comparados con otros eventos recurrentes en la bóveda celeste, los eclipses parecen mostrar cierto reto porque demandan observar el cielo con más atención. Su periodicidad facilita diseñar una regla de predicción sin la necesidad de entender astronómicamente como se producen. Quizá la más famosa de esas fórmulas es el ciclo de “dieciocho años” o “saros” descubierto por los babilonios y empleado por los griegos². Claro está que estas “reglas de pulgar” no podían anunciar todos los eclipses observables en un sitio determinado, ni pronosticar en donde se iban a presentar, sin embargo, daban cierta impresión de controlar- o dominarlos. La predicción basada en la recurrencia de eclipses es un fenómeno que se encuentra en varias astronomías pretelescopicas (Steele, 2000b). Aunque la invención de la física newtoniana mejoró la precisión de la predicción de eclipses, es la publicación electrónica de la NASA de los catálogos de eclipses solares y lunares la permite cotejar los registros de eclipses de distintas culturas y sociedades y determinar precisa- y confiablemente la ubicación y los momentos de la trayectoria de todos los eclipses entre 2000 a.C. y 3000 d.C. (Espenak y Meeus, 2007).

También los pueblos mesoamericanos mostraron gran interés en pronosticar eclipses. Su modo consistió en asociar los ciclos de eclipses con los ciclos del *tzolk'in*, una cuenta calendárica basada en 260 días. Así, al menos, lo manifiesta la llamada Tabla de Eclipses del Código de Dresde, la cual asocia 46 series de 260 días con 69 posibilidades de eclipses ($46 \times 260 = 11960$, $69 \times 173.31 = 11958.39$ días). Aunque se piensa que el Código de Dresde fue elaborado durante el Postclásico, alrededor del siglo XIII, (véanse Bricker y Bricker, 2011: 6-7; Velásquez García, 2016: 11; Thompson, 1988: 40-41) o un poco después (Paxton, 2022), algunas de sus secciones fueron copiadas o reproducidas de otros manuscritos cuyos originales provienen de siglos anteriores. Los especialistas parecen haber aceptado de que la Tabla fue elaborada en el siglo VIII, tal como lo indica la fecha de la Cuenta Larga (9.16.4.10.8 12 Lamat [1 Muan] = 755 d.C.) y empleada con ciertos ajustes hasta los siglos XIII y XIV (Bricker y Bricker, 2011: 273, 340-342). Algunos investigadores consideran que la tabla contiene la información derivada de las observaciones anteriores. De acuerdo con (Lounsbury, 1978: 811, 814) el cómputo de los eclipses podría iniciarse en las últimas décadas del siglo VII, pero según (Aveni, 1980: 180-181) y (Justeson, 1989: 83-85) – su origen podría remontarse hacia el siglo V. En 2017, Justeson publicó los resultados de su investigación en la cual examinó las fechas de los eclipses lunares de los catálogos producidos por Espenak y Meeus (2007) publicados por la NASA. El análisis estadístico de las fechas de los eclipses lunares observables en la región maya entre el 1er siglo a.C. y el siglo XVI d.C. permitió a este especialista a proponer que los mesoamericanos adoptaron el ciclo

¹Este artículo se basa en la ponencia presentada al XII Congreso Internacional de Mayistas celebrado del 26 al 30 de junio del 2023 en la Ciudad de México.

²Un ciclo de saros es un período igual a 223 lunaciones (meses sinódicos), tras el cual se repiten las circunstancias de un eclipse (solar o lunar). En los textos babilónicos el saros fue llamado “18 años” (Neugebauer, 1975: 497). En promedio, en un saros ocurren 38 posibilidades de eclipses, 33 de las cuales están separadas por las secuencias de 6 meses y las 5 restantes por los lapsos de 5 meses. Las relaciones entre el número de los intervalos de 5 y 6 meses describe la fórmula, en donde “a” y “b” son los números enteros y $a > 5b$. La única solución para la fórmula $6a + 5b = 223$ es $a = 33$ y $b = 5$, o sea, $6 \times 33 + 5 \times 5 = 223$ (consúltese la discusión en Steele, 2000b: 14 y 2002: 408-409).

de 88 lunaciones para prever eclipses. Observando que la utilidad de este ciclo fue de corta duración, de 170 a 200 años aproximadamente, este investigador propuso que los mayas conocieron este deslizamiento y buscaron otros ciclos de 88 lunaciones para seguir pronosticando. Por lo tanto, Justeson estudió las distintas familias (grupos) de los ciclos de 88 lunaciones a lo largo de estos 1600 años. Interesante, para él la Tabla de Eclipses fue elaborada para funcionar entre 1076 y 1116 d.C. Puesto que el lapso de 88 lunaciones es casi igual a 2600 días ($88 \times 29.53059 = 2598.69$ días) y 10 *tzolk'ines* (10×260 días) la propuesta de Justeson es particularmente interesante ya que adapta la predictibilidad de eclipses a la estructura calendárica mesoamericana. Además su propuesta incluye la idea de Teeple (1931) quien ha demostrado que 2×260 días = 3 medios años de eclipses (de 173.31 días cada uno).

Finalmente, para completar este breve repaso de opiniones y posiciones, vale la pena recalcar que los especialistas comienzan a coincidir en que los mayas utilizaron las observaciones del eclipses lunares para construir la tabla (Aveni, 1980: 178-181; Justeson, 2017). En el presente trabajo demostraré que efectivamente, la estructura de la Tabla de Eclipses se origina del registro de las observaciones de los eclipses lunares observables en el área maya. También señalaré que su estructura se basa en un ciclo de 135 lunaciones.

2 Sobre la periodicidad de los eclipses

Los eclipses se producen cuando los tres cuerpos astronómicos, el Sol, la Luna y la Tierra se sitúan sobre una línea recta denominada "sizigia" (sicigia, "reunión" en griego). Solo el Sol emite la luz, mientras que la Luna y la Tierra se mueven en el espacio con una mitad (aproximadamente) iluminada proyectando sus sombras en el lado opuesto. Un eclipse se produce cuando uno de los cuerpos, la Luna o la Tierra, se interpone en el camino de rayos solares, generando la sombra en el otro cuerpo. Los eclipses de Sol se producen cuando la Luna se halla en novilunio (o en la conjunción con el Sol), los eclipses de Luna ocurren cuando la Luna está en plenilunio (o en la oposición a la posición del Sol). No obstante, los eclipses no suceden cada vez que hay una luna nueva o llena. Mientras que la Tierra recorre el camino alrededor del Sol sobre la eclíptica, la Luna gira alrededor de la Tierra en una órbita inclinada alrededor de 5 grados respecto al plano de la eclíptica. La órbita lunar cruza la eclíptica en dos puntos llamados nodos. Y solo cuando se encuentra cerca de ellos puede producir eclipses solares o padecer eclipses propios.

El intervalo medio entre dos pasos sucesivos de la Luna por el mismo nodo se llama mes draconítico y dura 27.2122 días aproximadamente. La posición de nodos no es fija y retrograda sobre la eclíptica, por eso los eclipses ocurren sobre el fondo de distintas constelaciones zodiacales.

Naturalmente, para que se produzca un eclipse también el Sol debe colocarse lo suficientemente cerca de uno de los nodos de la órbita lunar. Cuando el Sol se sitúa cerca del nodo, inicia la llamada estación de eclipses (o temporada de eclipses) que dura unos 35 días (exactamente entre 31 y 37 días). Solo durante este periodo se dan condiciones de eclipses. Para volver al mismo nodo el Sol tarda 346.62 días lo que constituye el llamado año de eclipses y es unos 19 días más corto que el año solar (365.2422 días). Los puntos medios de cada temporada de eclipses están separados entre sí por 173.31 días, el medio año de eclipses, que es el periodo que tarda el Sol para llegar a un nodo opuesto. A grosso modo, los eclipses están separadas por 6 lunaciones (177.18 días).

Dado que el año de eclipses es más más corto que el año solar, el Sol puede cruzar hasta tres veces los nodos durante un año. Cuando el Sol se acerca a un nodo, siempre se producirá al menos un eclipse solar y un eclipse lunar. Sin embargo, debido a que la temporada de eclipses lunares es más corta y dura unos 25-26 días, los eclipses lunares son menos frecuentes que los solares.

Para finalizar, es necesario observar que para calcular los eclipses de Luna es necesario encontrar un mínimo común múltiplo de meses sinódicos y draconíticos (para simplificar las cosas omito el papel del mes anomalístico).

3 La predicción de eclipses

La regularidad con la cual se observan eclipses ayuda a crear simples reglas que permiten sustituir las teorías astronómicas más complejas y exactas. Naturalmente, las reglas derivadas de la identificación de los patrones de ocurrencia (“reglas del dedo gordo”, “reglas del pulgar”, rules of thumb) no son necesariamente rigurosas o fiables, pues su precisión no es comparable a la exactitud obtenida por la astronomía actual, no obstante, han sido suficientemente útiles para avisar sobre las temporadas de eclipses.

A pesar de que los eclipses solares son más frecuentes, cualquier intento de predecir eclipses tiene que empezar con la observación de los eclipses de Luna. Debido a que los eclipses de Luna se producen cuando la sombra de la Tierra cae en la superficie lunar, son visibles desde cualquier lugar de la Tierra en donde la Luna se encuentra sobre el horizonte. En cambio, los eclipses de Sol solo se perciben desde los lugares en la superficie de la Tierra en donde se proyecta la sombra de la Luna. Esta coincidencia hace que, observados desde un lugar específico, los eclipses de Luna son casi 4 veces más frecuentes que los de Sol (Britton, 1989: 3). Por tanto, el registro de los eclipses lunares permite comprender la periodicidad de este fenómeno antes de aplicarlo para predecir los eclipses de Sol.

Ahora bien, para que vuelva otro eclipse de Luna, este astro tiene que hallarse en la misma fase (plenilunio), es decir, después de recorrer un número entero de meses sinódicos. El resto consiste en fijarse en la secuencia de fechas de plenilunios y disponer de un amplio registro de eclipses lunares (por ejemplo, Aaboe, 1972: 106-107; Britton, 1989: 2-3; Steele, 2000a: 423-424).

El método es simple y consiste en contar las lunaciones a partir del último eclipse lunar visible (véanse Aaboe, 1972: 107-109; Brack-Bernsen y Steele, 2005: 181-182; Britton, 2007: 89-90; ?, ?: 84; Steele, 2000a: 423-424; 2000b: 14; 2002: 408-409; Huber y De Meis, 2004: 7). Por lo general, se necesitan completar 5 o 6 meses sinódicos para que la Luna llegue al plenilunio y suceda una posibilidad de eclipse³. Aunque también suceden los eclipses de Luna separados por una lunación, sin embargo en la mayoría de los casos son invisibles (Britton, 1989: 3; Meeus, 2004: 66). Ahora bien, al comparar los intervalos de 5 (147.65 días) y 6 lunaciones (=177.18 días) con la duración del medio año de eclipses (=173.3 días) se percibe que se necesitan más secuencias de 6 meses que las de 5 meses para acercarse a la duración del medio año de eclipses. Podemos adelantar que los eclipses suceden aproximadamente cada 5.8 lunaciones.

El segundo paso consiste en transformar el conteo de 5 o 6 lunaciones en las medidas de tiempo. De este modo el intervalo de 5 o 6 lunaciones es el tiempo mínimo requerido para volver a ver el eclipse. Y si no se presenta, hay que esperar otras 5 o 6 lunaciones, lo que produce un intervalo de 11 o 12 meses sinódicos. Y si observando el cielo, el eclipse de Luna no vuelve a aparecer, contamos otras 5 o 6 lunaciones, sumando ya los 17 o 18 meses. De esta manera se comprueba que la duración de los intervalos entre los eclipses visibles sucesivos siempre combina los múltiplos de 6 lunaciones con una serie de 5 lunaciones. Ahora bien, el periodo de 11 lunaciones resulta de la suma de 6+5 lunaciones mientras que el de 12 lunaciones

³La expresión “posibilidad de eclipse” (PE) la tomo de (Britton, 1989: 3-4). Hay que tener en cuenta que las reglas de pulgar no prometen el nivel correspondiente de certidumbre astronómica de que el eclipse realmente suceda en cierto momento y lugar, solamente avisan sobre la posibilidad de eclipse. Por otro lado, dicha regla indica que los eclipses no pueden suceder en cada Luna Llena.

contiene 6+6 lunaciones. De la misma manera observamos que el periodo de 17 lunaciones se compone de 6+6+5 meses, mientras que el periodo de 18 lunaciones consta de 6+6+6 meses. En otras palabras, a veces las posibilidades de eclipse están separadas por 6 meses y a veces resultan de la combinación de las series de 5 y 6 meses. Usando el guion para marcar la posibilidad de eclipse, en el último caso tenemos 6-6-5- y 6-6-6-, respectivamente lo que indica que en los periodos de 17 y 18 lunaciones suceden tres posibilidades de eclipse. De este modo construiremos paulatinamente un patrón consistente de los grupos de 6 lunaciones separados de vez en cuando por un grupo de 5 lunaciones. Esta característica permite diferenciar entre varios grupos de 6 meses.

De esta manera, los múltiplos de 6 meses, o en ocasiones de $6n+5$ meses, pueden convertirse en los periodos de tiempo, es decir, en las medidas de tiempo para predecir la posibilidad de eclipses⁴. Dicha regla parece ser muy sencilla ya que lo único que se necesita es determinar cuando cae el intervalo de 5 meses. Como se verá más adelante, la Tabla de Eclipses del Códice de Dresde coloca el intervalo de 5 meses al final de un grupo que contiene varios múltiplos de 6 meses. La inserción de los 5 meses marca el fin del un grupo y el comienzo de otro grupo de 6 meses. Ya que la posición del intervalo de 5 meses afecta la estructuración de las secuencias de intervalos de 6 meses, su ubicación es útil para identificar grupos individuales de 6 meses y, por lo tanto, reconocer momentos favorables a las posibilidades de eclipses.

Lo único que se necesita es construir un patrón que contiene varios grupos de 6 lunaciones separados por un grupo de 5 lunaciones. Lo que es importante es determinar el momento cuando conviene intercalar el intervalo de 5 meses.

Una de las reglas más famosas inventada para predecir eclipses en la época pre-telescópica es sin duda *saros*, el ciclo de 223 meses igual a 18 años. Como bien observa [Steele \(2000a: 422\)](#) usando el procedimiento descrito arriba los antiguos babilonios pudieron distinguir aquellos novilunios en los cuales los eclipses solares eran posibles y excluir aquellos en que no. No obstante, el saros no es el único ciclo que puede describir la periodicidad de eclipses. En la Tabla 1 se reproduce parte de la información acerca de los ciclos de eclipses aplicables a la construcción de las reglas de dedo para predecirlos. Siguiendo la nomenclatura de [Espenak y Meeus \(2007\)](#), el ciclo de 88 lunaciones recibe el nombre de *tzolkinex* y el de 135 lunaciones el nombre de *tritos*.

4 La estructura de la Tabla de Eclipses del Códice de Dresde

La llamada Tabla de Eclipses del Códice de Dresde se extiende de la página 53a hasta 58b y representa el conteo de los meses esquemáticos de 29 o 30 días para advertir sobre las fechas de las posibilidades de eclipse (Tabla 2). Igual que las tablas de Venus y Marte, la tabla propiamente dicha, está precedida por la introducción y la información necesaria para proceder con ella (Dresde 51a-52a; véase [Bricker y Bricker, 2011: 249-261](#)). La tabla representa 69 columnas con los números escritos en puntos y barras separadas por 10 imágenes que aluden a eclipses. Cada una de esas columnas corresponde a un grupo de 6 o 5 meses. El número de 177 días implica que se trata de 3 meses de 29 días y 3 meses de 30 días que se alternan simétricamente: 30, 29, 30, 29, 30, 29, mientras que el número de 178 días señala que hay 4 meses de 30 días y solo 2 meses de 29 días, arreglados por ejemplo como: 30, 29, 30, 30, 29, 30. Análogamente el número de 148 días denota una tanda de 5 meses: de 30, 29, 30, 29, 30 días. Además observamos que

⁴Mi procedimiento difiere aquí de lo que propone Britton. Para él, dicho intervalo es siempre “un múltiplo de 6 meses o 1 mes menos que dicho múltiplo” ([Britton, 1989: 5; 2007:89-90](#)), o sea $6n-1$. Ya que mi narrativa va en otra dirección, determinada por la Tabla de Eclipses, que coloca el grupo de 5 lunaciones al final del los múltiplos de 6 meses, como lo es por ejemplo 6+6+5, a mi me parece natural expresar dicha secuencia como $6n+5$.

Tabla 1: Ciclos de eclipses. Datos y nombres de ciclos según [Hartner \(1969\)](#), [Britton \(1989\)](#), [Espenak y Meeus \(2007\)](#), [Querejeta \(2011\)](#) y [McMinn \(2013\)](#).

Nombre	Lunaciones	Días	Tandas de 6 meses	Tandas de 5 meses	Periodicidad	Fórmula 6a+5b 6a+5b
	5	147.65	0	1	5	5
Semestre	6	177.18	1	0	6	6
Hepton	41	1210.75	6	1	41:7 = 5.857	6x6+5
Octon	47	1387.94	7	1	47:8 = 5.875	6x7+5
Tzolkinex	88	2598.69	13	2	88:13 = 5.867	6x13+5x2
Tritos	135	3986.63	20	3	135:23 = 5.870	6x20=5x3
Saros	223	6585.32	33	5	223:38 = 5.868	6x33+5x5
	317	9361.20	47	7	317:54 = 5.870	6x47+5x7
Inex	358	10571.95	53	8	358:61 = 5.869	6x53+5x8
Triple tritos(Dresde)	405	11959.89	60	9	405:69 = 5.8695	6x60+5x9
Exeligmos(triple saros)	669	19755.96	99	15	669:114 = 5.868	6x99+5x15

las columnas que representan los intervalos de 6 meses (las columnas con 177/178 días) terminan con una tanda de 5 meses (148 días) seguida por una imagen; la única excepción la constituye el Grupo X (ver [Tabla 2](#) página 58b) en donde la imagen aparece después de una columna que evidencia 177 días (6 meses). En total, la tabla contiene 60 columnas de 177/178 días que corresponden a los grupos de 6 meses y 9 segmentos con 148 días que equivalen a 5 meses, en total, 69 columnas o 405 meses (60 x 6 + 9 x 5 = 405). Evidentemente las imágenes sirven para separar visualmente e identificar fácilmente cada uno de los grupos. En suma, la estructura de la tabla demuestra que existía un método especializado de agrupar los meses para avisar de posibilidades de eclipses.

La tabla comienza con la Cuenta Larga 9.16.4.10.8 12 Lamat [1 Muan] correspondiente al 6 de noviembre de 755⁵. En la página 52a esta fecha se encuentra entremezclada con las otras, de las cuales dos se colocan a los 15 días y 30 días después: 9.16.4.11.3 1 Akbal [16 Muan] y 9.16.4.10[11].18 3 Edznab [11 Pax] correspondientes a 21 de noviembre y 6 de diciembre de 755, respectivamente (página 52a). Según [Bricker y Bricker \(2011: 253-255\)](#) las tres fechas marcan la temporada de eclipses con la duración estandarizada de 30 días⁶. La cuarta fecha en la página 52a no sigue este patrón y su significado queda aún desconocido ([Bricker y Bricker, 2011: 255-256](#)).

Ahora bien, para simplificar más las consideraciones, propongo reemplazar los períodos de 177/178 días con el número de 6 meses y 148 días con la anotación de 5 meses. Esta conversión permite construir la [Tabla 3](#). Mediante este sencillo procedimiento se revela el patrón con el cual los mayas arreglaron las secuencias de los meses lunares. Primero, observamos que con la excepción del Grupo X cada grupo termina con un grupo de 5 meses. También se percibe que los grupos II, III y IV y V, VI y VII parecen

⁵Todas las fechas están dadas en el calendario juliano utilizando la constante de 584283.

⁶Los autores cuentan erróneamente 31 días de la siguiente manera: 15 días + nodo + 15 días, pero entre 12 Lamat y 3 Eznab hay tan solo 30 días.

Tabla 2: El esquema de los intervalos de la Tabla de Eclipses del Códice de Dresde. La tabla contiene 405 meses marcando 69 posibilidades de eclipse (según Iwaniszewski (2022: 75 Figura 4)).

53a Grupo I	53a-55a Grupo I	55a-56a Grupo III	56a-57a Grupo IV	58a-52b Grupo V	52b-53b Grupo VI	53b-54b Grupo VII	54b-56b Grupo VIII	56b-57b Grupo IX	57b-58b Grupo X
0	177	178	177	177	178	177	177	177	177
177	177	177	177	177	177	177	177	178	177
177	177	177	177	178	177	177	178	177	177
148	178	177	178	177	177	177	177	177	177
imagen	177	177	177	177	177	177	177	177	imagen
	177	148	177	177	148	177	177	177	
	177	imagen	148	177	imagen	148	177	148	
	177		imagen	177		imagen	177	imagen	
	177			177			148		
	177			177			imagen		
	imagen			imagen					

conformar los módulos del nivel superior que contienen 20 columnas de 6 meses y 3 columnas de 5 meses, en total 23 columnas, mientras que los grupos VIII, IX y X cuentan solo con 18 columnas de 6 meses y 2 columnas de 5 meses, en total 20 columnas. Es fácil darse cuenta de al colocar el Grupo I junto con los grupos VIII, IX y X también se llega a la unidad compuesta de 23 columnas. Esta situación se representa en la Tabla 4.

Segundo, con esta transformación la estructura de la Tabla de Eclipses se presenta compuesta de tres módulos con 23 columnas cada uno, de los cuales 20 columnas tienen 6 meses y tres columnas solo 5 meses. Dado que cada módulo consta de 135 meses, toda la tabla contiene 405 meses (= 3 x 135, véanse Guthe, 1921: 20-21; Lounsbury, 1978: 795)⁷.

Tercero, reemplazando la notación de los meses esquemáticos de 29 o 30 días con el concepto de lunaciones (meses sinódicos), vemos que cada columna advierte sobre la posibilidad de eclipse y cada módulo advierte sobre la posibilidad de 23 eclipses. Vemos que toda la tabla permite avisar sobre la posibilidad de 69 (= 3 x 23) eclipses. Dado que al comienzo de nuestras consideraciones hablábamos de los eclipses lunares, ahora asumimos que esta estructura se deriva de la observación de los eclipses lunares. Eso significa que según los mayas la probabilidad de eclipse ocurre en promedio cada 5.87 meses (405:69 = 5.8695). Obviamente es imposible que aparezcan dos intervalos consecutivos de 5 meses.

Cuarto. Los datos de la Tabla de Eclipses muestran que los mayas divisaron las secuencias sucesivas de las posibilidades de eclipses separadas entre si por 6 lunaciones tras las cuales insertaron una posibilidad de eclipse siguiendo el intervalo de 5 meses respecto con la posibilidad anterior. En cada uno de los grupos de 135 meses un intervalo de 5 meses coincide con un número variado de los intervalos de 6 meses.

⁷Algunos investigadores hablan de “tres unidades modulares de aproximadamente 3986 días cada una” (Bricker y Bricker, 2011: 260-261) mientras que otros hablan de tres periodos de 135 meses o de tres periodos de medio años de eclipse (3 x 173.31 = 3986.13 días) (Guthe, 1921: 11, 18-23, 29; Willson, 1924: 11). Desde los tiempos de Meinshausen (1913) los estudiosos hablan de la división de la Tabla en tres unidades de 3986 y 3987 días, desde los tiempos de Guthe (1921) sobre tres intervalos de 135 meses y desde los tiempos de (Willson, 1924: 1) sobre tres periodos de 23 medio años de eclipse. Curiosamente, ninguno de los investigadores consideró agrupar las predicciones en subunidades compuestas de 23 medio años de eclipse, 135 meses o 3986/7 días como los intervalos útiles para predecir eclipses como los son el saros o el exeligmos.

Tabla 3: Intervalos de la Tabla de Eclipses. Cada tilde guión -indica la presencia de una posibilidad de eclipse (PE). Según Iwaniszewski (2022: 77 Figura 5).

Grupo	Secuencia	Los grupos de 6 versus 5 meses lunares	Número de la posibilidad de eclipses	Número de meses	Los grupos de 6 versus 5 meses lunares
I	6-6-5-imagen	2:1	3	17	2:1
II	6-6-6-6-6-6-6-6-6-5-imagen	9:1	10	59	20:3
III	6-6-6-6-6-5-imagen	5:1	6	35	
IV	6-6-6-6-6-6-5-imagen	6:1	7	41	
V	6-6-6-6-6-6-6-6-6-5-imagen	9:1	10	59	20:3
VI	6-6-6-6-6-5-imagen	5:1	6	35	
VII	6-6-6-6-6-6-5-imagen	6:1	7	41	
VIII	6-6-6-6-6-6-6-6-6-5-imagen	8:1	9	53	18:2
IX	6-6-6-6-6-6-5-imagen	6:1	7	41	
X	6-6-6-6-imagen	4:0	4	24	
Total		60:9	69	405	60:9

Esta coincidencia permite usarlos como indicadores o marcadores del grupo. Ahora bien, en cada ciclo de 135 meses hay 23 posibilidades de eclipse, 20 de las cuales están separados por 6 meses, mientras los restantes 3 cada 5 meses. O sea, $135 = 20 \times 6 + 3 \times 5$. Distribuyendo simétricamente los intervalos de 6 meses, la secuencia debe aproximarse a $20 \times 6 + 3 \times 5 = (7 \times 6 + 1 \times 5) + (7 \times 6 + 1 \times 5) + (6 \times 6 + 1 \times 5)$ lo que los investigadores suelen convertir en la notación de tipo 8-8-7, en donde 7 u 8 denota la cantidad de posibilidades de eclipses sucesivas separadas entre si por 6 meses seguidas por un intervalo de 5 meses.

Tabla 4: La hipotética reconstrucción de la Tabla de Eclipses del Código de Dresde. Cada módulo contiene 20 grupos de 6 meses y 3 grupos de 5 meses creando los grupos de 135 meses lunares ($20 \times 6 + 3 \times 5 = 135$) cada uno. Según Iwaniszewski (2022: 77 Figura 6).

Grupo	Secuencia	Los grupos de 6 versus 5 meses lunares	Número de la posibilidad de eclipses	Número de meses	Los grupos de 6 versus 5 meses lunares
II	6-6-6-6-6-6-6-6-6-5-imagen	9:1	10	59	20:3
III	6-6-6-6-6-5-imagen	5:1	6	35	
IV	6-6-6-6-6-6-5-imagen	6:1	7	41	
V	6-6-6-6-6-6-6-6-6-5-imagen	9:1	10	59	20:3
VI	6-6-6-6-6-5-imagen	5:1	6	35	
VII	6-6-6-6-6-6-5-imagen	6:1	7	41	
VIII	6-6-6-6-6-6-6-6-6-5-imagen	8:1	9	53	20:3
IX	6-6-6-6-6-6-5-imagen	6:1	7	41	
X	6-6-6-6-imagen-6-6-5-imagen	6:1	7	41	
Total		60:9	69	405	60:9

Sin embargo, la estructura de la Tabla de Eclipses revela un patrón diferente. Dos de los grupos de 135 meses (Grupos II, III y IV y V, VI, VII) demuestran la secuencia $(9 \times 6 + 1 \times 5) + (5 \times 6 + 1 \times 5) + (6 \times 6 + 1 \times 5)$ o 10-6-7, mientras que el tercer grupo (Grupos VIII, IX, X y I) exhibe la secuencia $(8 \times 6 + 1 \times 5) + (6 \times 6 + 1 \times 5) + (6 \times 6 + 1 \times 5)$ o 9-7-7 (ver Tabla 5). Ambas secuelas se alejan de la distribución simétrica o pareja se las posibilidades de eclipse lo que, en mi opinión, puede indicar su dependencia de las observaciones actuales. En resultado, separando los grupos I y X tenemos 2-1, 10-6-7, 10-6-7 y 9-7-4 (consultase Tabla 5).

Tabla 5: El desarrollo de las secuencias de los grupos de 6 meses separados por los intervalos de 5 meses.

Grupo	Número de meses	Número de meses contados desde la página 53a antes de la imagen	Número de grupos de 6 meses contados desde la página 53a antes de la imagen	Número de grupos de 5 meses contados desde la página 53a antes de la imagen
Tabla de eclipses				
I	17	17	2	1
II	59	76	11	2
III	35	111	16	3
IV	41	152	22	4
V	59	211	31	5
VI	35	246	36	6
VII	41	287	42	7
VIII	53	340	50	8
IX	41	381	56	9
X	24	405	60	9
Estructura hipotética				
Grupo	Número de meses	Número de meses contados desde la página 53a antes de la imagen	Número de grupos de 6 meses contados desde la página 53a antes de la imagen	Número de grupos de 5 meses contados desde la página 53a antes de la imagen
II	59	59	9	1
III	35	94	14	2
IV	41	135	20	3
V	59	194	29	4
VI	35	229	34	5
VII	41	270	40	6
VIII	53	323	48	7
IX	41	364	54	8
X + I	41	405	60	9

Haciendo uso de estos datos se nota que los grupos que aparecen en la estructura hipotética de la Tabla de Eclipses se definen por la expresión $6n+5$. Además el número de grupos depende de la cantidad de los intervalos de 5 meses. Cotejando ahora esta estructura con la Tabla de Eclipses se observa que el Grupo X solo anota 4 intervalos de 6 meses sin el grupo de 5 meses adjunto (véase Tabla 5). Para evitar esta discrepancia el Grupo X está unido al Grupo I.

5 Catálogo de eclipses observables del área maya

Para comprender los intervalos de eclipses de la Tabla de Eclipses del Códice de Dresde es necesario tener acceso a las fechas de eclipses lunares observables en la región maya. Sin embargo, contamos solo con la secuencia escasa de las fechas de sicigias de la Luna (instantes del novilunio o plenilunio) y ningún registro confiable de eclipses. No obstante, en los años recientes los cómputos de eclipses alcanzaron la precisión suficiente para remediar esta situación. Entre los catálogos de las fechas de eclipses publicados recientemente destacan los registros publicados por la NASA (Espanak y Meeus, 2007). Una de sus aplicaciones, JavaScript Lunar Eclipse Explorer, permite generar los datos sobre la visibilidad de eclipses desde una localidad particular. En este trabajo se procesaron las fechas de los eclipses lunares parciales y totales visibles desde Copán porque: 1) el sitio se sitúa está cerca del meridiano de 90° W y los resultados no necesitan ser reajustados, y 2) en este sitio se hallan las Series Lunares que podrían funcionar para predecir eclipses. El proyecto abarca también los estudios de los eclipses lunares desde otros centros mayas (Palenque, Cobá y Chichén Itzá).

El presente estudio analiza los eclipses lunares visibles en Copán entre 300 y 800 d.C. La primera fecha antecede por unos años el primer registro conocido de la Serie Lunar⁸ plasmado en la Estela 9 de Uaxactún, con una fecha de 8.14.10.3.15 correspondiente al año 327 d.C. Aunque el registro se encuentra parcialmente ilegible no cabe duda que los escribanos mayas divisaron la cuenta contando los grupos de 6 meses lunares lo que muy hipotéticamente podría compararse con el lapso de las 6 lunaciones que separan las posibilidades de eclipses. Queda manifiesto que la idea de crear los grupos de 6 meses se estableció antes de esta fecha. La segunda fecha coincide con el ocaso y abandono de Copán. Aunque la última fecha conocida que contiene la Serie Lunar procede del Templo de la Serie Inicial en Chichén Itzá mostrando la fecha 10.2.9.1.9 (878 d.C.), en realidad, tras el año 810 el número de monumentos con esta notación disminuye drásticamente. En Copán la Serie Lunar más temprana conocida se encuentra en la Estela 63 mostrando la fecha 9.0.0.0.0 (435 d.C.) y la última fecha conocida proviene del Templo 11 (9.17.2.12.16 \approx 773 d.C.). Por lo tanto, el rango de fechas de los eclipses lunares parece ser suficiente para el análisis de los intervalos de los eclipses en Copán.

Aunque el catálogo de Espanak y Meeus contiene las fechas de los eclipses lunares (parciales y totales) observables desde Copán, es necesario revisarlas porque sus circunstancias (las horas del inicio y fin, la altura sobre el horizonte) pueden retirar algunas de ellas de la lista. Ya que carecemos de los registros de las observaciones de eclipses hechas por los mayas durante el periodo del Clásico (250 – 800 d.C.), se utilizaron los datos provenientes de Babilonia. El primer paso consistió de generar las tablas de eclipses lunares observables desde Babilonia entre 747 y 341 a.C. para cotejarlas con las fechas de eclipses lunares registrados por los babilonios (Britton, 1989, 2007; Huber y De Meis, 2004; Steele, 2000a; Brack-Bernsen y Steele, 2005). Comparando estos datos con los eclipses visibles en Copán se precisaron las condiciones que debían cumplirse para asegurar la observación de eclipse.

Es de esperar que las observaciones fueron realizadas por los observadores adiestrados, quienes sabían más o menos cuándo buscar eclipses. Dado que no conocemos los lugares de observación, se tomó la altura del horizonte local de 0 grados. Las horas de salida y puesta del Sol fueron tomadas del sitio DateandTime.info (<https://dateandtime.info/es/citysunrisesunset.php?id>), tomando en cuenta las diferencias entre el calendario juliano y gregoriano proléptico. Adicionalmente, las fechas de

⁸Las llamadas Seres Lunares constan de 5-6 glifos ubicados después de la fecha de la Cuenta Larga. Indican la edad de la Luna, su ubicación en el grupo de 6 meses y la información si el mes en curso tenía 29 o 30 días.

los plenilunios fueron cotejadas con las tablas de [Goldstine \(1973\)](#) ⁹.

Tabla 6: Los eclipses lunares visibles en Copán. Datos tomados del canon de eclipses lunares de [Espanak y Meeus \(2007\)](#) ajustados a las condiciones locales. Se muestran los primeros 35 años del siglo IV.

Fecha calendario juliano	Número de meses desde la fecha anterior	Número de meses desde la primera fecha	Número de los intervalos de 6 meses	Número de los intervalos de 5 meses
09.05.301	0	0	0	0
02.11.301	6	6	1	0
20.08.305	47	53	8	1
01.07.307	23	76	11	2
14.12.308	18	94	14	2
30.04.310	17	111	16	3
24.10.310	6	117	17	3
14.10.311	12	129	19	3
07.04.312	6	135	20	3
27.02.313	11	146	21	4
16.02.314	12	158	23	4
11.08.314	12	158	23	4
06.02.315	6	170	25	4
14.12.317	35	205	30	5
14.11.319	24	229	34	5
29.03.321	17	246	36	6
22.09.321	6	252	37	6
11.09.322	12	264	39	6
01.09.323	12	276	41	6
15.01.325	17	293	43	7
04.01.326	12	305	45	7
04.11.328	35	340	50	8
28.02.332	41	381	56	9
22.08.332	6	387	57	9
16.02.333	6	393	5	9
11.08.333	6	399	59	9
16.12.335	29	428	63	10

⁹En los tiempos de la edición de este catalogo no se usaba la teoría de variaciones de las órbitas planetarias conocida como VSOP87. Por estas razones las horas de los plenilunios distan de los momentos de eclipses lunares

El presente análisis de las fechas de los eclipses se realizó en dos etapas. La primera etapa fue construir un registro de los eclipses lunares observables visibles en Copán entre el 09/05/301 y el 20/05/802 basado en las tablas de eclipses lunares de Espenak y Meeus ajustadas a las condiciones locales.

Por razones de espacio debo limitar esta descripción a la reproducción del inicio de esta tabla (Tabla 6). Después de la fecha juliana que marca el día local del eclipse siguen la columna 2 que proporciona el número de meses acaecidos desde el eclipse anterior y la columna 3 que marca el número de meses desde el inicio de la tabla. Lo que es particularmente importante para nuestras consideraciones se encuentra en las columnas 4-5. La columna 4 muestra el número de intervalos de 6 meses contados desde el primer eclipse de la lista y la columna 5 señala el número de intervalos de 5 meses desde el primer eclipse. Este procedimiento sigue la metodología descrita ya por Britton (1989: 4-7; 9-10). Se nota que los intervalos entre los eclipses lunares observables pueden ser subdivididos en grupos que abarcan varios múltiplos de 6 meses y terminan con un grupo de 5 meses siguiendo la fórmula de $6n+5$. Esta es la parte importante del análisis. No se comparan los intervalos que separan las fechas de eclipses lunares observables en Copán con los intervalos entre las fechas de la Tabla de Eclipses, sino las secuencias de tipo $6n+5$. Para crear la estructura pareja a la de la Tabla de Eclipses es necesario juntar todos los periodos de 6 meses que coinciden con el mismo número de los intervalos de 5 meses lo que demuestra Tabla 7. Se puede decir que si la Tabla 6 reproduce las fechas de todos los eclipses lunares observables en Copán, la Tabla 7 especifica todos los intervalos de índole de $6n+5$ meses que ocurrieron entre 301 y 802.

A partir de la elaboración de la Tabla 7 observamos que entre el 9 de mayo del año 301, la fecha del primer eclipse observable en el siglo IV y el 2 de mayo de 802, la fecha del primer eclipse lunar observable en el siglo IX, sucedieron 6197 lunaciones. Durante este periodo se produjeron 1056 posibilidades de eclipses. El número promedio de las lunaciones en cuanto al número de las posibilidades de eclipses es 5.87 ($6197:1056=5.86837$). Durante este periodo sucedieron 917 posibilidades de eclipse ocurridas 6 meses después del eclipse anterior y 139 posibilidades de eclipse después de 5 meses (véase Tabla 7).

La comparación de los datos exhibidos en la Tabla 7 con los grupos de meses separados por los intervalos de 5 meses en la Tabla de Eclipses (Tabla 5) demuestra que los intervalos de esta tabla están relacionados con la realidad astronómica. Por ejemplo, en ambas tablas aparecen los grupos de 35, 41, 53 y 59 meses. En las Tablas 5 y 7 el menor número de meses entre las posibilidades de eclipses en diferentes grupos es 17. Aunque el mayor número en la Tabla 7 es 88, queda obvio que consta de 2 grupos menores (ver años entre 592 y 599 en la Tabla 7). Por lo general, el número más alto es 71 ($=11 \times 6 + 5$) y todos los números siguen el mismo patrón de $6n+5$. Dicha comparación permite concluir que la estructura de la Tabla de Eclipses se deriva del registro sistemático de las observaciones de eclipses lunares.

Tabla 7: Los intervalos compuestos de $6n + 5$ meses. (2) - Número de meses desde el último intervalo de 5 meses; (3) Suma de meses; (4) Suma de grupos de 6 meses; (5) - Suma de grupos de 5 meses.

Fecha calendario					Fecha calendario				
juliano	(2)	(3)	(4)	(5)	juliano	(2)	(3)	(4)	(5)
09.05.301	0	0	0	0	15.10.422	47	1502	222	34
02.11.301	6	6	1	0	08.02.426	41	1543	228	35
20.08.305	47	53	8	1	02.06.429	41	1584	234	36
14.12.308	41	94	14	2	15.09.433	53	1637	242	37
30.04.310	17	111	16	3	08.01.437	41	1678	248	38
27.02.313	35	146	21	4	02.05.440	41	1719	254	39
04.12.317	59	205	30	5	08.02.445	59	1778	263	40
29.03.321	41	246	36	6	14.06.447	29	1807	267	41
15.01.325	47	293	43	7	01.04.451	47	1854	274	42
04.11.328	47	340	50	8	14.07.455	53	1907	282	43
28.02.332	41	381	56	9	15.10.460	65	1972	292	44
16.12.335	47	428	63	10	01.03.462	17	1989	294	45
04.10.339	47	475	70	11	14.06.466	53	2042	302	46
02.08.342	35	510	75	12	12.04.469	35	2077	307	47
10.05.347	59	569	84	13	2901.473	47	2144	314	48
23.08.351	53	622	92	14	17.11.476	47	2171	321	49
02.07.353	23	645	95	15	12.03.480	41	2212	327	50
30.03.359	71	716	106	16	05.07.483	41	2253	333	51
02.08.361	29	745	110	17	18.10.487	53	2306	341	52
31.05.364	35	780	115	18	10.02.491	41	2347	347	53
20.03.368	47	827	122	19	04.06.494	41	2388	353	54
14.07.371	41	868	128	20	16.09.498	53	2441	361	55
01.05.375	47	915	135	21	09.01.502	41	2482	367	56
17.02.379	47	962	142	22	03.05.505	41	2523	373	57
12.06.382	41	1003	148	23	15.08.509	53	2576	381	58
24.09.386	53	1056	156	24	08.12.512	41	2617	387	59
07.01.391	53	1109	164	25	02.04.516	41	2658	393	60
05.11.393	35	1144	169	26	16.07.520	53	2711	401	61
28.02.397	41	1185	175	27	15.05.523	35	2746	406	62
11.06.401	53	1238	183	28	03.03.527	47	2793	413	63
13.09.406	65	1303	193	29	20.12.530	47	2840	420	64
28.01.408	17	1320	195	30	14.04.534	41	2881	426	65
01.05.413	65	1385	205	31	30.01.538	47	2928	433	66
04.09.415	29	1414	209	32	14.05.542	53	2981	441	67
28.12.418	41	1455	215	33	14.03.545	35	3016	446	68

Tabla 7 (Continuación)

Fecha calendario juliano					Fecha calendario juliano				
(2)	(3)	(4)	(5)	(2)	(3)	(4)	(5)		
20.12.549	59	3075	455	69	22.12.679	59	4683	693	105
18.10.552	35	3110	460	70	22.10.682	35	4718	698	106
11.02.556	41	3151	466	71	14.02.686	41	4759	704	107
25.05.560	53	3204	474	72	21.11.690	59	4818	713	108
17.09.563	41	3245	480	73	19.09.693	35	4853	718	109
10.01.567	41	3286	486	74	12.01.697	41	4894	724	110
05.05.570	41	3327	492	75	27.04.701	53	4947	732	111
18.08.574	53	3380	500	76	29.07.706	65	5012	742	112
10.12.577	41	3421	506	77	07.06.708	23	5035	745	113
04.04.581	41	3462	512	78	16.03.713	59	5094	754	114
21.01.585	47	3509	519	79	24.01.715	23	5117	757	115
16.05.588	41	3550	525	80	01.11.719	59	5176	766	116
03.03.592	47	3597	532	81	30.08.722	35	5211	771	117
16.04.599	88	3685	545	83	19.06.726	47	5258	778	118
22.01.604	59	3744	554	84	18.04.729	35	5293	783	119
20.11.606	35	3579	559	85	31.07.733	53	5346	791	120
15.03.610	41	3820	565	86	23.11.736	41	5387	797	121
27.06.614	53	3873	573	87	17.03.740	41	5428	803	122
19.10.617	41	3914	579	88	24.12.744	59	5487	812	123
11.02.621	41	3955	585	89	17.04.748	41	5528	818	124
19.11.625	59	4014	594	90	14.02.751	35	5563	823	125
18.09.628	35	4049	599	91	29.05.755	53	5616	831	126
13.01.632	41	4090	605	92	30.08.760	65	5681	841	127
31.10.635	47	4137	612	93	14.01.762	17	5698	843	128
19.08.639	47	4184	619	94	12.10.767	71	5769	854	129
11.12.642	41	4225	625	95	25.02.769	17	5786	856	130
26.03.647	53	4278	633	96	14.12.772	47	5833	863	131
27.06.652	65	4343	643	97	01.10.776	47	5880	870	132
07.05.654	23	4366	646	98	26.01.780	41	5921	876	133
12.02.659	59	4425	655	99	01.11.784	59	5980	885	134
22.12.660	23	4448	658	100	02.09.787	35	6015	890	135
15.04.664	41	4489	664	101	26.12.790	41	6056	896	136
28.07.668	53	4542	672	102	08.04.795	53	6109	904	137
21.11.671	41	4583	678	103	01.08.798	41	6150	910	138
17.03.675	41	4624	684	104	20.05.802	47	6197	917	139

En general los intervalos de 41 meses son los que suceden con mayor frecuencia seguidos por los intervalos de 47, 53, 35 y 59 meses (Tabla 8); en total, estos intervalos constituyen casi el 85 % de todos los intervalos observados entre el 301 y 802 d.C. También se nota una cierta evolución de estos intervalos. Los datos que abarcan los siglos IV, V y VI muestran varias secuencias continuas de los intervalos de 41 y 47 meses que sin duda facilitan conservar el ciclo de 88 meses (*tzolkinex*) del cual habla Justeson (2017). Puede observarse que la serie 35-59-41 aparece por primera vez ya entre 313 y 321 d.C., mientras que la secuencia 41-41-53 se nota entre 426 y 433 d.C. Ambas secuencias aparecen posteriormente en los siglos VI, VII y VIII. La secuencia 59-35-41, 53-41-41 y 59-35-41 aparece por primera vez entre 604 y 632 d.C. y se repite entre 664 y 693 d.C. (Tabla 7). Al trazar los intervalos entre las fechas en las páginas 53a-58b del manuscrito, los mayas bien pudieron usar las secuencias de meses correspondientes a la realidad astronómica.

Tabla 8: La distribución de frecuencia de varios grupos de meses por 1 intervalo de 5 meses en el período 301-802 d.C.

6n+5	301-401	401-502	502-604	604-701	701-802	301-802	%
17	1	2			2	5	3.6
23	1			2	2	5	3.6
29	1	2				3	2.2
35	4	1	3	4	4	16	11.5
41	6	10	11	10	6	43	30.9
47	8	4	5	2	4	23	16.5
53	5	5	5	4	3	22	15.8
59	2	1	2	4	4	13	9.4
65		3		1	2	6	4.3
71	1				1	2	1.4
88*			1			1	0.7
Total	28	28	27	27	28	138	99.9

Ahora bien, si aceptamos la propuesta de Justeson (2017), los mayas entraron al periodo Clásico conociendo el *tzolkinex*. Sin embargo, el diseño de la tabla representa más bien al tritos. Si los mayas pudieron conmensurar los ciclos de eclipses con el *tzolk'in* mediante la cuenta del *tzolkinex*, hicieron lo mismo manteniendo la cuenta del triple *tritos*. La transición de una cuenta a la otra es simple.

Los ciclos de 41 y 47 meses constan de los múltiplos de 6 meses junto con un grupo de 5 meses lo que determinan las fórmulas $41=6 \times 6 + 5$ y $47=6 \times 7 + 5$. La suma de ambos produce el ciclo de 88 meses que contiene ya dos intervalos de 5 meses: $88=13 \times 6 + 2 \times 5$. Ahora bien, sumando el ciclo de 47 meses ($=7 \times 6 + 5$) al *tzolkinex* (88 meses) se llega a *tritos* (135 meses) ya que $135=20 \times 6 + 3 \times 5$ (Britton, 1989: 8 Tabla 2). En otras palabras, la transición de *tzolkinex* a *tritos* sigue la lógica parecida a la de la secuencia de Fibonacci $41+47=88$, $88+47=135$, $135+88=223$ (*saros*), $223+135=358$ (*inex*), etc. (Britton, 1989: 8 tabla 2; McMinn, 2013). Es interesante que el intervalo de 47 meses no aparece en la Tabla de Eclipses. Finalmente quisiera hacer notar que ambos ciclos, el *tzolkinex* y el *tritos* son convenientes para predecir eclipses lunares pero bastante inútiles para prever eclipses solares (Hartner, 1969: 62-63; Querejeta, 2011: 16).

Los mayas no eran los únicos observadores de cielo quienes crearon un ciclo de 135 meses para predecir eclipses. El *tritos* se conoce de Babilonia (Aaboe, 1972: 108-111) y China (Aaboe, 1972: 113, Steele, 2000b: 172; Cullen, 2017: 165-169).

Si uno acepta que 9.16.4.10.8 12 Lamat [1 Muan] ocurre cerca del novilunio, es entonces posible explicar la segunda fecha, 9.16.4.11.3 1 Akbal [16 Muan] como la que indica el plenilunio. Una vez hecha esta observación volvamos a la Tabla 7 en donde encontramos que la fecha de la luna llena acaeció en 29.05.755. Sumando 6 lunaciones a esta fecha obtenemos 23.11.755 que es una fecha del plenilunio calculado por Goldstine (1973: 147). Al mismo momento esta fecha denota la posibilidad del eclipse el cual no se vio en la región maya. Estos datos parecen apoyar la idea de que la Tabla de Eclipses se basó en eclipses lunares observables en la región maya. Por otro lado, dichos datos confirman la propuesta de Bricker y Bricker (2011: 255) de que las tres fechas de la página 52a pueden determinar la temporada de eclipses (la tercera fecha se aproximaría a al novilunio en 9.16.4.10[11].18 3 Edznab [11 Pax] ocurrido en 7.12.755).

6 Conclusiones

El objetivo del presente trabajo consistió en demostrar que los intervalos de los meses lunares incorporados entre las imágenes que aluden a los eclipses en las páginas 53a-58b del Códice de Dresde están relacionadas con las fechas de eclipses lunares observables en la región maya. Los intervalos registrados entre las imágenes son el resultado de las observaciones de eclipses lunares. Sin duda, los mayas comprendieron de que un eclipse puede suceder solo 5 o 6 meses después de un eclipse anterior. Registraron las secuencias de las posibilidades de eclipse separadas por 6 meses añadiendo un intervalo de 5 meses al final de la serie y una imagen con la representación de un eclipse. La estructura de la Tabla demuestra el conocimiento del *tritos* mientras que la búsqueda por la conmensuración del ciclo de eclipses con el *tzolk'in* condujo a los mayas a reconocer el ciclo del triple *tritos*.

7 Agradecimientos

El presente trabajo fue realizado dentro del proyecto 31549 “La teoría lunar en astronomía maya” del Instituto Nacional de Antropología e Historia.

8 Referencias

- Aaboe, A. (1972). Remarks on the theoretical treatment of eclipses in antiquity. *Journal for the History of Astronomy*, 3(2):105–118.
- Aveni, A. (1980). *Skywatchers of Ancient Mexico*. Austin: University of Texas Press.
- Brack-Bernsen, L. y Steele, J. M. (2005). Eclipse Prediction and the Length of the Saros in Babylonian Astronomy. *Centaurus*, 47(3):181–206.
- Bricker, H. M. y Bricker, V. R. (2011). Astronomy in the Maya Codices. *Memoirs of the American Philosophical Society*, 265. Philadelphia: American Philosophical Society.
- Britton, J. P. (1989). An early function for eclipse magnitudes in babylonian astronomy. *Centaurus*, 32(1):1–52.

- Britton, J. P. (2007). Studies in babylonian lunar theory: Part i. empirical elements for modeling lunar and solar anomalies. *Archive for History of Exact Sciences*, 61(2):83–145.
- Cullen, C. (2017). *Heavenly Numbers. Astronomy Authority in Early Imperial China*. Oxford: Oxford University Press.
- Espenak, F. y Meeus, J. (2007). Five Millenium Canon of Lunar Eclipses: -1999 to +3000 (2000 BCE to 3000 CE). Technical report, Greenbelt: NASA Goddard Space Flight Center. Disponible en: <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/5MCSE/5MCSEcatalog.txt>.
- Goldstine, H. H. (1973). *New and Full Moons 1001 B.C. to A.D. 1651. (Memoirs of the American Philosophical Society)*, volumen 94. Philadelphia: American Philosophical Society.
- Guthe, C. E. (1921). A Possible Solution of the Number Series on Pages 51 to 58 of the Dresden Codex. *Papers of the Peabody Museum of American Archaeology and Ethnology, Harvard University*, 6(2). Cambridge, Mass: The Peabody Museum.
- Hartner, W. (1969). Eclipse Periods and Thales' Prediction of a Solar Eclipse: Historic Truth and Modern Myth. *Centaurus*, 14(1):60–71.
- Huber, P. J. y De Meis, S. (2004). *Babylonian Eclipse Observations from 750 BC to 1 BC*. Milano: Associazione Culturale Mimesis.
- Iwaniszewski, S. (2022). La teoría lunar maya. En Lizano, S. y Rodríguez Jorge, L. F., (Eds.), *La astronomía en México antes y después de la conquista*, pp. 57–83. México: El Colegio Nacional.
- Justeson, J. (1989). Ancient Maya ethnoastronomy: an overview of hieroglyphic sources. En Aveni, A., (Ed.), *World Archaeoastronomy*. (pp.76-129). Cambridge: Cambridge University Press.
- Justeson, J. (2017). A Cyclic-Time Model for Eclipse Prediction in Mesoamerica and the Structure of the Eclipse Table in the Dresden Codex. *Ancient Mesoamerica*, 28(2):507–541.
- Lounsbury, F. G. (1978). Maya Numeration, Computation and Calendrical Astronomy. En Gillispie, C., (Ed.), *Dictionary of Scientific Bibliography*. volume 15, Supplement 1, pp.759-818. New York: Charles Scribner's Sons.
- McMinn, D. (2013). Fibonacci - Lucas numbers, moon sun cycles and financial timing. *Market Technician - Journal of the Society of Technical Analysis*, 75:9–13.
- Meeus, J. (2004). *Mathematical Astronomical Morsels*. Richmond: Willmann-Bell.
- Neugebauer, O. (1975). *A History of Ancient Mathematical Astronomy*. New York - Heidelberg - Berlin: Springer-Verlag.
- Paxton, M. (2022). El Códice de Dresde como documento del Posclásico Tardío: análisis visual en el desarrollo del concepto. *Estudios de Cultura Maya*, 59:117–148.
- Querejeta, M. (2011). On the Eclipse of Thales, Cycles and Probabilities. *Culture and Cosmos*, 15(1):5–16.
- Steele, J. M. (2000a). Eclipse Prediction in Mesopotamia. *Archive for History of Exact Sciences*, 54(5):421–454.
- Steele, J. M. (2000b). *Observations and Predictions of Eclipse Times by Early Astronomers*. Dordrecht: Kluwer.

Steele, J. M. (2002). Eclipse Prediction and the Length of the Saros in Babylonian Astronomy. En Steele, J. M. e Imhausen, A., (Eds.), *Under One Sky: Astronomy and Mathematics in the Ancient Near East*, pp. 405–420. Münster: Ugarit Verlag.

Teepie, J. E. (1931). Maya astronomy. *Contributions to American Archaeology*, (2):29–115. Publication 403. Washington: Canegie Institution of Washington.

Thompson, J. E. S. (1988). *Un comentario al Códice de Dresde. Libro de jeroglifos mayas*. Traducción de Jorge Ferreiro Santana (revisión de Lauro José Zavala). México: Fondo de Cultura Económica.

Velásquez García, E. (2016). Códice de Dresde. Parte 1. *Arqueología Mexicana*. Edición especial 67.

Willson, R. W. (1924). Astronomical Notes on the Maya Codices. *Peabody Museum Papers Volume 6, no. 3*, p. 74.