

Calendario hebreo

WENCESLAO SEGURA GONZÁLEZ

εWT
Ediciones

CALENDARIO HEBREO

Esta obra se edita bajo una licencia *Creative Commons* (Atribución 3.0 España).

© Wenceslao Segura González
e-mail: wenceslaoseguragonzalez@yahoo.es

Primera edición:
Marzo de 2017

Edita:
εWT Ediciones

ISBN:
13-978-84-617-9114-9

Depósito Legal:
CA-115-2017

Descargas gratuitas:
www.nuestrocalendario.info

Contenido

Introducción	1	
1	Breve historia del calendario hebreo	5
2	Introducción astronómica	15
3	Elementos del calendario hebreo	27
4	Algoritmos matemáticos	87
5	Conversión de fechas	105
6	Misceláneas	133
7	Conversión de fechas con tablas	153
8	Tablas	163
9	Bibliografía seleccionada	179

Introducción

El andalusí Moisés Maimónides afirmaba en el siglo XII en su *Libro de las Estaciones* que un niño de escuela podría en tres o cuatro días dominar el calendario hebreo. Una aseveración que sorprende en un sabio buen conocedor de las técnicas calendaristas. Los capítulos que siguen son buena prueba de que el entendimiento del calendario hebreo exige, no sólo días y días de trabajo, sino también una buena dosis de paciencia.

José Julio Scaliger en *De Enmendatione Temporum* del año 1593 elogiaba al calendario de los judíos, al que calificaba como el más ingenioso de todos. Es, sin lugar a dudas, un elaborado calendario que debió exigir a sus creadores siglos de esfuerzo.

El calendario hebreo es oficial en el estado de Israel y utilizado por la comunidad judía en todo el mundo para fijar las fechas de sus festividades religiosas. Es, por tanto, un calendario vivo que necesita fuentes bibliográficas que permitan conocer sus técnicas y su relación con el calendario gregoriano. Aquí es donde se sitúa este libro, que trata de llenar el vacío que sobre esta materia existe en lengua española.

Se han escrito libros en español sobre el calendario hebreo, pero tienen una finalidad cronológica, por lo que se reducen a tablas que permiten relacionar las fechas civiles con las judías.

Abundan los programas informáticos sobre el calendario hebreo. Razón que nos ha movido a dedicar parte del libro a desarrollar algoritmos matemáticos y que presentamos para su implementación en programas de computación. Pero no hemos por ello dejado de presentar numerosas tablas que nos permiten realizar rápidamente las operaciones calendaristas.

No queremos ocultar las intrincadas técnicas del calendario hebreo y no hemos querido en ningún momento omitir largos y elaborados cálculos, con la idea de presentar una obra completa desde el punto de vista técnico-matemático.

A medida que hemos ido desarrollando las técnicas calendaristas, hemos intercalado ejemplos aclaratorios que desarrollamos pormenorizadamente.

Como no podía ser de otra manera, las técnicas que utilizamos son deudoras de otros trabajos, pero debemos de advertir que en numerosas ocasiones hemos desarrollado nuevas técnicas por habernos parecido más fáciles de usar y comprender.

El libro se complementa con una breve introducción histórica y una explicación de los elementos astronómicos necesarios para entender los calendarios, finalizamos con un capítulo sobre misceláneas, donde recogemos curiosidades calendaristas; y con otro capítulo dedicado a la conversión de fechas a partir de tablas.

WENCESLAO SEGURA GONZÁLEZ
Tarifa, marzo 2017

Capítulo 1

Breve historia del calendario hebreo

1

Breve historia del calendario hebreo

1.1. Origen del calendario hebreo

El primitivo calendario que adoptaron los judíos lo tomaron del que poseían los antiguos habitantes de Canaán, país que englobaba a Palestina y a Fenicia, y que fue ocupado por los hebreos después de su salida de Egipto hacia el año 1200 antes de Cristo. Toda la literatura de esta época, que se escribía en papiros, ha desaparecido, quedando escasa información escrita en tablillas de arcilla.

La principal fuente relativa al calendario hebreo en sus primeros momentos la encontramos en los libros del Antiguo Testamento. Donde comprobamos que el calendario era lunar con algún tipo de intercalación, tal como se desprende de relatos como el de *Ezequiel 1:1* «En el año trigésimo, en el mes cuarto, a cinco del mes [...]», o bien en *Ezequiel 1:1* «Y sucedió en el año sexto, el sexto mes, el día cinco [...]». El numerar los años cabe interpretarlo por la existencia de un ciclo de años, donde estaba establecido hacer mediante alguna regla la intercalación de los decimoterceros meses, los que son necesarios para mantener en concordancia el calendario lunar con el solar.

Las fases de la Luna debieron jugar un papel importante, no sólo en el propio calendario, sino en las celebraciones religiosas, tal como queda recogido en el *Salmo 103:19* «Hiciste la Luna para señalar los tiempos [...]».

En los libros del Antiguo Testamento que fueron escritos antes del exilio de Babilonia (que comenzó en el año 597 antes de Cristo) solamente cuatro nombres de meses son mencionados: Abib (el primer mes, el mes de los cereales o de los nuevos frutos, *Éxodo 13:4*); Ziv (segundo mes, mes de las flores, en *Reyes I 3:1* y *3:37*); Ethanum (séptimo mes o mes de los frutos, en *Reyes I 8:2*) y Bul (octavo mes, el mes de las lluvias, en *Reyes I 6:38*). Los dos últimos meses también han sido encontrados en inscripciones fenicias.

El significado de los meses nombrados en los antiguos textos bíblicos y que se refieren a acontecimientos ligados con las estaciones, nos sugiere que ya en tiempos de Salomón (970-925 antes de Cristo) el calendario era lunisolar, lo que permitía que los meses (de origen lunar) estuvieran asociados con fenómenos naturales ligados con las estaciones.

El comienzo del mes debía iniciarse con la phasis, es decir con la observación del primer creciente lunar, cuando la Luna era vista por primera vez a la puesta del Sol poco tiempo después de la fase de luna nueva.

La gestión del calendario la tuvo encomendada el Sanderín, máximo tribunal, del que se tienen noticias desde el siglo II a. C. Se encontraba compuesto de 71 miembros, como se desprende de *Números 11:6* y siguientes «Dijo el Señor a Moisés: reúñeme setenta varones de los ancianos de Israel, los que tú conoces que son autorizados y maestros del pueblo [...]» Tras la destrucción del Templo por Titus en el año 70 después de Cristo, se fundó un nuevo Sanedrín, que se apoyaba no solamente en la aprobación de la población, sino también en la aceptación por las autoridades romanas. El tribunal rabírico tenía además de competencias sobre las instituciones comunitarias y religiosas, el control del calendario y en particular la proclamación del primer día de cada mes, cuando se celebraba la santificación del mes.

2.1. Nombres de los meses

El cautiverio en Babilonia empezó en el año 586 a. C., cuando Nabucodonosor II, rey de la dinastía caldea de Babilonia, capturó Jerusalén. Como fruto de los 59 años de cautiverio de los hebreos, está la adopción del calendario babilónico, que transformado se utilizó en Israel desde entonces, con la excepción del periodo griego Seléucida (fundado el 312 a.C.). El calendario babilónico, al igual que el hebreo, era lunisolar, es decir sus años estaban compuestos de 12 meses lunares y algunos años su duración aumentaba a 13 meses, para mantener las estaciones dentro de una franja de días e impedir que vagaran a lo largo del calendario, tal como hubiera ocurrido si el calendario hubiera sido exclusivamente lunar.

Inicialmente, los judíos utilizaron ordinales para nombrar los meses, igual que actualmente hacen con los días de la semana, tratando de evitar con esta práctica las connotaciones paganas, pero tras el exilio de Babilonia sustituyeron los antiguos nombres de los meses y la práctica de numerarlos, tomando los nombres del calendario babilónico, nombres que se siguen manteniendo en la actualidad aunque ligeramente modificados.

Algunos de los nombres actuales del calendario hebreo aparecen en los textos sagrados, como: Nisan (en *Nehemías 2:1* y *Ester 3:7*); Sivan (en *Ester 8:9*); Tammuz (en *Ezequiel 8:14*); Elul (en *Nehemías 8:1*); Kislev (en *Nehemías 1:1*,

Zacarías 7:1 y Macabeos I 1:57); Tevet (en Ester 2:16 y Zacarías 1:7 y Ester 3:7) y Adar (en Macabeos II 15:37).

3.1. Proclamación de los meomenias o lunas nuevas

El inicio de los meses era santificado por el Sanedrín después de que los testigos hubiesen confirmado que habían visto el nuevo creciente y después de que su testimonio hubiese sido examinado y confirmado por el cálculo que secretamente poseía el Sanedrín.

El comienzo del mes o Roch-Hodech era notificado a todas las comunidades judías. En tiempos primitivos se hacía mediante fuegos encendidos en las montañas y posteriormente con el envío de mensajeros.

El método de guiarse por testigos estuvo en uso durante el periodo del segundo Templo (516 de la era cristiana) finalizando en el tercer siglo de nuestra era. Este método empírico hacía que el número de los meses de 30 días variara entre cuatro y ocho en los años comunes o de doce meses y de cuatro a nueve en los años embolísmicos o de trece meses.

El método empírico fue complementado por el cálculo astronómico que manejaban algunos sabios iniciados en las reglas del calendario, a fin de prever el momento preciso del nuevo creciente. Estos cálculos astronómicos fueron mantenidos en el máximo secreto, a fin de detectar falsos testimonios.

Hacia final del mes se recibía en Jerusalén a los testigos. Se elegían los dos primeros que llegaban y se les interrogaba. Se les pedía que describieran dónde vieron la Luna, su forma o el momento en que la vieron. Si después de las dos entrevistas se comprobaba que los dos testigos concordaban, el nuevo mes era proclamado a partir del momento de la puesta del Sol.

Pero no siempre se seguía escrupulosamente este procedimiento, en ocasiones los debates del tribunal rabínico eran deliberadamente prolongados o acelerados, en orden a evitar que algunos días festivos, en especial el Yom Kipur, pudieran caer antes o después de un sábado.

Los restantes testigos que habían acudido para manifestar su observación, eran escuchados para no desmoralizarlos para otras ocasiones, pero su testimonio no era tenido en cuenta. Tras interrogar a todos los testigos y haber proclamado el nuevo mes, se les ofrecía un gran banquete.

Si llegado el día 30 los testigos no se presentaban, ya fuese por no haber sido observado el nuevo creciente lunar o por las inclemencias meteorológicas, el tribunal rabínico proclamaba el nuevo mes. Aún en este caso, el gran banquete con al menos diez personas era ofrecido antes del orto del Sol.

La importancia de la observación del primer creciente lunar queda testificado por el hecho de que era permitido la profanación del solemne descanso sabático para los testigos de la observación lunar.

El anuncio del nuevo mes era transmitido por fuegos que se hacían en el

monte de los Olivos. Sobre las colinas cercanas se repetían los fuegos, que poco a poco se iban extendiendo por todo el país. Estando esta práctica en uso, los samaritanos hacían fuegos en fechas equivocadas para desorientar a los judíos. Esto motivó que se enviaran emisarios para dar a conocer el comienzo del nuevo mes, que llegaban hasta Egipto y Babilonia

En realidad los mensajeros eran enviados nada más que al comienzo de seis meses: Nisan, a causa de la Pascua; en Av, por el ayuno del día 9; en Elul, por razón del año nuevo; en Kislev, por la fiesta de Hanouca y en el mes de Adar, por la fiesta de Purim.

4.1. Criterios para la intercalación

Ya hemos dicho que el calendario hebreo es lunisolar. En este tipo de calendarios hay dos clases de años; los comunes, de una duración de 12 meses y los años embolísmicos de 13 meses. El problema radica en saber cuándo es necesario agregar al año el decimotercer mes. Primitivamente el método empleado por los judíos era empírico, utilizando diversos criterios que exponemos a continuación.

Los criterios que se seguían para decidir cuándo intercalar el decimotercer mes trataban de conseguir que pudiera celebrarse con normalidad la Pascua, fiesta principal de los judíos. En un principio no existía como criterio el principal de hoy día, es decir, el relacionado con la fecha del equinoccio de primavera. Para soportar esta afirmación valga uno de los cánones apostólicos realizados en Siria en la última mitad del siglo cuarto, cuando todavía la Pascua cristiana se mantenía en el domingo después de la Pascua judía y que dice: «Si cualquier obispo, prebístero o diácono celebrara el santo día de la Pascua antes del equinoccio de primavera, con los judíos, será destituido.» De donde se desprende que los judíos en ese tiempo mantenían frecuentemente la Pascua antes del equinoccio de primavera.

También Anatolio, que es citado por Eusebio de Cesárea, dice que aquellos que fijan la Pascua cristiana el catorce del primer mes de Nisan por el tercer siglo «son culpables de no pequeños errores», indicando que no siempre este día cae después del equinoccio.

En verdad los criterios primitivos para la intercalación obedecían más al aspecto climatológico de la primavera que a su aspecto astronómico. Normalmente la Pascua en la antigüedad caía en o después del equinoccio; por ejemplo, el historiador Josefus decía que la Pascua tenía lugar cuando el Sol estaba en el signo de Aries, es decir cuando ya había pasado el equinoccio.

Parece que fue en tiempo de Simeón ben Gamaliel II, en la mitad del segundo siglo, que los judíos empezaron a poner atención al equinoccio. Según Simeón «también el retraso del tekufa (o equinoccio)» debía ser motivo para la intercalación, por lo que se puede considerar como el primer rabino que

discute el equinoccio con relación a la intercalación.

Parece que fue entre los siglos cuatro y siete cuando los judíos comenzaron a calcular la fecha de la Pascua astronómicamente, empleando el ciclo de 19 años para este propósito. Quizás después de la utilización por los cristianos del mismo ciclo. En efecto, esto tuvo que ser así, lo que explicaría que se pudiera originar la segunda controversial pascual en el cristianismo. Según esta disputa había dos planteamientos, aquellos que querían que la Pascua cristiana se calculara a partir de un calendario computacional basado en un ciclo lunar y los que querían que la Pascua cristiana fuera el domingo siguiente a la Pascua de los judíos (o día 15 de Nisan). Pero si los judíos ya estuvieran calculando la Pascua mediante una regla astronómica derivada de un ciclo lunar, no tiene sentido que se hubiera originado esta segunda controversia pascual. Aunque los judíos utilizaron desde antiguo el ciclo lunar de 19 años, hay evidencia de que el actual orden de intercalación del decimotercer mes coexistió hasta el siglo XI con otros sistemas.

Los judíos probaron con otros ciclos de intercalación. Según nos dice Sextus Julius Africanus, de principio del siglo III, tanto los griegos como los judíos intercalaban tres meses extras cada ocho años.

Hay que tener presente que para la fiesta de la Pascua se necesitaba el cordero que sería sacrificado ceremonialmente en el templo (*Números* 28:11-25), las tórtolas que se necesitaban para purificar a los impuros (*Levítico* 12:8, 14:22-30 y 15:14-29) y la cebada cuya primera gavilla era ofrecida en la fiesta del pan ácimo. Existen suficientes pruebas de que influyeron también factores sociales y políticos para alterar la fecha de la Pascua; por ejemplo, en las *Crónicas II* 30:2-4 se dice: «Pues habiendo tenido consejo el rey con los príncipes o magistrados y con toda la sinagoga de Jerusalén, determinaron celebrar la Pascua en el mes segundo; visto que no habían podido celebrarla a su tiempo por cuanto no estaban purificados bastantes sacerdotes, y el pueblo no se había podido reunir todavía en Jerusalén. Fue esta resolución muy del agrado del rey y de toda la muchedumbre.»

Se conocen dos cartas dirigidas a los judíos de la diáspora que anuncian la inserción del decimotercer mes. El rabino Gamaliel II escribió en el primer siglo de la era cristiana: «Informamos a ustedes que las tórtolas están todavía tiernas y los corderos demasiado delgados y que los primeros granos no han aparecido todavía. Nos parece aconsejable a mí y a mis colegas añadir treinta días a este año.» Esta carta fue escrita después que el Templo fuera destruido, cuando ya los corderos, que se seguían matando, no se sacrificaban y las tórtolas ya no eran ofrecidas para la purificación de los impuros.

Las viejas referencias dan once razones para añadir un mes extra al año. Seis de ellas son las principales. 1) Que la cebada no estuviera madura; 2) que los frutos de los árboles no hubieran madurado lo suficiente; 3) que el

equinoccio de primavera se encontrara aún por llegar; 4) que los hornos para la Pascua no estuvieran secos; 5) que los judíos de la dispersión en su camino hacia Jerusalén todavía no hubieran llegado y 6) que las carreteras y puentes que conducían a Jerusalén necesitaran ser reparados después de las lluvias invernales. Dos de las anteriores razones tenían que ocurrir simultáneamente para que se introdujera un mes embolísmico.

Existían otras razones secundarias para que el año fuera embolísmico: 7) que los corderos estuvieran demasiado delgados; 8) que hiciera frío o estuviera nevando; 9) que las tórtolas no hubiesen emplumado; 10) que los judíos de la dispersión todavía no hubieran podido ponerse en camino y 11) que hubiera peligro de que una gran parte de la nación no pudiera comer la Pascua por estar impuros.

La primera de las razones citadas era considerada como la más importante. Se observaba el estado de la cebada y si se pensaba que para la Pascua no se podía ofrecer una gavilla de este fruto, se consideraba la posibilidad de añadir el decimotercer mes.

La intercalación no se hacía con regularidad. Debido a la omisión de la intercalación durante un periodo prolongado de tiempo, en el año 137 se intercalaron tres años consecutivos de trece meses. También hay que señalar que era costumbre prohibir el mes decimotercero en los años sabáticos o en el año siguiente. La irregularidad en la intercalación originaba que dos años pudieran ser declarados embolísmicos y se llegó a establecer una regla para evitar la intercalación en tres años seguidos.

Después de la dispersión los judíos se vieron obligados a recurrir a reglas astronómicas y ciclos de otras civilizaciones a fin de que sus fiestas religiosas pudiesen celebrarse los mismos días en todos los países. Se adoptó durante algún tiempo un ciclo de 84 años, que parece ser un ciclo de Calipo de 76 años con la adición de una octoetéris griega de ocho años, quizás para disimular su verdadero origen y darle apariencia de originalidad. Según Próspero de Aquitania los cristianos copiaron el ciclo judío de 84 años en el año 46 d. C., que les sirvió para regular la Pascua cristiana.

Otro asunto se refiere a la duración del mes embolísmico. Hay diferentes opiniones al respecto, defendiendo unos que era de duración variable y otros que era de duración fija. Al final quedó establecido en una duración fija de 30 días.

5.1. La publicación del calendario

Después de la diáspora, convencionalmente fijada en el año 70, las comunicaciones entre los judíos quedaron difíciles. Este inconveniente incitó a algunas comunidades a celebrar las fiestas en fechas dobles, para tener la seguridad de que una de ellas la celebrarían conjuntamente con las demás

comunidades. De esa época vienen los intentos para establecer cuándo debían comenzar los meses y hallar alguna regla de intercalación, que como ya se ha señalado incluyeron la octoetérис griega, el ciclo de Meton de 19 años, el ciclo de Calipo de 76 y ciclos basados en períodos de 7 años.

Parte del prestigio del Sanedrín se basaba en que tenía el monopolio del calendario. Este poder se eliminó cuando, según la tradición, su presidente Hillel II, que vivió en Tiberias en el mar de Galilea y fue descendiente directo de Gamaliel, decidió en el año 670 de la era de los Seléucidas (358 o 359 de la era cristiana) publicar las reglas para preparar el calendario.

Esta afirmación ha sido puesta en duda y es posible que lo único que diera a conocer fuese el orden de intercalación de los años bisiestos en el marco del ciclo de 19 años, por lo que es dudosa la participación de Hillel II en el diseño del actual calendario hebreo. La tradición también supone que fue el rabino Samuel, rector de la escuela judía de Sora en Mesopotamia, quien en el siglo IV estableció las normas del calendario tal como la conocemos ahora, lo que probablemente tampoco sea cierto.

Parece ser que hacia la mitad del siglo IV los primeros cristianos padeciendo depender de Jerusalén para fijar sus fiestas, persuadieron al gobierno romano para que impidiera a los judíos el envío de mensajeros, lo que animaría al Sanedrín a dar publicidad a sus normas calendaristas.

6.1. La era

En la Biblia se emplean diversas eras para fijar los acontecimientos históricos. La primera de ellas tiene como origen la salida de Egipto, que según Champollion fue en el año 1632 antes de Cristo. Por ejemplo, en el *Éxodo* 19:1 se dice: «Al tercer mes de la salida de Israel de Egipto, en el mismo día, llegaron al desierto del Sinaí», en *Números* 33:38: «Aarón [...] murió a los cuarenta años de la salida de los hijos de Israel de Egipto, el mes quinto, el primer día, siendo de la edad de ciento veintitrés años.» Esta era debió permanecer bastantes años como lo revela la referencia de *Reyes I* 6:1: «Comenzóse a edificar la casa del Señor en el año cuatrocientos y ochenta después de la salida de los hijos de Israel, en el mes de Cío, esto es, el mes segundo.»

Otra de las eras a la que hace referencia la Biblia toma como origen la construcción del primer templo, quizás acaecido por el año 960 antes de la era cristiana. En *Reyes I* 9:10 se lee: «Pasado, pues los veinte años que Salomón empleó en edificar las dos casas, esto es, el templo del Señor y la casa del Rey [...]»

También la destrucción del primer templo y el comienzo de la cautividad en Babilonia (año 597 a. C.) fue origen de otra era, como se desprende, por ejemplo, de *Ezequiel* 33:1: «En el año duodécimo de nuestra transportación al

cautiverio, el día cinco del décimo mes [...]»

Los años de los reinados de los reyes fueron utilizados igualmente para fechar los acontecimientos, por ejemplo *Reyes II* 13:1: «El año veintitrés del reinado de Joás, hijo de Ococías, rey de Judá, reinó Joacaz, hijo de Jehú.» Ya en el Nuevo Testamento, el evangelio de *San Lucas* 3:1 también utiliza una era similar: «En el año decimoquinto del reinado de Tiberio César, siendo gobernador de Judea Poncio Pilato, tetrarca de Galilea [...]»

Seléucidas Necator, general de Alejandro Magno, inició su imperio en el año 311 o 312 antes de Cristo. Fecha desde la que empezó a usarse la era seléucida. Esta era fue conocida como de los contratos, porque las autoridades seléucidas requerían que los documentos legales fueran datados según este cómputo. Esta era estuvo en vigencia en algunas comunidades judías hasta el siglo XIV cuando se generalizó la era mundana.

En la Biblia existen referencias a esta era, que en los dos libros de los Macabeos es conocida como era de los griegos, por ejemplo en *Macabeos I* 1:11: «Y entre ellos salió aquella raíz perversa, Antíoco Epífanes, hijo del rey Antíoco, que después de haber estado rehén en Roma, empezó a reinar el año ciento treinta y siete del imperio de los griegos» y en *Macabeos II* 11:33: «Pasadlo bien. A quince del mes de Xántico del año ciento cuarenta y ocho», donde se hace referencia al nombre del mes macedónico que caía entre los meses de abril y mayo.

Los judíos utilizan la era de la creación del mundo, que se obtiene añadiendo las edades de varios patriarcas, reyes y períodos históricos listados en las genealogías e historias de la Biblia.

Se han considerado diversas épocas para la era de la creación o era mundana, tomándose en la estación de otoño de los siguientes años anteriores a la era cristiana: 3762, 3761, 3760, 3759 y 3758 en días y horas diferentes.

Al igual que los judíos, los cristianos utilizaron la era de la creación del mundo, basando sus cálculos en el Antiguo Testamento. La dificultad estriba en que las diferentes narraciones bíblicas no concuerdan entre sí en cuanto a la cronología se refiere. De Vignoles en el prefacio de su *Cronología de la Historia Sagrada* afirma que colecciónó doscientos cálculos para la determinación del momento de la creación. Siendo el más corto el año 3483 antes de Cristo y el más largo el año 6984 a. C. Entre la más famosa de todas las cronologías bíblicas se encuentra la del obispo Ussher, que en el año 1654 estimó que la creación del mundo había tenido lugar en año 4004 a. C.

Capítulo 2

Introducción astronómica

2

Introducción astronómica

El estudio de los calendarios, que recibe el nombre de hemerología, se enmarca dentro de la disciplina de la Astronomía. Y esto es así porque la medida del tiempo, en especial en su aspecto cronológico, está en relación con fenómenos astronómicos, tales como la rotación de la Tierra sobre su eje, de donde se deriva la duración del día; la rotación de la Luna alrededor de la Tierra que se relaciona con el mes; y por último la rotación de la Tierra alrededor del Sol que define el año.

Aunque los aspectos cronométricos del tiempo no tienen que derivarse de la Astronomía, desde siempre han estado relacionados con fenómenos astronómicos, en particular con la rotación de la Tierra sobre su eje, que supuesta de una duración promedio de 24 horas, sirvió para definir la unidad fundamental de tiempo que es el segundo. En la actualidad la definición de la escala temporal se obtiene a partir de fenómenos atómicos por ser más uniformes que los astronómicos, pero el segundo que hasta el año 1960 se definía a partir de los movimientos astronómicos de la Tierra, es muy aproximado al segundo atómico.

Estas son las razones para empezar el estudio del calendario judío iniciándose en los elementos astronómicos más elementales, sin cuya comprensión no se puede abordar con profundidad la hemerología. Nos centraremos en los aspectos observacionales tal como son vistos desde la Tierra, por lo que adoptaremos la visión geocéntrica de la Astronomía.

1.2. La esfera celeste

Cuando en una noche despejada observamos el cielo desde una zona desprovista de obstáculos, tal como puede ser el altamar, nos da la impresión de que nos encontramos en el centro de una esfera de radio indefinido; adherida a ella se encontrarían las luminarias que observamos, cuyo tamaño

y distancia real no es posible discernir. A esta imaginaria esfera la llamamos bóveda o esfera celeste y en lo sucesivo la consideraremos como si fuera real; esta suposición nos permitirá analizar con facilidad los fenómenos astronómicos que se ven desde la Tierra.

Suponemos que en el centro de esa enorme esfera se encuentra el centro del planeta Tierra. Por lo que podemos decir que la bóveda celeste no es más que la proyección de la esfera terrestre, pero con un radio arbitrario.

Podemos extender el imaginario eje de rotación terrestre hasta que alcance la bóveda celeste. Los puntos de corte del eje de rotación de la Tierra con la esfera celeste se le llaman también polos, polo celeste norte uno y sur el otro. Muy cerca del polo celeste norte se encuentra una estrella de segunda magnitud, llamada la Polar, que nos sirve para poder identificar con cierta precisión el punto por donde pasa el eje de rotación. Por estar la estrella Polar muy cerca del eje de rotación apenas se mueve.

Para simplificar suponemos que quien rota es la esfera celeste, no la Tierra, que siempre consideraremos fija, por lo que el eje de rotación terrestre será tomado como el eje respecto al cual gira la esfera celeste.

El punto de la esfera celeste que se encuentra sobre nuestras cabezas se llama cénit. Y el círculo trazado en la esfera celeste que pasando por los dos polos pasa por el cémit se llama meridiano del observador.

Se le llama ecuador celeste a la proyección del ecuador terrestre sobre la bóveda celeste. Es el círculo que divide el cielo en dos partes, con los polos celestes situados en lugares opuestos del plano del ecuador.

2.2. Movimiento diario de la esfera celeste

Sabemos que la Tierra gira sobre su eje en un periodo aproximado de 24 horas. Si miramos el planeta Tierra desde una posición situada sobre el polo norte, observamos que gira en contra de las agujas del reloj.

Hemos dicho que vamos a suponer que la Tierra permanece fija y que es la esfera celeste la que se está moviendo. Debido a la real rotación de la Tierra se genera una aparente rotación de la bóveda celeste que debe girar en un sentido opuesto al de la Tierra. Cuando observamos la bóveda celeste desde la Tierra y mirando hacia el norte, vemos que gira en contra de las agujas del reloj. Si en vez de fijarnos hacia el norte, lo hacemos hacia el sur notaremos que la rotación de la bóveda es la misma que las agujas del reloj.

Las estrellas se encuentran en una posición fija en la bóveda celeste, es decir que no tienen movimientos relativos unas respecto a otras, por lo que siempre el cielo estelar muestra el mismo aspecto. Como la esfera celeste gira alrededor de la Tierra, también lo hacen las estrellas que se encuentran fijas en ella.

Debido a la rotación aparente de la bóveda celeste, las estrellas salen por

la zona del este y se ponen por el oeste. Aunque hay algunas estrellas, aquellas que se encuentran cercanas a la estrella Polar, que nunca se ponen bajo el horizonte, sino que sólo giran alrededor del polo celeste norte. A estas estrellas que giran en el sentido contrario a las agujas del reloj alrededor del polo norte cuando son vistas desde la Tierra y que nunca se ponen bajo el horizonte, se les llama estrellas circumpolares. El que una estrella sea o no circumpolar depende del lugar de observación. Así para un observador en el polo norte o sur terrestre todas las estrellas que ve son circumpolares, pero si el observador está en el ecuador ninguna estrella será circumpolar.

3.2. Movimiento diurno aparente de los astros

Las estrellas se encuentran fijas en la bóveda celeste, pero no ocurre lo mismo con el Sol, la Luna y los planetas, que además de seguir el movimiento diario de la bóveda celeste, tienen un movimiento propio, es decir que varían sus posiciones respecto a las estrellas. Al primero se le llama movimiento diurno y al segundo movimiento propio.

Todos los astros, a excepción de las estrellas circumpolares, salen por la zona del este, un fenómeno que se llama orto del astro. Para objetos extendidos como el Sol y la Luna, entendemos por orto la aparición por el oriente del borde superior de esos astros, lo que se llama limbo superior.

A medida que pasa el día, el astro va subiendo por el cielo, a la vez que se mueve hacia el oeste. Llega un momento en que alcanza la máxima altura sobre el horizonte, esto ocurre cuando el astro pasa por el meridiano del lugar. Posteriormente el astro empieza a declinar, continuando su movimiento hacia el oeste, hasta finalmente llegar al horizonte occidental, donde definitivamente se pone, teniendo lugar el ocaso. Para el Sol y la Luna, entendemos el ocaso como el momento que deja de ser visible su limbo superior.

Esta secuencia es siempre la misma independientemente del astro que se mueva en el cielo. En las latitudes correspondientes a la zona templada norte, el Sol, la Luna y los planetas siempre se observan hacia el sur. Es decir, que si dirigimos nuestra vista hacia el norte, no vemos a estos astros, es necesario girarnos y dirigir nuestra vista hacia el sur; sólo por esa zona podremos ver los astros citados. Volvemos a indicar que esta circunstancia se da en las posiciones al norte del trópico de Cáncer, ya que en otras posiciones geográficas estos astros logran verse hacia el norte.

4.2. Movimiento ánuo del Sol

Ya hemos señalado que el Sol además de moverse respecto a la Tierra dando una aparente vuelta al día, tiene también un movimiento propio, o sea un movimiento relativo a las estrellas que permanecen fijas en la esfera celeste. Para trazar la trayectoria que sigue el Sol respecto a la bóveda celeste, vamos

anotando la posición del Sol respecto a las estrellas circundantes todos los días . Es verdad que cuando se encuentra el Sol sobre el horizonte no vemos el fondo estrellado, pero es posible observar las estrellas cercanas al Sol en los momentos previos al orto o inmediatamente posteriores al ocaso del Sol.

Al cabo de un año habremos dibujado sobre un mapa estelar el camino recorrido por el Sol. A esta trayectoria se le llama eclíptica. Como se ve en el dibujo 1, la eclíptica se encuentra inclinada respecto al ecuador, concretamente un ángulo de 23,5 grados, inclinación que es la determinante de la existencia de las estaciones.

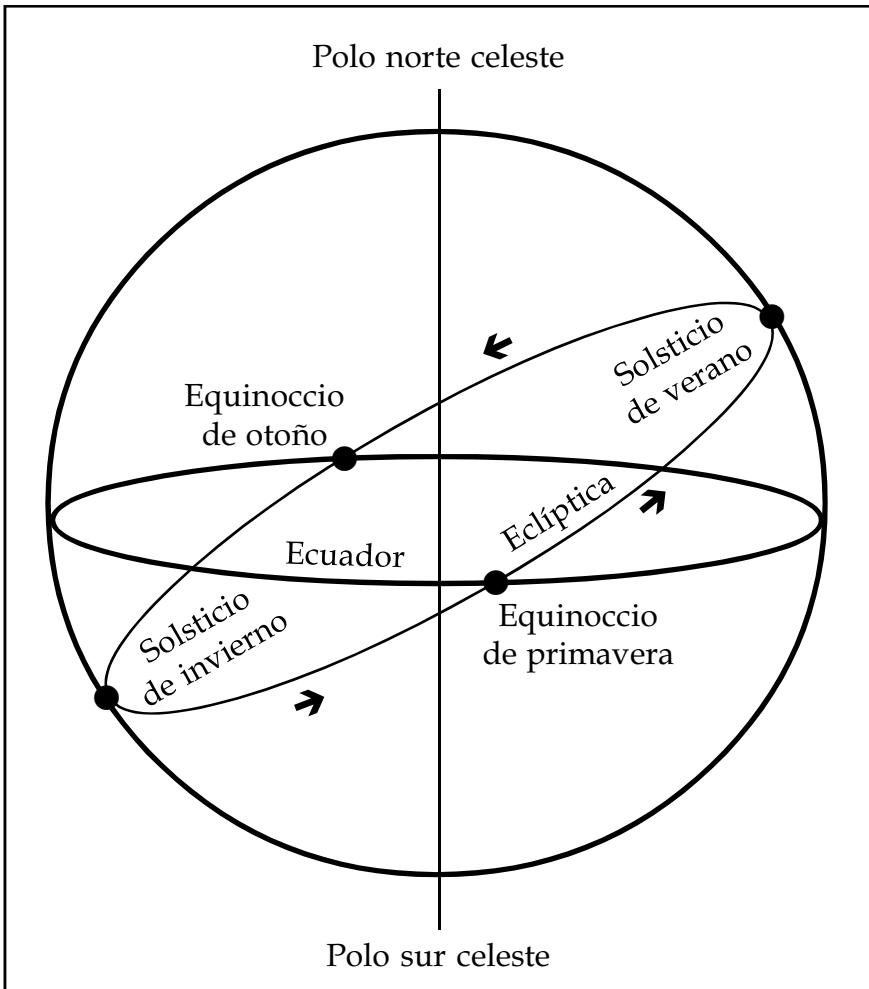
Los puntos donde la eclíptica corta al ecuador celeste se les llaman nodos. El nodo ascendente es el que corresponde al paso de la eclíptica del hemisferio sur al norte, e inversamente, el nodo descendente es cuando el Sol pasa del hemisferio celeste norte al sur. A esos dos puntos también se les llaman equinoccios, de primavera el primero y de otoño el segundo.

Hay otros puntos especiales en la trayectoria del Sol o eclíptica. Son aquellos que están en los puntos más al norte o al sur. En el primer caso se le llama solsticio de verano y solsticio de invierno al segundo. Démonos cuenta que estos cuatro puntos equinocciales y solsticiales existen por el hecho de que la eclíptica está inclinada respecto al ecuador.

Las cuatro estaciones se encuentran relacionadas con las posiciones en que se encuentra el Sol en su órbita eclíptica. Cuando el astro central está en el equinoccio de primavera empieza esta estación, que concluye cuando el Sol alcanza el solsticio de verano. El otoño comienza en el momento en que el Sol llega al equinoccio de otoño o nodo descendente de la órbita, concluyendo el ciclo estacional con el invierno que comienza con el solsticio de invierno y termina con el equinoccio de primavera.

Ya hemos indicado que diariamente el Sol se mueve respecto a la Tierra, yendo del oriente al occidente, en un sentido llamado de los horarios. Pero el Sol tiene además un movimiento propio, dando una vuelta completa al firmamento cada año, este movimiento ánuo del Sol tiene el sentido antihorario, es decir que va de oeste a este. Cada día el Sol se encuentra, con relación a las estrellas, aproximadamente un grado más hacia el oriente.

Las posiciones en el horizonte donde ocurren el orto y el ocaso del Sol son variables, dependiendo de la época del año y de la latitud del lugar de observación. En los equinoccios el Sol sale exactamente por el este y se pone por el oeste. A medida que avanza la primavera el Sol empieza a salir más hacia el norte y se pone igualmente entre el oeste y el norte. Al llegar el verano el Sol sale y se pone en las posiciones más extremas hacia el norte, la posición aparente concreta depende de la latitud del lugar de observación. En el transcurso del verano los puntos del orto y ocaso del Sol retroceden hasta



Dibujo 1.- Eclíptica y estaciones

Se encuentra dibujada la esfera celeste, el ecuador y la trayectoria que sigue el Sol respecto a las estrellas fijas a lo largo de un año, trayectoria que se le llama eclíptica. El sentido del movimiento del Sol es el indicado. Los equinoccios son los puntos de corte de la eclíptica con el ecuador celeste. El equinoccio de primavera es el punto que ocupa el Sol cuando pasa del hemisferio sur al hemisferio norte, o nodo ascendente. El solsticio de verano es cuando el Sol está en la posición más al norte, o sea más cerca al polo celeste norte. Mientras que el solsticio de invierno es el punto de la órbita solar caracterizado por encontrarse más al sur.

llegar de nuevo a los puntos este y oeste en el equinoccio de otoño. Al transcurrir esta estación el Sol empieza a salir cada vez más al sur e igualmente ocurre con el punto del oceso que se desplaza hacia el sur. Cuando acontece el invierno el Sol saldrá y se pondrá en las posiciones más al sur. A partir de aquí vuelve a repetirse de nuevo el ciclo.

5.2. Movimiento propio de la Luna

Al igual que ocurre con el Sol, la Luna tiene un movimiento diario en el sentido este-oeste y también un movimiento propio respecto al fondo estrellado. El sentido del movimiento lunar es antihorario, es decir de occidente a oriente.

El movimiento de la Luna es mucho más rápido que el del Sol, ya que describe su órbita respecto a la Tierra en aproximadamente un mes, en contraste al año que dura la órbita del Sol respecto al fondo estrellado. Con respecto a las estrellas fijas la Luna completa su movimiento (llamado periodo sidéreo) en 27,3 días aproximadamente, por lo que describe en su movimiento de oeste a este 13 grados diarios, en vez del grado que se mueve el Sol.

El movimiento propio de la Luna se puede referir al Sol en vez de a las estrellas. El tiempo que tarda en ocupar consecutivamente dos posiciones idénticas con relación al Sol se le llama periodo sinódico o lunación y tiene una duración aproximada de 29,53 días. Dicho de otra manera, este periodo es el tiempo transcurrido entre dos lunas nuevas consecutivas.

Como es bien conocido, la Luna presenta siempre la misma cara hacia la Tierra, resultado de la igualdad de la rotación de la Luna sobre su eje y de su movimiento alrededor de la Tierra. No obstante, el aspecto de la Luna cambia para observadores en la Tierra por razón de sus fases.

Partimos de la luna nueva que ocurre cuando nuestro satélite y el Sol están en la misma posición en el cielo, por lo que los rayos solares llegan a la cara oculta de la Luna. En algunas ocasiones las posiciones del Sol y la Luna son completamente coincidentes, produciéndose un eclipse de Sol, pero normalmente y debido a la inclinación de la órbita lunar respecto a la solar, la anterior circunstancia no se da.

En los primeros días tras la luna nueva ésta se ve inmediatamente después de la puesta de Sol. Como van pasando los días tanto la Luna como el Sol se mueven respecto a las estrellas, pero la Luna va más rápida que el Sol, por lo que poco a poco la zona iluminada de la Luna va aumentando, a la vez que se va separando del Sol. El proceso se concluye cuando la Luna se encuentra enfrente del Sol, entonces tenemos la luna llena.

Con el paso del tiempo la faz iluminada de la Luna va disminuyendo, llegando al cuarto menguante y de ahí otra vez a la luna nueva.

Como ya hemos dicho, la Luna al igual que el Sol y los planetas se observan,

en las latitudes de la zona templada del hemisferio norte, hacia el sur y la podemos divisar de dos formas, dirigiendo sus cuernos hacia el este o hacia el oeste. Como regla se puede recordar el siguiente dicho: «Cuernos hacia oriente Luna creciente, cuernos hacia occidente Luna decreciente.»

En los antiguos calendarios lunares y lunisolares los meses no comenzaban con la luna llena, sino con la observación del primer creciente lunar. Los observadores se colocaban en las fechas esperadas mirando hacia el oeste e inmediatamente después de la puesta de Sol, tratando de ver el tenue creciente de la Luna recién nacida, si se lograba hacer esta observación empezaba el nuevo mes, en caso contrario el mes comenzaba al día siguiente. En estos tipos de calendarios, tal como ocurre con el hebreo, el día comienza con la puesta de Sol.

6.2. El día

Para efectos del calendario tres periodos de tiempo de origen astronómico son utilizados. A saber, la rotación de la Tierra sobre su eje, la rotación de la Luna alrededor de la Tierra y el movimiento de ésta respecto al Sol. Del primero de ellos se deriva el día sidéreo, del segundo el periodo sinódico y del tercero el año trópico.

El movimiento de rotación de la Tierra sobre su eje es un movimiento extraordinariamente regular, por lo que no es extraño que haya sido utilizado para establecer el patrón de tiempo. Hasta la llegada de los relojes de cuarzo y posteriormente de los atómicos, no se advirtió de manera clara que el movimiento de rotación terrestre no era perfectamente regular, sino que se encuentra frenándose, fenómeno debido a las mareas. Este alargamiento del día tendrá una decisiva importancia en la buena marcha de los calendarios, pero esto ocurrirá cuando hayan pasado algunos miles de años, por lo que en orden a nuestro estudio lo podemos soslayar y suponer que la rotación de la Tierra en torno a su eje es uniforme.

Al tiempo que la Tierra tarda en dar una vuelta completa sobre su eje con relación a las estrellas se le llama día sidéreo, su duración promedio es actualmente de 23 horas 56 minutos y 4,09 segundos.

Pero la vida diaria viene regida, no por la rotación diaria de la Tierra respecto a las estrellas, sino por su rotación diaria respecto al Sol. Llamamos día solar al tiempo transcurrido entre dos pasos consecutivos del Sol por el meridiano, y es el tiempo que mide un reloj de Sol. Pero este periodo es bastante variable, por lo que tiene que ser utilizado un valor promedio, que recibe el nombre de día solar medio, que por definición tiene una duración de 24 horas. A partir de aquí se definió nuestra unidad básica de tiempo que es el segundo, que actualmente está referida a la marcha de relojes atómicos y no al movimiento de rotación de la Tierra.

La posición con que se observa el Sol es distinta según la longitud geográfica, por lo tanto la hora solar que se obtiene en cada lugar es distinta. El problema no era excesivamente grave cuando las comunicaciones eran lentas, pero con la llegada del ferrocarril, se vio claramente la necesidad de establecer una coordinación entre las distintas horas tal como eran medidas en uno u otro sitio. En el año 1884 en una reunión internacional se estableció la escala de tiempo universal (cuyas siglas son UT), que se define como el tiempo solar medio en el meridiano origen, definido como aquel que pasa por el observatorio de Greenwich.

Se dividió el planeta en 24 husos horarios, de una extensión de 30 grados cada uno, diferenciándose unos de otros por una hora de diferencia. A medida que se avanza hacia el occidente el reloj tendrá una hora menos cada huso horario de 30 grados y lo contrario para las posiciones colocadas al este. Aproximadamente en el meridiano de longitud 180 grados se encuentra la línea de cambio de fecha.

7.2. Periodo sinódico

Ya se ha señalado que el tiempo que dura una lunación completa, es decir de luna nueva a la siguiente luna nueva, se le llama periodo sinódico y es el determinante para establecer la duración de los meses en los calendarios lunares y lunisoles. La lunación media tiene una duración de 29 días 12 horas 44 minutos y 2,8 segundos. Pero las lunaciones pueden tener valores comprendidos entre 29 días y 6,5 horas y 29 días y 20 horas. Siendo aún mayores las diferencias cuando lo que se mide es el tiempo entre las observaciones de dos crecientes lunares consecutivos, que se ven muy afectadas por la posición geográfica del observador.

8.2. El año

En un principio se podría definir el año como el tiempo que tarda la Tierra en dar una vuelta alrededor del Sol. Fácilmente podemos advertir que esta definición es insatisfactoria en el momento en que preguntemos cuál es el punto que se toma como referencia. En el espacio no existe ningún objeto fijo que sirva inequívocamente como referencia para medir la posición de los astros.

Se puede definir el año con referencia al fondo estrellado, es decir el tiempo que tarda el Sol en su movimiento aparente en volver a la misma posición con relación a las estrellas, a este año se le llama sidéreo.

Pero para construir el calendario, que debe estar en concordancia con las estaciones, es mejor definir el año con relación a uno de los equinoccios o solsticios. Tradicionalmente se ha tomado como referencia el equinoccio de primavera o nodo ascendente de la órbita aparente del Sol. Entonces el año

que habría que utilizar en el calendario sería el tiempo entre dos pasos del Sol por el equinoccio de primavera; o dicho de otra forma el tiempo transcurrido desde el inicio de una primavera y el comienzo de la primavera del siguiente año. Sin embargo, este periodo de tiempo es variable de un año a otro, por lo que es necesario hacer la definición como el promedio de dichos periodos. A este año se le llama año estacional de primavera.

Se define el año estacional de otoño como el tiempo promedio entre dos pasos consecutivos del Sol por el equinoccio de otoño. La definición es extensible a los años estacionales de verano e invierno.

Los cuatro años estacionales anteriores no son iguales, lo que quiere decir que si queremos construir un calendario que establece las fechas de las cuatro estaciones será necesario no utilizar uno u otro tipo de año, sino un promedio de los cuatro años estacionales. A este año, que de forma no muy precisa hemos definido, se llama año trópico y es el que habitualmente utilizamos como año del calendario.

8.2. La astronomía y el calendario hebreo

Todos los calendarios, y en particular el hebreo, se basan en los movimientos astronómicos que anteriormente hemos estudiado. Como en varias ocasiones se ha indicado, los movimientos astronómicos no son completamente uniformes, sino que son afectados por un gran número de perturbaciones.

Los calendarios deben basarse sobre valores uniformes y esto debe ser así por razón de simplicidad, ya que en caso contrario las reglas del calendario deberían ir cambiando los parámetros que lo caracterizan.

Todo esto nos lleva a la conclusión de que los calendarios no pueden seguir fielmente la marcha de los astros. Lo que se debe de pedir, es que un calendario coincida en promedio con los movimientos astronómicos y que la inevitable desviación a la que estarán afectados sea lo más pequeña posible, lo que nos permitirá que el calendario tenga validez durante un periodo grande de tiempo, digamos de algunos miles de años.

Capítulo 2

Elementos

del calendario hebreo

3

Elementos del calendario hebreo

1.3. El género y la especie del año

El calendario hebreo es un calendario lunisolar, entendiendo con ello que los meses son lunares, es decir, que se suceden acompañados con el movimiento de la Luna, de tal forma que el comienzo de mes coincide aproximadamente con la luna nueva (o más precisamente con la observación del primer creciente lunar). A su vez, las estaciones deben caer aproximadamente en las mismas fechas cada año, con lo que el calendario también va acompañado con el movimiento del Sol.

Por tanto, dada una fecha en el calendario lunisolar podemos estimar la edad de la Luna en ese día y la época estacional de la fecha.

Para lograr esta sincronización entre el calendario y los movimientos del Sol y de la Luna es necesario que existan dos tipos de años, aquellos que tienen doce meses y que llamamos comunes, y los que tienen trece meses, llamados embolísmicos.

En efecto, la duración promedio de una lunación, que es el tiempo entre dos lunas nuevas consecutivas, es de 29 días y medio aproximadamente. Por tanto, en promedio 12 meses lunares, o sea un año común, tiene unos 354 días. Mientras que un año embolísmico de 13 meses, tiene unos 384 días. Por tanto, combinando adecuadamente ambos tipos de años se consigue que la duración media de los años se acerque a la del año solar de una duración aproximada de 365 días y medio.

En un calendario lunisolar debe de existir una ley que nos indique si un año es común o embolísmico. En el caso del calendario hebreo se utiliza el ciclo ideado por el astrónomo griego Meton que vivió en el siglo V a. C., que tiene una duración de 19 años y que más adelante explicaremos.

Cada uno de los dos tipos de años puede tener, en el calendario hebreo, tres duraciones diferentes. Los años comunes pueden ser defectivos, de 353 días; regulares, de 354 días y abundantes, de 355 días. Mientras que los años

embolísmicos pueden tener duraciones de 383, 384 o 385 días, correspondientes a los años defectivos, regulares o abundantes.

Se llama género de un año al número de meses que tiene, es decir a saber si es común o embolísmico. Se le llama especie a saber si el año es defectivo, regular o abundante. Por tanto, el género nos hace conocer el número de meses del año y la especie los días que tiene ese año.

2.3. Los meses

Todos los meses del calendario hebreo tienen la misma duración de un año a otro, a excepción de Hechvan y Kislev, cuyas variaciones en el número de días (29 o 30) dan lugar a las diversas especies de años.

Como la duración promedio de una lunación está comprendida entre 29 y 30 días, es necesario que los meses tengan una de esas dos duraciones, procurando alternar un mes de 30 días con otro de 29.

El nombre y la duración de los meses viene mostrado en la tabla 1. El año religioso comienza en el mes de Nisan. Así se recoge en *Levítico 23:5* donde se dice: «En el mes primero, el día 14 del mes por la tarde, es la Pascua del Señor, y el día 15 de este mes es la solemnidad de los ázimos del Señor», lo que muestra que el mes de Nisan, aquel en que se celebra la Pascua, es considerado como primer mes. Pero para propósitos civiles se toma como inicio del año el mes de Tishri, el séptimo mes si se comienza la cuenta en Nisan, como refiere el mismo libro sagrado: «El día primero del mes séptimo será para vosotros fiesta memorable: la celebraréis con el toque de las trompetas, y llamarse ha santo: no haréis en él ninguna obra servil y ofreceréis holocausto al Señor» *Levítico 23:24*. Para propósito de este libro, tomaremos a Tishri como el primer mes del año hebreo.

El mes embolísmico, aquel que se coloca en los años de trece meses, se le llama Adar I y tiene una duración de 30 días, colocándose antes que el mes de Adar, que en los años embolísmicos se le llama Adar II o Veadar.

La elección de los meses de 30 días está relacionada con la existencia en esos meses de fiestas especiales:

- Tishri por Roch Hachaná, Kipur y Sucot.
- Chevat por el nuevo año de los árboles.
- Nisan por la Pascua.

Tabla 1.- Duración de los meses según el género y la especie del año

En la tabla se muestra la duración de los meses tanto para años comunes de doce meses como para años embolísmicos de trece meses. En este último caso el mes extraordinario es Adar I que tiene 30 días. Con las letras D (d), R (r) y A (a) representamos los años defectivos, regulares y abundantes.

Meses	Año común			Año embolísmico		
	d	r	a	D	R	A
Tishri	30	30	30	30	30	30
Hechvan	29	29	30	29	29	30
Kislev	29	30	30	29	30	30
Tevet	29	29	29	29	29	29
Chevat	30	30	30	30	30	30
Adar I	29	29	29	30	30	30
Adar II	-	-	-	29	29	29
Nisan	30	30	30	30	30	30
Iyar	29	29	29	29	29	29
Sivan	30	30	30	30	30	30
Tammuz	29	29	29	29	29	29
Av	30	30	30	30	30	30
Elul	29	29	29	29	29	29
Sumas	353	354	355	383	384	385

- Sivan por Chavut.
- Av por el ayuno del día 9.

Notemos que los meses de 29 y 30 días se suceden en lo posible alternativamente, para que la duración promedio se acerque lo más posible al valor medio de la lunación que se toma como referencia.

3.3. Duración media de las lunaciones

Se llama periodo sinódico o simplemente lunación, al intervalo de tiempo entre dos conjunciones consecutivas del Sol y la Luna respecto a la Tierra. Entendiendo por conjunción el momento en que el Sol y la Luna tienen la misma posición en el cielo, o para ser más preciso, cuando tienen la misma longitud astronómica. La conjunción, por tanto, corresponde al momento de la luna nueva.

La duración de la lunación tiene una fuerte variabilidad, originada por el irregular movimiento lunar. La diferencia entre las lunaciones de mayor y menor duración supera las 13 horas. Durante el tercer milenio la lunación de mayor duración será la que finalizará en enero de 2151 de la era cristiana, que alcanzará $29^d\ 19^h\ 54^m$ (o sea, 29 días 19 horas 54 minutos) y la de mínima duración será la lunación de julio del año 2053 que será de $29^d\ 6^h\ 35^m$, una diferencia de $13^h\ 19^m$.

En el estudio de los calendarios lo que nos interesa es la duración promedio de las lunaciones, que varía ligeramente con el tiempo según la ley

$$29^d, 5305888531 + 2^d, 1621 \cdot 10^{-7} \cdot T - 3^d, 64 \cdot 10^{-10} \cdot T^2$$

donde T representa siglos julianos (de una duración de 36.525 días) contados a partir del año 2000. La anterior fórmula nos dice que la duración promedio de la lunación aumenta cada siglo en 0,01868 segundos. Este pequeño aumento nos muestra que para propósitos calendaristas podemos considerar que la duración de la lunación permanece inalterable.

La lunación dada por la fórmula anterior viene expresada en días de tiempo uniforme (llamado tiempo terrestre TT) tal como es medido por los relojes atómicos. No obstante, en la ciencia de los calendarios se usa el tiempo universal UT, que se basa en el movimiento aparente del Sol respecto a la Tierra, es decir es una escala de tiempo asociada a la rotación de la Tierra respecto a su eje. Ambas escalas de tiempo son diferentes, mientras que el TT es una escala temporal verdaderamente uniforme, el UT no lo es, puesto que la rotación de la Tierra se va frenando muy lentamente a consecuencia de las mareas terrestres.

Si expresamos la duración promedio de la lunación en unidades del tiempo universal UT obtenemos un valor ligeramente diferente

$$29^d, 53058781 - 3^d, 6398 \cdot 10^{-7} \cdot T - 3^d, 64 \cdot 10^{-10} \cdot T^2$$

lo que nos viene a decir que la duración de la lunación va disminuyendo a un ritmo de 0,03145 segundos por siglo. Pero al igual que antes hemos dicho, podemos con muy buena aproximación tomar constante la duración de la lunación, al menos durante un periodo de algunos miles de años.

El calendario hebreo es computacional y no observacional, lo que significa que tiene unas reglas y a partir de ellas se establece el calendario sin requerir ninguna obervación astronómica. Estas reglas exigen establecer la duración de la lunación, que en el calendario hebreo se toma como 29,530594 días, o bien $29^d\ 12^h\ 44^m\ 3^s$.

Como la unidad de tiempo en la vida diaria es la correspondiente al tiempo universal *, en esta escala hay que entender viene dada la duración de la lunación. Como antes hemos visto, la duración astronómica en el año 2000 fue de 29,53058781 o $29^d\ 12^h\ 44^m\ 2^s$,79 igualmente medido en la escala de tiempo universal.

Por tanto el valor de la lunación que se toma en el calendario hebreo, y que tiene su origen en el astrónomo babilonio Kidinu o Cidenas, excede en sólo 0,51 segundos del actual valor astronómico de la lunación media.

4.3. La medida del tiempo

En los libros sagrados las horas se refieren a horas solares verdaderas, es decir que entre el orto y el ocaso del Sol se cuentan 12 horas y otras tantas durante el periodo nocturno. Estas horas, llamadas temporarias, son variables según la estación del año. Para propósito del calendario se utilizan horas de duración fija, llamadas equinocciales, dividiéndose el día y la noche en 24 horas iguales.

La hora es dividida en 1.080 partes. Este número no es caprichoso. Al descomponerlo en factores primos se encuentra que:

$$1.080 = 5 \cdot 3^3 \cdot 2^3$$

es decir 1.080 tiene multitud de divisores: 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, lo que facilita las operaciones matemáticas.

Se sugiere otra razón para la elección del número 1.080, es que representa el número más pequeño que permite que la duración de la lunación promedio sea expresada por un número entero. En efecto

$$29^d\ ,530594 \cdot 24 \cdot 1.080 = 765.433^P$$

Existe un submúltiplo de la parte, llamado momento, que se define como

* Más precisamente, la escala de tiempo de uso práctico es el tiempo universal coordinado UTC. Pero esta escala se aparta como máximo 0,9 segundos del UT, por esta razón para propósitos calendaristas es indiferente hablar de tiempo universal o tiempo universal coordinado.

76 momentos igual a una parte. Al relacionar las anteriores unidades con los minutos y segundos se encuentra

$$\begin{aligned}1 \text{ minuto} &= 18 \text{ partes} \\1 \text{ parte} &= 3,33 \text{ segundos} \\1 \text{ segundo} &= 22,8 \text{ momentos.}\end{aligned}$$

Entonces la lunación promedio que tomamos por 29,530594 es expresada como $29^d 12^h 793^p$ (29 días 12 horas 793 partes).

La tradición hebrea hace coincidir el comienzo del día con la llegada de la noche, tal como relata el Génesis 1:5: «[...] y así de la tarde aquella y de la mañana siguiente, resultó el primer día». Para el cálculo del calendario se toma como comienzo del día cuando son las 18 horas de tiempo solar medio en el meridiano de Jerusalén. Por tanto las 18 horas de tiempo local de Jerusalén coincide con las cero horas para el cómputo hebreo. Para pasar de hora hebrea HH a tiempo solar local medio HL aplicamos la fórmula

$$HH = HL + 6^h$$

por tanto el mediodía en el cómputo civil coincide con las 18 horas del tiempo hebreo.

Para los cálculos del calendario se toma como referencia el meridiano de Jerusalén. Si queremos convertir los resultados en tiempo universal UT tendremos que tener en cuenta la longitud geográfica de aquella ciudad que es $35^\circ 10' E$, es decir que las fórmulas de conversión son

$$\begin{aligned}TL &= UT + 2^h 20^m 40^s \\HH &= UT + 8^h 20^m 40^s.\end{aligned}$$

Hay que señalar que las anteriores transformaciones no serán utilizadas en los cálculos que vamos a hacer a continuación, ya que únicamente se tomará como referencia el meridiano de Jerusalén, por lo que el calendario hebreo no se ve afectado por el meridiano donde nos encontramos, al contrario de lo que ocurre, por ejemplo, con el calendario musulmán, que al ser observacional depende de la posición geográfica en que estemos.

Un intervalo de tiempo fundamental en casi todos los calendarios, y muy especialmente en el hebreo, es la semana. La costumbre judía es que los días de la semana no son nombrados, a excepción hecha del sábado (y en alguna ocasión del viernes, al que se le da el nombre de parasceve), sino que son numerados, poniendo el 1 para el domingo y el 0 (o bien el 7) para el sábado.

Existe plena concordancia entre la semana hebrea y la cristiana, entendiendo que ambas corren parejas.

Frecuentemente expresaremos la fecha de un acontecimiento haciendo referencia al día de la semana, por ejemplo $2^d 13^h 450^p$ significa que se trata de un lunes (día 2) a las 13 horas y 450 partes.

5.3. El ciclo lunar

El ciclo lunar del calendario hebreo está compuesto de 19 años y es conocido con el nombre del astrónomo griego Meton. Es por cierto, el mismo ciclo que utiliza el calendario lunisolar cristiano. El ciclo lunar es llamado el ciclo corto por razones que veremos más adelante.

Si suponemos, para simplificar, que la duración del año solar es de 365,25 días, o sea igual al año juliano, entonces en un periodo de 19 años habrá 6.395,75 días; y tomando la duración de una lunación como 29,53 aproximadamente, entonces habrá en cada ciclo $6395,75 / 29,53 \approx 235$ lunaciones. Entonces, en promedio, el número de meses de cada año es

$$\frac{235}{19} = 12,36842105.$$

Para saber cuántos años de los 19 del ciclo serán embolísmicos procedemos a descomponer el anterior resultado en fracciones continuas

$$12,368\ 421\ 05 = 12 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{2 + \dots}}}}$$

simplificando el anterior desarrollo encontramos

$$12,368\ 421\ 05 \approx 12 + \cfrac{7}{19} = \cfrac{12 \cdot 12 + 7 \cdot 13}{19}$$

lo que significa que 7 de los años del ciclo son embolísmicos de 13 meses de duración y los 12 años restantes son comunes con 12 meses.

Finalmente hay que averiguar cuáles serán los años embolísmicos según su posición en el ciclo lunar. Se pretende que los embolismos estén distribuidos lo más regularmente dentro del ciclo. Como hay algo menos del doble de años comunes que embolísmicos, quiere decir que la secuencia tiene que ser uno o dos años normales y luego un año embolísmico.

Tomemos el cociente $k \cdot 19/7$ donde k es un número entero que corresponde al orden de los años embolísmicos. Entonces serán años embolísmicos aquellos que excedan o coincidan con el anterior cociente. Por ejemplo, para el primer año embolísmico $k = 1$ y el cociente anterior es 2,714, entonces será embolísmico el año que excede a ese número, es decir el año 3 del ciclo. Veamos otro ejemplo, al segundo año embolísmico le corresponde $k = 2$ y el cociente es 5,429, entonces el año embolísmico será el que excede al anterior número, es decir el que ocupa la posición 6 del ciclo.

Haciendo los restantes cálculos encontramos que serán años embolísmicos los que están situados en las posiciones 3, 6, 9, 11, 14, 17 y 19. No obstante, el

calendario hebreo toma como años embolísmicos los que están en las posiciones 3, 6, 8, 11, 14, 17 y 19. Es decir, que en vez del número 9 lo es el número 8.

Esto es debido a que el orden de colocación de los embolísmicos que hemos obtenido es, diríamos, el orden normal, pero el comienzo del ciclo puede estar desplazado respecto a este orden. Esto es lo que ocurre con el calendario hebreo, cuyo orden de intercalación de años abundantes se encuentra desplazado 11 años. Es decir, que en vez de empezar el año 1 del orden normal, empieza en el año colocado el 12 en el ciclo normal. Por tanto, si a este año le damos el número 1, entonces reencontramos el orden de intercalación que utiliza el calendario hebreo.

En el calendario hebreo existe un importante requerimiento que de hecho hace modificar el orden natural de los años embolísmicos. La fiesta de la Pascua tiene que venir posteriormente al equinoccio de primavera. Pero si el año noveno del ciclo fuera el embolísmico, habrían existido años en que el 15 de Nisan, festividad de la Pascua, hubiera venido antes del equinoccio, lo que hemos dicho que no está permitido.

No obstante, si tomamos como año embolísmico el que está en la posición octava, entonces siempre, ahora y en el pasado, el 15 de Nisan viene después de haberse producido el equinoccio de primavera.

En la tabla 2 aparecen los años del ciclo de 19 años a final del siglo IX de la era cristiana, con indicación de la fecha en que comienza la primavera. Vemos que se da la circunstancia antes señalada, es decir que si el año embolísmico es el noveno, la primavera llega en el año octavo el día 16 de Nisan, o sea, después de la fiesta de la Pascua.

En la tabla 3 ponemos una tabla como la anterior, pero aplicada a un ciclo que comienza a final del siglo XX, comprobándose que con independencia del año elegido (octavo o noveno) para el embolismo, la Pascua siempre

Tabla 2.- Comienzo de la primavera en el siglo X

Se han calculado las fechas en que cae el equinoccio de primavera, que es cuando comienza esta estación, a lo largo del ciclo lunar que comenzó en el año 4556 de la creación o en el 896 de la era cristiana. Si el año embolísmico hubiera sido el noveno del ciclo, entonces habría un año en que la primavera comenzaría el 16 de Nisan, o sea, después de la fiesta de la Pascua que es el 15 de Nisan. Pero si el año embolísmico estuviera en la posición octava la Pascua siempre se celebraría después de la llegada del equinoccio de primavera. Aquí podemos encontrar una razón de la colocación del embolismo en el octavo año del ciclo de 19 años y no en el noveno.

Para el cálculo hemos considerado hora local de Jerusalén y suponemos que el día comienza al atardecer y no a medianoche.

Años de la creación	Años era de la cristiana	Ciclo lunar. Embolismo el año 9	Día del equinoccio de primavera. Embolismo el año 9	Ciclo lunar. Embolismo el año 8	Día del equinoccio de primavera. Embolismo el año 8
4656	896	1	28 Adar	1	28 Adar
4657	897	2	9 Nisan	2	9 Nisan
4658	898	3	18 Adar II	3	18 Adar II
4659	899	4	29 Adar II	4	29 Adar II
4660	900	5	13 Nisán	5	13 Nisán
4661	901	6	22 Adar II	6	22 Adar II
4662	902	7	4 Nisan	7	4 Nisan
4663	903	8	16 Nisan	8	15 Adar II
4664	904	9	25 Adar II	9	26 Adar
4665	905	10	8 Nisan	10	8 Nisan
4666	906	11	17 Adar II	11	17 Adar II
4667	907	12	29 Adar	12	29 Adar
4668	908	13	11 Nisan	13	11 Nisan
4669	909	14	21 Adar II	14	21 Adar II
4670	910	15	2 Nisan	15	2 Nisan
4671	911	16	14 Nisan	16	14 Nisan
4672	912	17	25 Adar II	17	25 Adar II
4673	913	18	6 Nisan	18	6 Nisan
4674	914	19	15 Adar II	19	15 Adar II

Años de la creación	Años era de la cristiana	Ciclo lunar. Embolismo el año 9	Día del equinoccio de primavera. Embolismo el año 9	Ciclo lunar. Embolismo el año 8	Día del equinoccio de primavera. Embolismo el año 8
5758	1998	1	7 Nisan	1	7 Nisan
5759	1999	2	4 Nisan	2	4 Nisan
5760	2000	3	13 Adar II	3	13 Adar II
5761	2001	4	26 Adar	4	26 Adar
5762	2002	5	8 Nisan	5	8 Nisan
5763	2003	6	17 Adar II	6	17 Adar II
5764	2004	7	27 Adar	7	27 Adar
5675	2005	8	10 Nisan	8	9 Adar II
5676	2006	9	20 Adar II	9	21 Adar
5767	2007	10	2 Nisan	10	2 Nisan
5768	2008	11	13 Adar II	11	13 Adar II
5769	2009	12	24 Adar	12	24 Adar
5770	2010	13	6 Nisan	13	6 Nisan
5771	2011	14	15 Adar II	14	15 Adar II
5772	2012	15	26 Adar	15	26 Adar
5773	2013	16	9 Nisan	16	9 Nisan
5774	2014	17	19 Adar II	17	19 Adar II
5775	2015	18	1 Nisan	18	1 Nisan
5776	2016	19	10 Adar II	19	10 Adar II

precede al comienzo de la primavera.

Que la circunstancia señalada se hubiese dado en el siglo X pero no en el XXI es debido a que las estaciones astronómicas se van desplazando por el calendario hebreo, como más adelante veremos.

6.3. Duración del ciclo lunar

Como la lunación promedio del calendario hebreo es 29,530594 días, resulta que el año común tendrá en promedio 354,367128 días. Mientras que el año embolísmico tiene en promedio 383,897722 días. Esto quiere decir que el año juliano de 365,25 días excede al año común en 282.084 partes, y el año embolísmico supera la duración del año juliano en 483.349 partes.

En la tabla 4 aparece un ciclo lunar completo, donde hemos anotado los retardos o avances acumulados respecto al calendario juliano y también respecto al calendario gregoriano (cuyo año tiene una duración 365,2425 días).

Se comprueba que en ningún año la cantidad acumulada excede la duración de un mes lunar, que es el requisito exigido para colocar el decimotercer mes.

Podemos comprobar que si el año octavo del ciclo lunar no fuera embolísmico, la diferencia acumulada ese año sería de 725.806 partes, es decir no llegaría a superar la duración de un mes lunar cuya duración es 765.433 partes.

La duración promedio del ciclo lunar de 19 años es

$$29^d, 530594 \cdot 235 = 6939^d, 68959.$$

Si este resultado lo dividimos entre los 19 años del ciclo lunar obtenemos el valor promedio del año del calendario hebreo que resulta ser 365,2468205 días que supera al año del calendario gregoriano en 6 minutos y 13 segundos; una cantidad pequeña pero que se va acumulando año tras año y es la responsable del desplazamiento que sufren las estaciones respecto al calendario hebreo. En efecto, al cabo de 231 años la diferencia acumulada con respecto al calendario gregoriano alcanza un día. Como el equinoccio de primavera se mantiene en promedio en la misma fecha del calendario

Tabla 3.- Comienzo de la primavera al inicio del siglo XXI

En la tabla de la izquierda hemos repetido el cálculo efectuado en la tabla 2, pero ahora el cálculo se ha hecho para un ciclo lunar que tiene su inicio el año 5758 de la creación o 1998 de la era cristiana. Vemos que con independencia de que el embolismo sea el octavo o el noveno año, la primavera siempre viene antes del 15 de Nisan, fiesta de la Pascua.

Orden en el ciclo	Retardo (+) o avance (-) del año lunar respecto al año juliano	Retardos (+) o avances (-) acumulados en el ciclo lunar	Retardo acumulado en el caso de no existir año embolísmico	Retardo (+) o avance (-) del ciclo lunar respecto al año gregoriano
1	+282.084	+282.084		+281.890
2	+282.084	+564.168		+563.779
3 - E	- 483.349	+80.819	+846.252	+80.236
4	+282.084	+362.903		+362.126
5	+282.084	+644.987		+644.015
6 - E	- 483.349	+161.638	+927.071	+160.472
7	+282.084	+443.722		+442.362
8 - E	- 483.349	- 39.627	+725.806	- 41.182
9	+282.084	+242.457		+240.708
10	+282.084	+524.541		+522.597
11 - E	- 483.349	+41.192	+806.625	+39.054
12	+282.084	+323.276		+320.944
13	+282.084	+605.360		+602.833
14 - E	- 483.349	+122.011	+887.444	+119.290
15	+282.084	+404.095		+401.180
16	+282.084	+686.179		+683.069
17 - E	- 483.349	+202.830	+968.263	+199.526
18	+282.084	+484.914		+481.416
19 - E	- 483.349	+1.565	+766.998	- 2.128

gregoriano, entonces cada 231 años el comienzo de la primavera se desplaza un día en el calendario hebreo.

En el calendario hebreo se considera, de una parte, el año juliano de 365 días y un cuarto. Tenemos también el año antes calculado, derivado del ciclo de Meton, que tiene una duración de 365 días 5 horas 997,59 partes. Además, debemos considerar el año gregoriano, entendido como aquel que mantiene estabilizada la fecha del equinoccio de primavera y que tiene una duración de 365 días 5 horas 49 minutos 12 segundos.

Esta distinta duración de los varios tipos de años origina que la fecha de comienzo de la primavera no permanezca en los mismos días en el calendario hebreo, tal como se ve en la tabla 5. La diferencia entre la duración del año tal como se deriva del ciclo lunar y el año gregoriano es de 2.128 partes cada ciclo de 19 años, como está calculado en la tabla 4. Es decir, que al cabo de 2.083 años la suma de esta diferencia alcanza los 9 días. Por ejemplo, si en la actualidad la primavera comienza en promedio el día 2 de Nisan en el año 10 del ciclo lunar, hace 2.083 años la primavera daba comienzo el día 11 de Nisan, o sea, 9 días antes, tal como recoge la tabla 5.

Tabla 4.- Acumulación de retardos y avances en el ciclo lunar

Las duraciones de los años comunes y embolísmicos no concuerdan con la duración del año juliano, por lo que se produce a veces un atraso y otras un adelanto del ciclo lunar con respecto al año juliano. En la tercera columna de la tabla se anotan las acumulaciones de cada año respecto al año juliano de 365,25 días. Vemos que al final de cada ciclo de 19 años, se encuentra un retardo de 1.565 partes. Es decir, que la duración del ciclo del calendario hebreo de 19 años es 1.565 partes más corto que 19 años julianos.

En la cuarta columna aparecen los retardos que se registrarían si los años embolísmicos (que están indicados en la primera columna con la letra E) no lo fueran. El sistema de intercalación de los años abundantes persigue que nunca el retardo sea superior a un mes lunar, es decir a 765.433 partes. Algo que no ocurre si se colocan los años embolísmicos tal como aparecen en la tabla.

Observamos que si el año octavo no fuera de trece meses, el valor acumulado no superaría el mes lunar. En la última columna repetimos los cálculos pero ahora referidos al año gregoriano de 365,2425 días. Se comprueba que al final del ciclo de 19 años el calendario lunar adelanta 2.128 partes. Es decir, que la duración de un ciclo lunar de 19 años es 2.128 partes más largo que 19 años gregorianos.

Los resultados de esta tabla vienen a decírnos que la correspondencia entre las fechas julianas o gregorianas respecto a las fechas hebreas va variando a consecuencia de que la duración del año derivada del ciclo de Meton no coincide ni con el año juliano ni con el gregoriano.

7.3. Posición lunar

Se denomina posición lunar a los dos elementos que nos permiten saber en qué ciclo lunar y en qué año de ese ciclo se encuentra el año considerado.

Se toma como primer año del calendario el inmediatamente posterior al año de la creación del mundo. Para hallar el número de ciclos lunares que han transcurrido hasta el comienzo de un año cualquier Y , disminuimos Y en una unidad y el resultado lo dividimos entre 19, el cociente de esta división será el número de ciclos lunares que han transcurrido, o puesto en forma matemática

$$C = \text{int}\left(\frac{Y-1}{19}\right) \quad (1)$$

donde C es el número de ciclos lunares hasta el inicio del año Y . La función matemática int indica la parte entera de la división, o dicho de otra forma, el

Años de la creación	Años era cristiana	Año del ciclo lunar	Primavera en el calendario gregoriano	Primavera en el calendario juliano	Primavera en el calendario hebreo
5767	2007	10	21 marzo	8 marzo	2 Nisan
4760	1000	10	21 marzo	15 marzo	7 Nisan
3753	-7	10	21 marzo	23 marzo	11 Nisan

Tabla 5.- Movilidad de la primavera en varios calendarios

Hemos elegido tres años separados mil años entre ellos y que tienen la misma posición en el ciclo de Meton. Vemos que durante ese intervalo el equinoccio de primavera queda estabilizado en el calendario gregoriano, rasgo indicativo de que el año del equinoccio de primavera, aquel respecto al cual la primavera queda estabilizada en el mismo día, coincide prácticamente con el año gregoriano.

La primavera se mueve respecto al calendario juliano. Como es sabido, el desplazamiento del equinoccio de primavera respecto al calendario juliano es de unos 11 minutos por año, es decir unos siete días y medio cada mil años, resultados concordantes con los que se ven en la tabla.

En la última columna se aprecia cómo se desplaza el equinoccio de primavera respecto al calendario hebreo. Como hemos visto, su desplazamiento respecto al año gregoriano (que coincide en el intervalo de tiempo considerado en la tabla con el año del equinoccio de primavera) es de 2.128 partes cada 19 años, es decir 4,3 días cada mil años, lo que también está de acuerdo con esos 9 días de desplazamiento que se observa en la tabla.

cociente de la división. Por tanto el año Y se encuentra en el ciclo lunar $C + 1$.

Para saber cuántos años han transcurrido en el ciclo lunar donde se encuentra el año Y , hay que hallar el resto del cociente $(Y - 1)/19$ o bien

$$A = (Y - 1) \bmod 19 \quad (2)$$

donde A es el número de años transcurridos en el ciclo y la función mod es el resto de la división. Entonces el año Y se encuentra en la posición $A + 1$ del ciclo lunar.

Resumiendo, dado un año cualquiera Y su posición lunar es $(C + 1, A + 1)$. Por ejemplo, el año 5760 tiene de posición lunar $(304, 3)$, habiendo transcurrido desde el origen del mundo 303 ciclos lunares y habiendo pasado 2 años en el ciclo lunar en que se encuentra el año 5760.

Ejemplo 1: Hallar la posición lunar del año 5900

Se hace la división de $5900 - 1 = 5899$ entre 19 y se halla el cociente y el resto

$$5899 / 19 = 310,473\ 6842 \Rightarrow \begin{array}{l} \text{Cociente} = 310 \\ \text{Resto} = 0,473\ 6842 \cdot 19 = 9 \end{array}$$

por tanto el año 5900 tiene la posición lunar $(311, 10)$, o bien han pasado hasta el comienzo de ese año 310 ciclos lunares y 9 años han transcurrido en el ciclo en curso.

Ejemplo 2: Hallar la posición lunar del año 5901

Se hace la división de $5901 - 1 = 5900$ entre 19 y se halla el cociente y el resto

$$5900 / 19 = 310,526\ 3158 \Rightarrow \begin{array}{l} \text{Cociente} = 310 \\ \text{Resto} = 0,526\ 3158 \cdot 19 = 10 \end{array}$$

por tanto el año 5901 tiene la posición lunar $(311, 11)$, o bien han pasado 310 ciclos lunares y 10 años han transcurrido en el ciclo.

8.3. Los excesos

Con el término exceso significamos lo que sobrepasa un periodo de tiempo a un número entero de semanas. La duración de la lunación como es considerado en el calendario hebreo es $29^d\ 12^h\ 793^p$, que sobrepasa a 4 semanas enteras en $1^d\ 12^h\ 793^p$, cantidad que llamamos el exceso de la lunación.

El año común, compuesto de 12 lunaciones, tiene una duración de $354^d\ 8^h\ 876^p$, por tanto su exceso sobre semanas enteras es $4^d\ 8^h\ 876^p$. Igualmente se calculan los excesos de los años embolísmicos de 13 lunaciones y el correspondiente al ciclo lunar, como se muestra en la tabla 6.

Periodo de tiempo	Exceso sobre semanas
Lunación	1 ^d 12 ^h 793 ^p
Año común	4 ^d 8 ^h 876 ^p
Año embolísmico	5 ^d 21 ^h 589 ^p
Ciclo lunar	2 ^d 16 ^h 595 ^p
Primer molad	2 ^d 5 ^h 204 ^p

Tabla 6.- Excesos de varios períodos de tiempo

Los números de la tabla son los excesos sobre semanas enteras al final de los períodos indicados. El año común son 12 lunaciones. El año embolísmico está compuesto de 13 lunaciones. Y el ciclo lunar de 19 años son 235 lunaciones. Al final de la tabla aparece el momento del primer molad, el molad de la creación, que fue el lunes (día 2), a las 5 horas y 204 partes.

9.3. El molad o neomenia

Se denomina con la palabra hebrea molad a la neomenia o momento preciso en que se produce la luna nueva, o más precisamente, el momento en que se vuelve a observar la Luna después de haber estado en conjunción con el Sol y por lo tanto invisible.

La primera vez que se ve la luna nueva, a lo que se llama observación del creciente lunar, se produce al atardecer y hacia horizonte occidental, muy poco tiempo después de la puesta del Sol, cuando la ausencia de sus rayos

Tabla 7.- Excesos de los años de un ciclo lunar

Se dan en la tabla los excesos sobre semanas enteras que se van acumulando a lo largo del ciclo lunar de 19 años. Los números de la última columna representan el exceso acumulado hasta el instante de la primera luna nueva del mes, tomando como referencia la primera luna nueva del año. Si al último año del ciclo, que es un año embolísmico, le añadimos el exceso de este mes que es 5^d 21^h 589^p (tabla 6), encontramos que al final del ciclo el exceso acumulado es 2^d 16^h 595^p (como muestra la tabla 6).

Año del ciclo lunar	Género del año	Exceso de semanas
1	Común	-
2	Común	4 ^d 8 ^h 876 ^p
3	Embolísmico	1 ^d 17 ^h 672 ^p
4	Común	0 ^d 15 ^h 181 ^p
5	Común	4 ^d 23 ^h 1057 ^p
6	Embolísmico	2 ^d 8 ^h 853 ^p
7	Común	1 ^d 6 ^h 362 ^p
8	Embolísmico	5 ^d 15 ^h 158 ^p
9	Común	4 ^d 12 ^h 747 ^p
10	Común	1 ^d 21 ^h 543 ^p
11	Embolísmico	6 ^d 6 ^h 339 ^p
12	Común	5 ^d 3 ^h 928 ^p
13	Común	2 ^d 12 ^h 724 ^p
14	Embolísmico	6 ^d 21 ^h 520 ^p
15	Común	5 ^d 19 ^h 29 ^p
16	Común	3 ^d 3 ^h 905 ^p
17	Embolísmico	0 ^d 12 ^h 701 ^p
18	Común	6 ^d 10 ^h 210 ^p
19	Embolísmico	3 ^d 19 ^h 6 ^p

Meses		Exceso de semanas
Año común	Año embolísmico	
Hechvan	Hechvan	1 ^d 12 ^h 793 ^p
Kislev	Kislev	3 ^d 1 ^h 506 ^p
Tevet	Tevet	4 ^d 14 ^h 219 ^p
Chevat	Chevat	6 ^d 2 ^h 1012 ^p
Adar	Adar I	0 ^d 15 ^h 725 ^p
Nisan	Adar II	2 ^d 4 ^h 438 ^p
Iyar	Nisan	3 ^d 17 ^h 151 ^p
Sivan	Iyar	5 ^d 5 ^h 944 ^p
Tammuz	Sivan	6 ^d 18 ^h 657 ^p
Av	Tammuz	1 ^d 7 ^h 370 ^p
Elul	Av	2 ^d 20 ^h 83 ^p
Tishri (año siguiente)	Elul	4 ^d 8 ^h 876 ^p
-	Tishri (año siguiente)	5 ^d 21 ^h 589 ^p

Tabla 8.- Excesos acumulados de los meses en los años comunes y embolísmicos

En la tabla se dan los excesos sobre semanas enteras del tiempo transcurrido entre el primer molad del año y el momento del molad de cada mes, tanto para meses de años comunes (primera columna), como para los años de trece meses o abundantes (segunda columna). Si queremos conocer el momento de la luna nueva o molad de un mes cualquiera, le añadimos al momento en que cayó el molad del principio de año (luna nueva del mes de Tishri) la cantidad asociada con el mes en cuestión que se encuentra en la tabla.

permite ver un ligero creciente de la Luna.

El momento de la observación del primer creciente lunar depende de la posición geográfica del lugar de la observación, de la claridad del cielo, de la altura donde se observa, de la posición relativa de la Luna respecto al Sol, y de otros factores, entre los que se encuentra la agudeza visual del observador.

Pero nada de estos asuntos tienen que ver con el calendario hebreo, que es computacional o basado en el cálculo y no en la observación física de la Luna.

Como suponemos que la lunación tiene un valor constante, se puede calcular cualquier molad o luna nueva simplemente añadiendo al primer molad que se toma como referencia, el número de lunaciones transcurridas desde entonces, multiplicado por la duración de la lunación.

El problema consiste en averiguar cuándo tuvo lugar el primer molad, el llamado molad de la creación.

Se le llama año de Tohu al anterior al primero del calendario hebreo. En el día 24 del mes de Elul de este año de Tohu, siendo domingo a las 0 horas (tiempo hebreo) tuvo lugar la creación del mundo (ver tabla 9). Seis días

	Inicio de la creación	Molad de Tishri del año 1	Creación del hombre	Comienzo del año 1
Hora y día de la semana	0 ^h Domingo	14 ^h Viernes	17 ^h Viernes	Sábado
Día y mes	24 Elul	29 Elul	29 Elul	1 Tishri

Tabla 9.- Acontecimientos del año de Tohu

La importancia del año de Tohu, el anterior al primer año del calendario, estriba en que nos informa de los valores iniciales que hay que tomar para calcular las lunas nuevas para todos los años posteriores. Vemos que el día 1 de Tishri del año 1 fue sábado. No obstante, para simplificar los cálculos y tener en cuenta que en el año del diluvio no se movieron ni el Sol ni la Luna, se toma que el primer día del año 1 fue lunes. Las horas que aparecen en la tabla son horas hebreas, o sea que se empiezan a contar desde el atardecer y no desde la medianoche como lo hacen las horas civiles.

después, siendo viernes 29 de Elul a las 17 horas (11 horas de tiempo civil) se creó al hombre. Unas horas antes, a las 14 horas (siempre tiempo hebreo) de este 29 de Elul se produjo el primer molad. A partir de aquí es desde donde se cuenta para el cálculo del día en que vienen los sucesivos moladot.

Podemos extender el año de Tohu prolepticamente hasta su mes de Tishri, y determinar el momento del molad de ese mes, que se produjo 12 lunaciones antes del molad de Tishri del año 1, por tanto

$$6^d\ 14^h - 12 \cdot (29^d\ 12^h\ 793^p) \equiv 6^d\ 14^h - 4^d\ 8^h\ 876^p = 2^d\ 5^h\ 204^p$$

que corresponde al momento del molad de Tirshi del año de Tohu. Como veremos más adelante el primer día del año proleptico de Tohu fue el mismo que el día del molad, es decir fue un lunes.

Según la tradición el Sol y la Luna quedaron inmovilizados el año del diluvio. Las posiciones del Sol y de la Luna no se alteraron con relación al fondo estrellado, no obstante el número del año aumentó una unidad, es decir transcurrieron todos los días de ese año. Con esto en mente tenemos, que, por ejemplo, el año 5759 de la creación significa que han pasado 5.758 años desde la creación, pero sólo han pasado 5.757 años para los movimientos del Sol y de la Luna.

Año del ciclo	Años transcurridos		Año del ciclo	Años transcurridos	
	Comunes	Embolísmicos		Comunes	Embolísmicos
1	0	0	11	7	3
2	1	0	12	7	4
3	2	0	13	8	4
4	2	1	14	9	4
5	3	1	15	9	5
6	4	1	16	10	5
7	4	2	17	11	5
8	5	2	18	11	6
9	5	3	19	12	6
10	6	3	-	-	-

Tabla 10.- Años comunes y embolísmicos transcurridos

Se calculan los años comunes y embolísmicos que ha habido hasta un determinado año del ciclo lunar.

Por tanto, si queremos determinar el momento del primer molad de un año posterior al año del diluvio como, por ejemplo, el 5759, tendríamos que añadirle al primer molad de la creación (viernes a las 14 horas, o bien $6^d\ 14^h$) la duración de las lunaciones correspondientes a sólo 5.757 años.

Para propósito de simplificar los cálculos no vamos a tener en consideración la circunstancia descrita del año del diluvio, que supondremos que fue un año que transcurrió normalmente y que tuvo 12 meses. Pero ahora supondremos que el molad de la creación fue

$$6^d\ 14^h - 4^d\ 8^h\ 876^P = 2^d\ 5^h\ 204^P$$

donde hemos restado al momento del verdadero primer molad, el exceso del año normal (ver tabla 6). Lo anterior significa que para propósitos de cálculo el primer molad fue un lunes a las 5 horas y 204 partes. Pero no hay que olvidar que en realidad ese no fue el día del molad de la creación, que como antes hemos dicho fue un viernes y no un lunes.

Por tanto, si queremos calcular el primer molad del año 5759 tomaremos como primer molad el que se produjo $2^d\ 5^h\ 204^P$, a lo que le añadimos la duración de todas las lunaciones ocurridas en los 5.758 años que han transcurrido, con las técnicas que luego veremos.

10.3. Cálculo de los años embolísmicos y comunes transcurridos en un ciclo lunar

Sabemos calcular el número de ciclos lunares transcurridos hasta el comienzo de un determinado año. También hemos encontrado una fórmula para hallar los años que han transcurrido en el ciclo al que pertenece un año determinado. Estos años transcurridos serán algunos comunes y otros embolísmicos. Se trata de determinar el número de cada uno de ellos.

En la tabla 10 vemos los años embolísmicos transcurridos para una año dado del ciclo. También se puede utilizar la fórmula

$$E = \text{int}\left(\frac{7A+1}{19}\right) \quad (3)$$

como se demuestra en el epígrafe 2.4, siendo E los años embolísmicos y A los años que han pasado en el ciclo. La fórmula anterior se puede modificar (véase el epígrafe 2.4) para poner E en función de los años contados desde la creación Y

$$E = \text{int}\left(\frac{7 \cdot Y - 6}{19}\right) - 7 \cdot \text{int}\left(\frac{Y-1}{19}\right). \quad (4)$$

Los años comunes N que han transcurrido en el ciclo lunar se puede hallar de la tabla 10 o bien utilizando la fórmula (véase 3.4)

Ciclos lunares transcurridos	$C = \text{int}\left(\frac{Y-1}{19}\right)$	Años comunes transcurridos	$N = \text{int}\left(\frac{12 \cdot A + 17}{19}\right)$
Años transcurridos en el ciclo	$A = (Y-1) \bmod 19$	Años embolísmicos transcurridos	$E = \text{int}\left(\frac{7 \cdot A + 1}{19}\right)$
Lunaciones transcurridas			$L = \text{int}\left(\frac{235 \cdot Y - 234}{19}\right)$

Tabla 11.- Resumen de fórmulas

Se recogen en esta tabla las fórmulas que nos permite determinar el número de lunaciones acontecidas desde el comienzo del calendario.

$$N = \text{int}\left(\frac{12 \cdot A + 16}{19}\right) \quad (5)$$

podemos transformar la fórmula anterior y calcular N en función del año contado desde la creación del mundo (ver 3.4)

$$N = \text{int}\left(\frac{12 \cdot Y + 4}{19}\right) - 12 \cdot \text{int}\left(\frac{Y-1}{19}\right). \quad (6)$$

Ejemplo 3: Hallar el número de años comunes y embolísmicos transcurridos en un año situado en la posición 10 del ciclo lunar
Observando la tabla 10 encontramos que han pasado 6 años comunes y 3 embolísmicos.

También se pueden utilizar las fórmulas (3) y (5). Sabiendo que el número A de años transcurridos en el ciclo es 9

$$N = \text{int}\left(\frac{12 \cdot A + 16}{19}\right) = \text{int}\left(\frac{12 \cdot 9 + 16}{19}\right) = 6$$

$$E = \text{int}\left(\frac{7A + 1}{19}\right) = \text{int}\left(\frac{7 \cdot 9 + 1}{19}\right) = 3$$

donde N y E son los años comunes y embolísmicos transcurridos.

11.3. Cálculo de las lunaciones desde la creación

El número de lunaciones L que han pasado desde la creación es

$$L = 235 \cdot C + 12 \cdot A + E$$

en efecto, hasta el comienzo del año de la creación Y han transcurrido C ciclos lunares, cada uno de ellos con 235 lunaciones, a los que hay que sumar los años A que ya han pasado en el ciclo multiplicado por las 12 lunaciones que tienen los años comunes y a la cantidad resultante se le suma los años embolísmicos E que se llevan en el ciclo, que coincide con las lunaciones extras de esos años embolísmicos.

Utilizando las fórmulas (1), (2), (3) y (5) podemos hallar una fórmula que nos dé las lunaciones que se han producido hasta el comienzo de un año de la creación Y (para detalles del cálculo véase 4.4)

$$L = \text{int} \left(\frac{235 \cdot Y - 234}{19} \right). \quad (7)$$

En la tabla 11 se resumen las fórmulas que tendremos que utilizar en los cálculos sucesivos.

12.3. Cálculo del momento del primer molad de un año

Para establecer el calendario para un año dado necesitamos primeramente conocer el momento en que se produce el primer molad de ese año. Para hacer este cálculo es necesario conocer el número de lunaciones que se han producido desde el molad de la creación, es decir tenemos que aplicar la la fórmula (7).

Debemos advertir que aunque hablamos de la primera luna nueva del año puede ser que se produzca no en ese año sino a final del año anterior, aún así esta luna nueva está asociada con el año que comienza.

Por ejemplo, vamos a determinar la primera luna nueva del año 5765

$$\begin{aligned} L &= \text{int} \left(\frac{235 \cdot Y - 234}{19} \right) = \text{int} \left(\frac{235 \cdot 5765 - 234}{19} \right) = \\ &= \text{int}(71.291,631\,578\,947\,37) = 71.291 \end{aligned}$$

que es el número de lunaciones desde el comienzo del calendario hasta el comienzo del año 5765. Cada una de estas lunaciones ha tenido una duración de $29^d\,12^h\,793^p$, por tanto el tiempo transcurrido desde la lunación de la creación a la primera lunación del año 5765 es

$$\begin{aligned} 71.291 \cdot (29^d\,12^h\,793^p) &= 2.067.439^d\,855.492^h\,56.533.763^p = \\ &= 2.105.265^d\,14^h\,83^p \end{aligned}$$

el exceso sobre semanas enteras de la anterior cantidad es $1^d\,14^h\,83^p$. Finalmente, para conocer el momento del primer molad del año considerado le sumamos a esta cantidad el momento del molad de la creación

$$1^d\ 14^h\ 83^p + 2^d\ 5^h\ 204^p = 3^d\ 19^h\ 287^p$$

por tanto el primer molad del año 5765 será el martes (día 3) a las 19 horas y 287 partes.

Podemos encontrar una fórmula para este cálculo. Si T representa el momento del primer molad del año Y ; m es la duración de una lunación (es decir, $29^d\ 12^h\ 793^p$) y b es el momento del molad de la creación ($2^d\ 5^h\ 204^p$), entonces

$$T = (L \cdot m + b) \bmod 7. \quad (8)$$

Debemos advertir que el cálculo se puede hacer con los números en forma heterogénea (es decir descompuestos en días, horas y partes). Si se utilizan números decimales hay que tomar suficientes decimales para evitar errores de cálculo. En este caso la lunación y el momento del primer molad pueden tomarse con las siguientes cifras decimales

$$m = 29,530\ 594\ 136$$

$$b = 2,216\ 203\ 704,$$

válido siempre y cuando el año considerado no sea excesivamente grande.

Ejemplo 4: Calcular el momento del primer molad del año 5900

Al comenzar el año 5900 han transcurrido 310 ciclos lunares y 9 años en ese ciclo, de los cuales 6 son comunes y 3 embolísmico. Entonces el número de lunaciones desde el comienzo del calendario es

$$L = 235 \cdot 310 + 6 \cdot 12 + 3 \cdot 13 = 72.961,$$

el tiempo transcurrido es

$$\begin{aligned} T &= 72.961 \cdot (29^d\ 12^h\ 793^p) = \\ &= 2.115.869^d\ 875.532^h\ 57.858.073^p = 2.154.581^d\ 16^h\ 313^p \end{aligned}$$

que tiene como exceso sobre semanas enteras $2^d\ 16^h\ 313^p$. Si a esta cantidad le sumamos el momento del primer molad de la creación

$$2^d\ 16^h\ 313^p + 2^d\ 5^h\ 204^p = 4^d\ 21^h\ 517^p$$

obtenemos el momento del primer molad del año 5900, que es el miércoles a las 21 horas 517 partes.

Ejemplo 5: Calcular el momento del primer molad del año 5901

Al comenzar el año 5901 han transcurrido 310 ciclos lunares y 10 años en ese ciclo, de los cuales 7 son comunes y 3 embolísmico. Entonces el número de lunaciones desde el comienzo del calendario es

$$L = 235 \cdot 310 + 7 \cdot 12 + 3 \cdot 13 = 72.973,$$

Meses	Número de días	Días de Roch-Hodech
Tishri	2 días	1º y 2º de Tishri
Hechvan	2 días	30 de Tishri y 1º de Hechvan)
Kislev	1 (o 2) ¹ días	1º de Kislev (y 30 de Hechvan) ¹
Tevet	1 (o 2) ¹ días	1º de Tevet (y 30 de Kislev) ¹
Chevat	1 día	1º Chevat
Adar I	2 días	30 Chevat y 1º de Adar I
Adar II	2 días	30 de Adar y 1º de Adar II
Nisan	1 día	1º de Nisan
Iyar	2 días	30 de Nisan y 1º de Iyar
Sivan	1 día	1º de Sivan
Tammuz	2 días	30 de Sivan y 1º de Tammuz
Av	1 día	1º de Av
Elul	2 días	30 de Av y 1º de Elul

¹ Válido cuando el mes anterior tiene 30 días.

Tabla 12.- Días en que se celebra el Roch-Hodech

El Roch-Hodech es la fiesta del comienzo del mes. Algunos meses tienen dos días de celebraciones. Si el mes anterior tiene 30 días se celebra el comienzo del mes este día 30 y el 1. Si el mes anterior tiene 29 días se celebra el comienzo del mes el día 1. Caso especial es el Roch-Hodech del primer mes del año, que es la fiesta del comienzo del año o Roch-Hachaná, cuyas celebraciones se extienden a los días 1 y 2.

el tiempo transcurrido es

$$T = 72.973 \cdot (29^d 12^h 793^m) = 0^d 1^h 109^m$$

si a esta cantidad le sumamos el momento del primer molad

$$0^d 1^h 109^m + 2^d 5^h 204^m = 2^d 6^h 313^m$$

obtenemos el momento del primer molad del año 5901.

13.3. El carácter de los años

Se le llama Roch-Hodech a la celebración del comienzo de cada mes. Literalmente significa «cabeza del mes» y normalmente dura uno o dos días. La lunación promedio se encuentra entre 29 y 30 días, lo que quiere decir que la segunda mitad del día 30, en el caso de que exista, pertenece al mes lunar siguiente. Esto origina que cuando el mes tiene 30 días haya dos días de Roch-Hodech: el día 30 y el primer día del mes. Este problema no se da en los meses de 29 días, donde sólo es considerado como Roch-Hodech el primer día del mes.

Otra razón para celebrar dos días consecutivos de Roch-Hodech proviene de la época en que el calendario era empírico, es decir, basado en la observación del primer creciente lunar, cuando se esperaba durante la noche y el día 30 la llegada de los testigos. Cuando estos llegaban se fijaba el primer día del mes.

El Roch-Hodech del mes de Tishri dura siempre dos días, aunque el mes anterior, el mes de Elul del año anterior, sólo tenga 29 días. La razón es por la celebración del comienzo del año nuevo, Roch-Hochaná, que dura los días 1 y 2 de Tishri. Los textos sagrados ordenan celebrar la fiesta del año nuevo el día 1 de Tishri, véase *Levítico 23:24-25* y *Números 29:1-2* «Asimismo el día primero del séptimo mes será para vosotros venerable y santo; ninguna obra servil haréis en él, porque es el día del retumbante sonido de las trompetas».

Anotamos que siempre se puede encontrar la duración de 28 días, o sea 4 semanas enteras, entre dos días de Roch-Hodech de meses consecutivos. En la tabla 12 aparecen los días de Roch-Hodech de cada uno de los meses del año.

Se le llama carácter del año al día de la semana del primer día de Roch-Hachaná, es decir el día de la semana del primer día del año. El cálculo principal del calendario hebreo radica en determinar el carácter del año. Este cálculo se complica por la existencia de los «aplazamientos» que establecen cinco excepciones para la celebración del Roch-Hachaná.

a) Si el molad del año nuevo tiene lugar en domingo, miércoles o viernes se traslada el comienzo del año al día siguiente. Si Roch-Hachaná fuera un

miércoles o viernes entonces el Yom Kipur (que cae el 10 de Tishri) caería respectivamente en viernes o domingo, entonces habría dos días consecutivos de reposo absoluto, al venir el sábado antes o después del Yom Kipur. Si Roch-Hachaná cayera en un domingo entonces la fiesta de Hochaná Rabá (que cae el 21 de Tishri) coincidiría con un sábado, lo que se trata de evitar, pues en caso contrario el Hochaná Rabá quedaría anulado por la festividad del sábado.

b) Si el molad del nuevo año ocurre a las 18 horas (es decir, al mediodía) o posterior, debe trasladarse el Roch-Hachaná al día siguiente. Este aplazamiento proviene de la época en que el calendario era empírico. En efecto, se supone que el molad coincide con la luna nueva, pero el mes debía comenzar en el momento de la observación del primer creciente lunar. El intervalo de tiempo entre ambos acontecimientos es fuertemente variable, dependiendo de entre otros muchos factores de la posición geográfica y altitud del observador. Se supone que para las observaciones hechas en Jerusalén el intervalo mínimo es de 6 horas. Por tanto, si la luna nueva (es decir, el molad) cae después del mediodía, la observación del primer creciente lunar no podría ser ese día, sino el siguiente, que se convertiría en el primer día del mes. Es decir, si el molad viene a las 18 horas o posterior, el primer día del mes tiene que ser el posterior al del molad.

Existe otra explicación respecto a este aplazamiento, según la tradición se afirma que para santificar el Roch-Hachaná en Jerusalén, hace falta que en todo lugar de la Tierra, ese día no haya todavía transcurrido en el momento del molad. La tradición considera que el meridiano de cambio de fecha se encuentra a 90° al este de Jerusalén. Por lo tanto si el molad o luna nueva cae en Jerusalén al medio día o después, deben existir lugares al este de Jersualén donde el día del molad ya haya transcurrido.

Se puede plantear este aplazamiento de otra forma, indicando que la observación del primer creciente lunar hasta la longitud 90° al este de Jerusalén, significaría que ese mismo día sería observado en la ciudad santa, pero si la observación de ese creciente es realizado en posiciones al oeste de Jerusalén, sin haber sido observado en Jerusalén, no es indicativo del comienzo del mes.

c) Si por causa del aplazamiento b) el día de año nuevo cae en domingo, miércoles o viernes, se retrasa el día de Roch-Hachaná un día más.
d) Si el año es común y el molad cae en martes a las 9 horas 204 partes o posterior, el Roch-Hachaná se retrasa al jueves. La razón de este aplazamiento se encuentra en que si el molad cae en el día y hora indicado o posterior, el primer molar del siguiente año será

$$12 \cdot (29^d 12^h 793^p) + 3^d 9^h 204^p = 0^d 18^h$$

Género	Cálculo del carácter del año (h.p. significa horas y partes)	Carácter
Año común	1 ^d	2
	2 ^d { h. p. < 18 ^h { h. p. < 15 ^h 589 ^p	2
	h. p. > 15 ^h 588 ^p { C. lunar 1,4,7,9,12,15,18...	3
 Años restantes del c. lunar	2
	h. p. > 17 ^h 1079 ^p	3
	3 ^d { h. p. < 18 ^h { h. p. < 9 ^h 204 ^p	3
	h. p. > 9 ^h 203 ^p	5
 h. p. > 17 ^h 1079 ^p	5
	4 ^d	5
	5 ^d { h. p. < 18 ^h	5
	h. p. > 17 ^h 1079 ^p	0
	6 ^d	0
	0 ^d { h. p. < 18 ^h	0
	h. p. > 17 ^h 1079 ^p	2
Año embolístico	1 ^d	2
	2 ^d { h. p. < 18 ^h	2
	h. p. > 17 ^h 1079 ^p	3
	3 ^d { h. p. < 18 ^h	3
	h. p. > 17 ^h 1079 ^p	5
	4 ^d	5
	5 ^d { h. p. < 18 ^h	5
	h. p. > 17 ^h 1079 ^p	0
	6 ^d	0
	0 ^d { h. p. < 18 ^h	0
	h. p. > 17 ^h 1079 ^p	2

es decir caerá en un sábado a las 18 horas o posterior. Aplicando ahora la regla b) el comienzo del año debe trasladarse al domingo, pero por la aplicación de la regla a) el inicio del año debe trasladarse al lunes siguiente. Pero en este caso la duración del año común llegaría a ser 356 días, lo cual excede en un día la duración del año normal abundante, lo que no puede ser. Para resolver esta situación trasladamos el comienzo del año del martes al jueves, siempre y cuando el molad llegue al martes a las 9^h 204^p o posterior. e) Si en un año ordinario que sigue a un año embolísmico (es decir, los que están en los puestos 1, 4, 7, 9, 12, 15 y 18 del ciclo lunar) el molad cae el lunes a las 15 horas 589 partes o posterior, entonces se traslada el comienzo del año al martes. La razón de este aplazamiento es que si el molad ocurriera en el día y hora indicado o posterior, el primer molad del año anterior sería

$$2^d\ 15^h\ 589^p - 13 \cdot (29^d\ 12^h\ 793^p) = 3^d\ 18^h$$

el primer molad del año embolísmico habría sido martes a las 18 horas o posterior, el Roch-Hachaná tendría que ser el jueves, pero entonces el año embolísmico tendría una duración de sólo 382 días, lo cual no está permitido.

En la tabla 13 se encuentran de forma compacta todos los aplazamientos, tanto los asociados a los años embolísmicos como a los comunes, a partir de esta tabla se puede obtener, conocido el momento del primer molad del año, el primer día del año, es decir el día semanal del Roch-Hachaná, lo que es llamado el carácter del año.

Ejemplo 6: Determinar el carácter del año 5900

Según se calculó en el ejemplo 4 el primer molad del año 5900 se producirá un miércoles (día 4) a las 21 horas 517 partes. Este año está situado en la posición 10 del ciclo lunar, por tanto es un año común. Observando la tabla 13 se encuentra que el carácter del año 5900 es el día 5, es decir el jueves.

Ejemplo 7: Determinar el carácter del año 5901

En el ejemplo 5 se calculó que el primer molad del año 5901 será un lunes a las 6 horas 313 partes. Como se comprobó en el ejemplo 2 ese

Tabla 13.- Carácter del año

Uno de los cálculos más importantes en el calendario hebreo es la determinación del día semanal del comienzo del año, lo que es conocido como el carácter del año. Para eso es necesario en primer lugar determinar la fecha del primer molad del año y luego (conociendo el género del año) acudir a la tabla de la izquierda donde fácilmente podemos obtener cuál es el carácter del año.

año ocupa la posición 11 del ciclo lunar, por tanto es embolísmico. Con estos datos acudimos a la tabla 13 y vemos que ese año comenzará un lunes, siendo éste por tanto el carácter del año 5901.

14.3. Determinación de la especie del año

Para poder establecer el calendario hebreo se necesita además de conocer el carácter y el género, conocer la especie, es decir saber si el año es defectivo, regular o abundante. Para ello es necesario calcular el carácter del año en cuestión y también el del año siguiente, después hay que contar el número de días que hay entre ambas fechas y se podrá averiguar la especie del año.

Ejemplo 8: Hallar la especie del año 5900

Como se calculó en el ejemplo 6 el comienzo del año 5900 será un jueves (día 5). Y como se averiguó en el ejemplo 7, el año 5901 comenzará en lunes, o sea su carácter es el 2. Mirando la tabla 14 y teniendo presente que el año 5900 será común, vemos que la especie del año 5900 será regular, en efecto $2 - 5 = -3 \equiv -3 + 7 = 4$, es decir que tendrá una duración de 354 días.

Ejemplo 9: Hallar la especie del año 5820

- * La posición lunar del año 5820 es (307, 6).
- * La posición lunar del año 5821 es (307, 7).
- * Por la tabla 10 averiguamos que hasta el comienzo del año 5820 han transcurrido en el ciclo en que se encuentra ese año, 4 años comunes y 1 embolísmico. Y para el año 5821 son 4 años normales y 2 embolísmico.
- * El número de lunaciones transcurridas desde la creación hasta el comienzo del año 5820 es

$$L = 306 \cdot 235 + 12 \cdot 4 + 13 \cdot 1 = 71.971.$$

- * El número de lunaciones transcurridas desde la creación hasta el comienzo del año 5821 es

$$L = 306 \cdot 235 + 12 \cdot 4 + 13 \cdot 2 = 71.984.$$

- * El tiempo que representan las anteriores lunaciones es

$$T_{5820} = 71.971 \cdot (29^d 12^h 793^P) = 6^d 9^h 403^P$$

$$T_{5821} = 71.984 \cdot (29^d 12^h 793^P) = 5^d 6^h 992^P.$$

- * Al sumarle el momento en que se produjo el molad de la creación se encuentran los momentos en que se producen las neomenias al

Género del año	Días entre los comienzos de años consecutivos	Especie del año		Días de los meses de Hechvan y Kislev	Días del año
Común	3	Defectivo	d	29 y 29	353
Común	4	Regular	r	29 y 30	354
Común	5	Abundante	a	30 y 30	355
Embolísmico	5	Defectivo	D	29 y 29	383
Embolísmico	6	Regular	R	29 y 30	384
Embolísmico	0	Abundante	A	30 y 30	385

Tabla 14.- Determinación de la especie del año

Conocido el género del año y la diferencia entre los días de la semana que hay entre los comienzos de años consecutivos, podemos determinar la especie del año, o dicho de otra manera saber la duración de días del año. La segunda columna es la diferencia entre el carácter del año posterior menos el carácter del año en consideración, si el resultado de esta operación fuera negativo se le suma 7.

comienzo de los años anteriores

$$6^d 9^h 403^p + 2^d 5^h 204^p = 1^d 14^h 607^p$$

$$5^d 6^h 992^p + 2^d 5^h 204^p = 0^d 12^h 116^p.$$

* El año 5820 es embolísmico por ser el sexto del ciclo lunar, mientras que el año 5821 es común.

* Examinando la tabla 13 encontramos que el carácter del año 5820 es 2, es decir comienza en lunes. El año 5821 tiene de carácter el 0, lo que significa que el año comienza en sábado.

* Hay una diferencia de 5 días ($0 - 2 = -2 \equiv -2 + 7 = 5$) entre los comienzos de los dos años anteriores. Teniendo presente que el año 5820 es embolísmico, comprobamos de la tabla 14 que este año es defectivo, por lo tanto tiene una duración de 383 días.

15.3. Los tipos de años

Hemos visto que un año viene caracterizado por el carácter (día de la semana con el que comienza), por el género (si es común o embolísmico) y por la especie (si es defectivo, regular o abundante). Sin embargo, es habitual expresar las características del año mediante el carácter, la especie y el día semanal en que viene la Pascua (15 de Nisan).

El día semanal de la Pascua se puede determinar conocido el día de la semana del Roch-Hachaná y por la especie del año, o más concretamente con la suma de los días de los meses Hechvan y Kislev. En la tabla 15 se da la relación entre el día de la semana del primer día del año y el día de la semana del primero de Nisan, que por cierto coindice con el día de la semana de Pascua, pues existe entre ambas fechas dos semanas exactas, es decir 14 días.

Existen dos géneros de años, cuatro posibles días semanales para el Roch-Hachaná y tres posibilidades para el conjunto de las duraciones de Hechvan y Kislev (58, 59 o 60 días). Es decir, que en principio deben existir 24 tipos o variedades de años en el calendario hebreo, resultado de $2 \cdot 4 \cdot 3 = 24$. No obstante, sólo 14 de esos tipos de años se pueden dar.

La razón es que no todos los géneros y especies de años pueden tener todos los posibles días de la semana de Roch-Hachaná. Por ejemplo, un año común defectivo no puede comenzar en martes. Si así fuera, el año siguiente debería de empezar tres días después (los que excede 353 a 50 semanas), es decir en un viernes, pero no está permitido que el año empiece en ese día.

El que un año embolísmico abundante no pueda empezar en martes exige un análisis más detenido. En un año de esas características el primer molad puede venir como más tarde el martes a las 17 horas y 1070 partes, como se ve en la tabla 13. Si viniera una parte más tarde entonces habría que hacer un aplazamiento de dos días y el año comenzaría el jueves (ver tabla 13). El primer molad del año siguiente debería acontecer como más tarde en el momento

$$3^d\ 17^h\ 1079^p + 5^d\ 21^h\ 589^p = 2^d\ 15^h\ 588^p$$

donde el segundo sumando es el exceso sobre semanas de un año embolísmico (ver tabla 6), entonces por la tabla 13 vemos que el comienzo del año debe ser el lunes. El mismo resultado se daría si el primer molad del año embolísmico hubiera ocurrido algún momento anterior al límite antes mencionado. Pero si ocurre que el año posterior a un año embolísmico abundante que comienza en martes se inicia con el lunes como hemos visto, entonces la duración de ese año embolísmico no sería 385 días (como correspondería a un año abundante), porque para que esto ocurriera, el año embolísmico y el año posterior deben tener el mismo carácter (ver tabla 14), cosa que como vemos

Año común				Año embolísmico			
Meses	d	r	a	Meses	D	R	A
Tishri	30	30	30	Tishri	30	30	30
Hechvan	29	29	30	Hechvan	29	29	30
Kislev	29	30	30	Kislev	29	30	30
Tevet	29	29	29	Tevet	29	29	29
Chevat	30	30	30	Chevat	30	30	30
Adar	29	29	29	Adar I	30	30	30
-	-	-	-	Adar II	29	29	29
Días desde 1-Tishri	176	177	178	Días desde 1-Tishri	206	207	208
25 semanas+	1	2	3	25 semanas+	3	4	5
1º Nisan= 1-Tishri+	1 ^d	2 ^d	3 ^d	1º Nisan= 1-Tishri+	3 ^d	4 ^d	5 ^d

Tabla 15.- Día de la semana del primero de Nisan

Una de las tres características que definen el tipo de año es el día de la semana en que se celebra la Pascua, que se puede obtener a partir del género, especie y carácter del año. Esta tabla nos permite determinar el día de la semana del primero de Nisan que coincide con el día semanal del día de Pascua. Para hallar el día semanal del día 1 de Nisan es suficiente añadirle al día de Roch-Hashaná la cantidad que aparece en la última fila. En las primeras filas de la tabla se sitúan los meses anteriores a Nisan, calculándose el número de días desde el comienzo del año hasta el 1 de Nisan.

Carácter	Lunes	Martes	Jueves	Sábado
Años comunes - Día en que cae la Pascua				
Defectivo	Martes	Miércoles	Viernes	Domingo
Regular	Miércoles	Jueves	Sábado	Lunes
Abundante	Jueves	Viernes	Domingo	Martes
Años embolísmicos - Día en que cae la Pascua				
Defectivo	Jueves	Viernes	Domingo	Martes
Regular	Viernes	Sábado	Lunes	Miércoles
Abundante	Sábado	Domingo	Martes	Jueves

Tabla 16.- Días de la semana en que cae la Pascua

Conocido el día de la semana en que empieza el año, el género y la especie se obtiene mediante esta tabla el día de la semana en que cae la Pascua (15 de Nisan). En la primera fila se elige la columna a la que corresponde el año según su día de Roch-Hachaná y según sea el año (común o embolísmico) y su especie (defectivo, regular o abundante) se encuentra el día de la Pascua.

Los únicos días posibles para la Pascua son los que están en negritas, en total hay 14 posibilidades. Es decir, hay en el calendario hebreo sólo 14 tipos de años.

no no ocurre.

En la tabla 16 aparecen todos los posibles tipos de años. En la primera fila se encuentran los cuatro días de la semana en que puede comenzar el año. En la tabla se dan los días en que cae la Pascua según el género, la especie y el carácter.

Ejemplo 10: Calcular el día de la semana en que se celebrará la Pascua del año 5900

Según se calculó en el ejemplo 6, el año 5900 comenzará en jueves. Por

el ejemplo 8 sabemos que ese año será común regular. Con estos datos vamos a la tabla 16 y vemos que la Pascua se celebrará un sábado.

De la tabla 16 observamos que la Pascua sólo puede caer en martes, jueves, sábado y domingo. Hay también que indicar que existe siempre un número fijo de días entre la Pascua y el comienzo del siguiente año.

16.3. Carácter del mes

Se denomina carácter del mes al día de la semana del primer día de un mes determinado. La tabla 17 nos permite determinar el carácter de un mes conocido las características del año, es decir su género, especie y carácter. Démonos cuenta que la columna de Tishri representa el carácter del año.

Ejemplo 11: Calcular el carácter del mes de Tevet del año 5900

En el ejemplo 1 se determinó que el año 5900 está situado en la posición 10 del ciclo lunar, por tanto es un año normal. En el ejemplo 6 se averiguó que el carácter de ese año es el 5, es decir comienza en jueves. En el ejemplo 8 comprobamos que el año 5900 será regular. Por último notemos que el carácter del año coincide con el carácter del mes de Tishri. Con esta información acudimos a la tabla 17 y averiguamos que el carácter del mes de Tevet es 3, es decir el primer día del mes de ese año es martes.

Ejemplo 12: Determinar el día de la semana del 20 de Nisan del año 5900

Sabiendo que el año 5900 fue normal, regular y de carácter 5, comprobamos por la tabla 17 que el carácter del mes de Nisan es 0, es decir que el día 1 de Nisan será sábado y por simple conteo encontramos que el día 20 de Nisan deberá ser jueves. También se puede utilizar la tabla 19, donde igualmente comprobamos que el día semanal del 20 de Nisan de 5900 es jueves.

17.3. Determinación del día de la semana del molad de un mes

Ya sabemos determinar el momento en que se produce el primer molad de un año, ahora vamos a determinar el primer molad de cualquier mes del año. Para este cálculo necesitamos seguir el siguiente procedimiento:

* Determinar las características del año: género, especie, carácter y momento del primer molad.

* Determinación del carácter del mes (tabla 17)

Año embolístico			Año común												Meses																																
Abundante	Reg.	Defectivo	Abundante			Regular	Defectivo	Especie	Tishri			Hechvan			Kislev			Tevet			Chevat			Adar			Veadar			Nisan			Iyar			Sivan			Tammuz			Av			Elul		
			2	4	5	0	2	3	2	4	6	0	5	0	1	3	4	6	0	5	0	2	4	6	0	5	0	2	4	6	0	5	0	1	3	5	6	0	2	4	6	1	3	5	6	0	2
2	4	5	0	2	3	4	5	0	2	4	6	0	5	0	1	3	4	6	0	5	0	2	4	6	0	5	0	2	4	6	0	5	0	1	3	5	6	0	2	4	6						
5	0	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	0	5	0	1	3	4	6	0	5	0	2	4	6	0	5	0	2	4	6	0	5	0	1	3	5	6	0	2	4	6						
0	2	4	2	3	4	1	2	3	4	5	6	0	5	0	1	3	4	6	0	5	0	2	4	6	0	5	0	2	4	6	0	5	0	1	3	5	6	0	2	4	6						
3	5	6	1	2	3	4	5	0	2	4	6	0	5	0	1	3	4	6	0	5	0	2	4	6	0	5	0	2	4	6	0	5	0	1	3	5	6	0	2	4	6						
2	4	6	1	2	3	4	5	0	2	4	6	0	5	0	1	3	4	6	0	5	0	2	4	6	0	5	0	2	4	6	0	5	0	1	3	5	6	0	2	4	6						
5	0	2	2	3	4	1	2	3	4	5	6	0	5	0	1	3	4	6	0	5	0	2	4	6	0	5	0	2	4	6	0	5	0	1	3	5	6	0	2	4	6						
0	2	4	4	5	6	1	2	3	4	5	6	0	5	0	1	3	4	6	0	5	0	2	4	6	0	5	0	2	4	6	0	5	0	1	3	5	6	0	2	4	6						

- * Hallar el exceso sobre semanas que media entre el molad de Tishri y el molad del mes considerado (tabla 18).
- * Determinación del día de la semana y la hora del molad del mes, haciendo la suma del molad de Tishri y la diferencia obtenida en el apartado anterior.
- * Conociendo el carácter del mes y el día de la semana del molad, se puede determinar el día del mes del molad.

Ejemplo 13: Hallar el día del molad de Nisan del año 5764

La posición lunar del año 5764 es (304, 7), o lo que es lo mismo, hasta el comienzo de ese año han pasado 303 ciclos lunares y 6 años en el ciclo 304.

Como el año 5764 está en la posición 7 del ciclo lunar el año es común. Por la tabla 10 sabemos que han transcurrido en el ciclo lunar 5 años comunes y 2 embolísmicos

El número de lunaciones transcurridas desde el momento del molad de la creación hasta el comienzo del año 5765 es

$$L = 235 \cdot 303 + 4 \cdot 12 + 2 \cdot 13 = 71.279,$$

que corresponde a una duración

$$T = 71.279 \cdot (29^d 12^h 793^P) \equiv 4^d 5^h 287^P,$$

si a esta cantidad le añadimos el momento del molad de la creación se encuentra que

$$4^d 5^h 287^P + 2^d 5^h 204^P = 6^d 10^h 491^P$$

es el momento del primer molad del año. Acudiendo a la tabla 13 se encuentra que el primer día del año (es decir, su carácter) es sábado (día 0).

Para hallar la especie del año 5764 tenemos que determinar el carácter del año 5765, haciendo los mismos cálculos que anteriormente, encontramos que el carácter de este año es 5.

La diferencia existente entre los caracteres de ambos años es 5, y de la tabla 14 resulta que el año 5764 es común abundante .

Tabla 17.- Carácter del mes

El carácter del mes es el día de la semana en que empieza un mes. En la tabla se puede hallar el carácter de un mes cualquiera sabiendo si el año es común o embolísmico, si es defectivo, regular o abundante. La columna de Tishri nos da los posibles caracteres del año, con este dato y los restantes, podemos determinar el carácter de cualquier mes. Por ejemplo, en un año que sea embolísmico, defectivo y que comience por lunes (2), el mes de Kislev comenzaría en jueves (5).

Día del mes	Día de la semana en que empieza el mes						
	1	2	3	4	5	6	0
1	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
2	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
3	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes
4	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes
5	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles
6	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
7	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
9	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
10	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes
11	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes
12	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles
13	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
14	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
15	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
16	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
17	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes
18	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes
19	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles
20	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
21	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
22	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
23	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
24	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes
25	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes
26	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles
27	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
28	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
29	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
30	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo

Meses de año común	Excesos sobre semanas	Meses de año emboísmico
Tishri	0 ^d 0 ^h 0 ^p	Tishri
Hechvan	1 ^d 12 ^h 793 ^p	Hechvan
Kislev	3 ^d 1 ^h 506 ^p	Kislev
Tevet	4 ^d 14 ^h 219 ^p	Tevet
Chevat	6 ^d 2 ^h 1012 ^p	Chevat
Adar	0 ^d 15 ^h 725 ^p	Adar I
Nisan	2 ^d 4 ^h 438 ^p	Adar II
Iyar	3 ^d 17 ^h 151 ^p	Nisan
Sivan	5 ^d 5 ^h 944 ^p	Iyar
Tammuz	6 ^d 18 ^h 657 ^p	Sivan
Av	1 ^d 7 ^h 370 ^p	Tammuz
Elul	2 ^d 20 ^h 83 ^p	Av
Tishri	4 ^d 8 ^h 876 ^p	Elul
-	5 ^d 21 ^h 586 ^p	Tishri

Tabla 18.- Determinación del molad del mes

La tabla de arriba nos permite hallar el momento en que acontece el molad de un mes cualquiera. Para ello sumamos la cantidad que se lee en la tabla para el mes correspondiente y se lo sumamos al momento del primer molad del año. El exceso sobre semanas resultante será el momento buscado.

Tabla 19.- Determinación de los días de la semana

La tabla de la izquierda nos permite averiguar el día de la semana de un día cualquiera conocido el día del mes y su carácter, que es el día de la semana en que empieza el mes. Por ejemplo, si un mes empieza en miércoles (día 4) y el día del mes es el 18, entonces por la tabla se ve que ese día es un sábado.

Sabiendo el género, el carácter y la especie del año 5764 encontramos en la tabla 17 que el carácter del mes de Nisan de ese año es el 3, es decir el primer día de ese mes es martes.

Por la tabla 18 comprobamos que el exceso sobre semanas entre el primer molad del año 5764 y el molad del mes de Nisan es $2^d 4^h 438^p$. Si a esta cantidad le añadimos $6^d 10^h 491^p$ que fue el momento del primer molad del año, encontramos $1^d 14^h 929^p$ que es el momento del molad del mes de Nisan.

Encontramos antes que el carácter del mes de Nisan es el 3, entonces el molad, que fue un domingo, debió ser dos días antes del 1 de Nisan, es decir el día del molad del mes de Nisan fue el 28 de Adar.

Ejemplo 13: Hallar el día del molad de Sivan del año 5835

La posición lunar del año 5835 es (308, 2), o lo que es lo mismo, hasta el comienzo de ese año han pasado 307 ciclos lunares y 1 año en el ciclo 304.

Como el año 5835 está en la posición 2 del ciclo lunar el año es común y hasta ese año sólo ha transcurrido un año común.

El número de lunaciones transcurridas desde el momento del molad de la creación hasta el comienzo del año 5835 es

$$L = 235 \cdot 307 + 1 \cdot 12 = 72.157,$$

que corresponde a una duración

$$T = 72.157 \cdot (29^d 12^h 793^p) \equiv 4^d 1^h 1021^p,$$

si a esta cantidad le añadimos el momento del molad de la creación se encuentra que

$$4^d 1^h 1.021^p + 2^d 5^h 204^p = 6^d 7^h 145^p$$

es el momento del primer molad del año. Acudiendo a la tabla 13 se encuentra que el primer día del año (es decir, su carácter) es sábado (día 0).

Para hallar la especie del año 5835 tenemos que determinar el carácter del año 5836, haciendo los mismos cálculos que anteriormente, encontramos que el carácter de este año es 3.

La diferencia existente entre los caracteres de ambos años es 3, y de la tabla 14 resulta que el año 5835 es común defectivo.

Sabiendo el género, el carácter y la especie del año 5835 encontramos en la tabla 17 que el carácter del mes de Sivan de ese año es el 4, es decir el primer día de ese mes es miércoles.

Por la tabla 18 comprobamos que el exceso sobre semanas entre el primer molad del año 5835 y el molad del mes de Sivan es $5^d 5^h 944^p$. Si

a esta cantidad le añadimos $6^d 7^h 145^m$ que fue el momento del primer molad del año, encontramos $4^d 13^h 9^m$ que es el momento del molad del mes de Sivan del año 5835.

El carácter del mes de Sivan es 4, entonces el molad, que también fue miércoles debió ser el mismo día, por tanto el molad del mes de Sivan del año 5835 es el día 1 de Sivan.

18.3. Las conversiones o tekufot

Las conversiones o tekufot (tekufa en singular) tratan de representar el comienzo de las estaciones. En el calendario hebreo se distinguen dos tipos de años, el primero coincide con la duración del año juliano, es decir 365,25 días. El otro tipo de año es el que se deriva del ciclo de Meton, que tiene una duración de 365,2468 días. Debido a la diferencia entre estos dos tipos de años y el gregoriano, de una duración de 365,2425 días, en la actualidad los tekufot no coinciden con el comienzo de las estaciones. Lo que explica que los tekufot vengan dado más bien por el nombre de los meses en que coinciden y no por el nombre de la estación que pretende indicar su comienzo. Los tekufot se denominan de Tishri (o de otoño), de Tevet (o de invierno), de Nisan (o de primavera) y de Tammuz (o de verano).

El año que se utiliza para determinar los tekufot es el año juliano, cuya cuarta parte es

$$365,25 / 4 = 91^d 7^h 540^m$$

es decir, 13 semanas 7 horas 30 minutos, que representa la diferencia entre dos tekufot consecutivos. Mientras que la diferencia entre dos tekufot del mismo tipo de años consecutivos es de 365 días y 6 horas, o sea la duración del año juliano.

19.3. El primer tekufa de la creación

Para calcular un determinado tekufa necesitamos saber cuál fue el primero, el llamado tekufa de la creación. Se toma como primer tekufa el de Nisan del año de Tohu (año anterior al del comienzo del calendario), que ocurrió seis meses antes de la creación del hombre, acontecimiento este último que fue el día 29 de Elul del año de Tohu, el mismo día en que también fue el molad del mes de Tishri del año 1.

Se supone que este primer tekufa (el que corresponde al mes de Nisan) ocurrió en el año de Tohu un miércoles (como más adelante demostramos) a las cero horas y una semana antes del día del molad de Nisan. También suponemos que el molad de Tishri del año de Tohu fue el lunes 1 de Tishri a las $5^h 204^m$.

Finalmente suponemos que el año de Tohu fue común. Como este año empezó en lunes y el primer año del calendario (el siguiente al año de Tohu) empezó en sábado (ver tabla 9), hay una diferencia de 5 días entre estos comienzos y por la tabla 14 se ve que ese año de Tohu fue abundante. Estas mismas características las tiene el año del diluvio, por eso podemos intercambiar este año por el de Tohu.

Vamos a calcular el día en que aconteció el molad del mes de Nisan del año de Tohu. Como desde el principio de ese año, que se supone fue común y abundante, hasta Nisan hay seis meses, deberá haber transcurrido entre el primer molad del año de Tohu y el molad de Nisan

$$6 \cdot 29^d 12^h 793^P = 177^d 4^h 438^P.$$

Como hemos dicho, el molad de Tishri del año de Tohu vino un lunes a las $5^h 204^P$, donde estamos considerando los momentos reales del año de Tohu, no los que venimos suponiendo para eludir el problema que origina que en el año del diluvio (que tuvo igual característica que el año de Tohu) no tuvieron movimientos propios el Sol y la Luna. Entonces desde el día 1 de Tishri del año de Tohu (fecha en que se supone vino el primer molad) hasta el molad de Nisan de ese año transcurrieron

$$177^d 4^h 438^P + 5^h 204^P = 177^d 9^h 642^P.$$

Como el año de Tohu fue común abundante, habrá 178 días desde el 1 de Tishri hasta el 1 de Nisan de ese año (ver tabla 15), por lo tanto el molad de este último mes será el día anterior al comienzo del mes, es decir el 29 de Adar a las 9 horas y 642 partes.

Sabiendo que el año de Tohu comenzó un lunes, de la tabla 17 encontramos que el carácter del mes de Adar de ese año es 4. Dato con el que acudimos a la tabla 19, encontrando que el día 29 fue miércoles. Resumiendo, el molad de Nisan del año de Tohu fue el miércoles 29 de Adar.

El primer tekufa de Nisan, que como hemos dicho fue a las cero horas, se supone que aconteció una semana antes que el molad de Nisan, es decir fue el miércoles día 22 de Adar a las cero horas ya señaladas.

La razón de este adelanto hay que buscarlo en el descubrimiento de los que idearon el calendario hebreo, de que las estaciones astronómicas se van desplazando a lo largo del calendario hebreo, es decir que los tekufot vienen cada vez más tarde. Al objeto de contrarrestar, al menos durante algún tiempo, este retraso de los tekufot, se colocó inicialmente el primer tekufa una semana antes.

Con los anteriores datos se puede calcular cuándo fue el tekufa de Tishri del año de Tohu. Este tekufa debió haber ocurrido $365,25/2=182^d 15^h$ antes que el tekufa de Nisan. Como hay entre el 1 de Tishri del año de Tohu y el 1 de Nisan del mismo año 178 días, hasta el 22 de Adar habrá 170 días (notemos

	Tekufa de Tishri de Tohu	Primer molad de Tohu	Tekufa de Nisan de Tohu	Molad de Nisan de Tohu
Hora y día de la semana	9 ^h Martes	5 ^h 204 ^p Lunes	0 ^h Miércoles	9 ^h 642 ^p Miércoles
Día y mes	17 Elul (año anterior a Tohu)	1 Tishri	22 Adar	29 Adar

Tabla 20.- Acontecimientos del año de Tohu

El tekufa del mes de Nisan del año de Tohu se toma como referencia para el cálculo de los restantes tekufot. Este acontecimiento tuvo lugar a las 0 horas del miércoles 22 de Adar, una semana antes que el molad de Nisan. A partir de esta información se puede deducir el momento del primer molad de Tohu y del tekufa de Tishri de ese año, que se produjo el año anterior al de Tohu.

que no contamos el día 22). Entonces 182 días y 15 horas antes del 22 de Adar fue 12 días y 15 horas antes que el 1 de Tishri del año de Tohu, es decir las 9 horas del día 17 de Elul del año anterior al de Tohu .

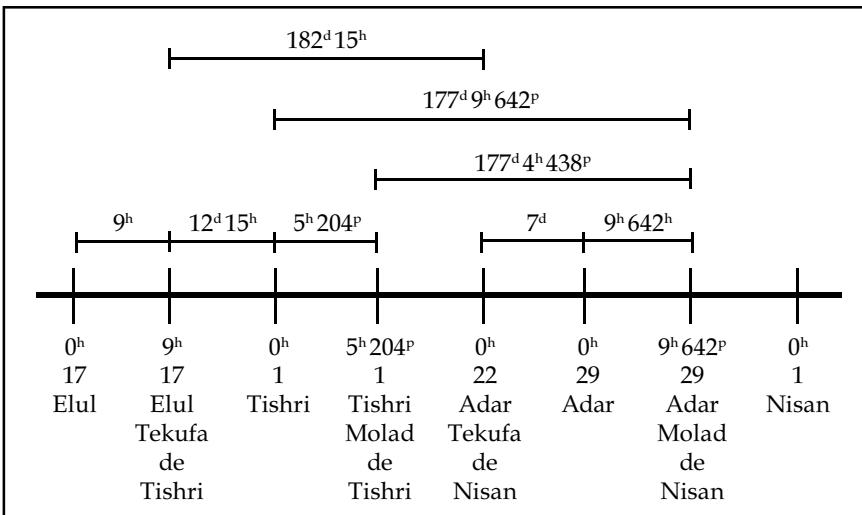
Por último, calculemos el tiempo entre el tekufa de Tishri del año de Tohu y el molad de ese mes, que ocurrió el día 1 de Tishri a las 5 horas y 204 partes. Entre los dos sucesos hay 12 días 20 horas y 204 partes.

Debido a la inmovilidad del Sol y la Luna el año del diluvio, suponemos para cálculos de fechas posteriores a ese año, que los tekufot de Tishri y Nisan del año 1, o primero del calendario, fueron el 17 de Elul a las 9 horas el primero y el 22 de Adar a las 0 horas el segundo.

Las anteriores conclusiones nos serán de utilidad para calcular los tekufot de cualquier año. En el esquema 1 se representa resumidamente todos los resultados anteriores.

20.3. Fechas de los tekufot en el calendario juliano

Queremos obtener las fechas de los cuatro tekufot de un año en el calendario juliano. La razón de esta operación radica en que utilizando el calendario juliano podemos determinar fácilmente las fechas y horas en que vienen los tekufot, lo que nos permitirá averiguar las correspondientes fechas



Esquema 1.- Acontecimientos del año de Tohu

Para averiguar los acontecimientos del año de Tohu partimos de algunas suposiciones que son: el tekufa de Nisan fue a las 0 horas y 7 días antes del día del molad de Nisan; el molad de Tishri fue un lunes a las 5^h y 204^p, y el año de Tohu fue común y abundante.

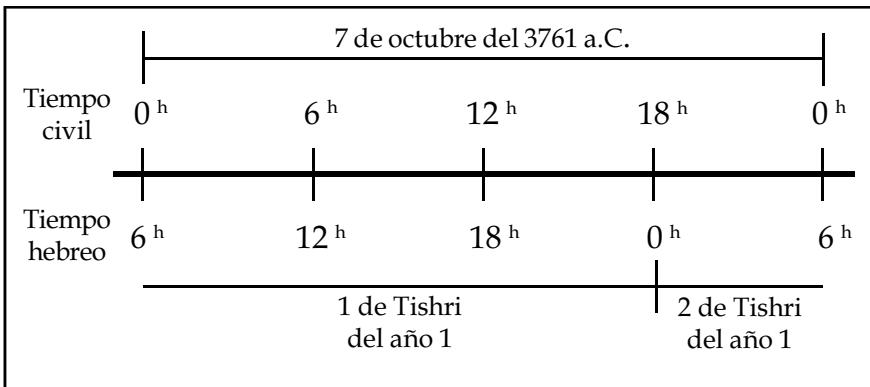
Con estos datos calculamos el tiempo transcurrido desde el molad de Tishri al molad de Nisan, con esta información y sabiendo que desde el 1 de Tishri al 1 de Nisan han pasado 178 días, determinamos que el molad de Nisan fue el día 29 de Adar. Siete días antes, el 22 de Adar, fue el tekufa de Nisan.

Sabiendo el momento del tekufa de Nisan hallamos el momento del tekufa de Tishri, que fue medio año (juliano) antes.

en el calendario gregoriano.

Es necesario previamente establecer la correspondencia entre el calendario hebreo y el juliano. Para ello establecemos la identidad de una fecha en ambos calendarios. Se toma como referencia la fecha del primero de Tishri del año 1, considerando que hemos hecho la sustitución del año de Tohu por el del diluvio.

El 1 de Tishri del año 1 fue un lunes y corresponde al día 7 de octubre del año 3761 antes de Cristo. Indiquemos que debido al distinto comienzo de los días en el calendario civil y en el hebreo, la anterior identidad es válida durante parte del día. La identidad se cumple desde las 0 horas de tiempo civil (6 horas de tiempo hebreo) hasta las 18 horas de igual escala de tiempo



Esquema 2.- Correspondencia entre los calendarios hebreo y juliano

Para hallar la correspondencia entre los calendarios juliano y hebreo es suficiente la correspondencia entre una fecha en ambos calendarios. Se toma el 1 de Tishri del año 1 como el 7 de octubre del año 3761 a.C. Debemos notar, como se ve en el esquema, que esa correspondencia es válida entre las 0 y las 18 horas del tiempo civil, o bien entre las 6 y 0 horas del tiempo hebreo.

(0 horas tiempo hebreo), las seis restantes horas corresponden al siguiente día hebreo. Es decir, desde las 6 horas de tiempo hebreo hasta las 0 horas de igual escala del día 1 de Tishri del año 1, corresponde al día 7 de octubre del año 3761 a. C. (antes de Cristo). Y desde las 0 horas hebreas hasta las 6 horas de igual escala del día 2 de Tishri también corresponde al día 7 de octubre del año 3761 a. C.

Hemos calculado que el tekufa de Tishri se produjo 12 días y 15 horas antes del día 1 de ese mes, día éste que coincide con el 7 de octubre. Por lo tanto el 17 de Elul, que es el día del tekufa de Tishri, coincide con el 24 de septiembre del calendario juliano a las 9 horas. Hecha esta primera identificación es fácil obtener los restantes tekufot que vienen dados en la tabla 21.

El tekufa después del de Tishri viene 91 días 7 horas y 30 minutos más tarde, es decir la cuarta parte de la duración de un año juliano. Por tanto el tekufa de invierno o de Tevet viene el 24 de diciembre a 16 horas y 30 minutos. Y de igual modo podemos obtener los restantes tekufot.

Para obtener los tekufot del siguiente año lo único que tenemos que hacer es añadir 6 horas a los anteriores, tiempo que es el exceso sobre días enteros del año del calendario juliano. En cuanto al día del mes debe haber una diferencia de 365, es decir volverá a repetirse el mismo día del mes, a no ser

Periodo	Otoño		Invierno		Primavera		Verano	
	Día	Hora	Día	Hora	Día	Hora	Día	Hora
1	24 Sept.	9 ^h	24 Dic.	16 ^h 30 ^m	26 Mar.	0 ^h	25 Jun.	7 ^h 30 ^m
2	24 Sept.	15 ^h	24 Dic.	22 ^h 30 ^m	26 Mar.	6 ^h	25 Jun.	13 ^h 30 ^m
3	24 Sept.	21 ^h	25 Dic.	4 ^h 30 ^m	26 Mar.	12 ^h	25 Jun.	19 ^h 30 ^m
0	25 Sept.	3 ^h	25 Dic.	10 ^h 30 ^m	25 Mar.	18 ^h	25 Jun.	1 ^h 30 ^m

Tabla 21.- Días de los tekufot en el calendario juliano

Se muestran las cuatro posibilidades en que pueden caer los tekufot en el calendario juliano. Para determinar el periodo al que pertenece un año (se entiende el año donde se encuentra el mes de Tishri) se divide el año de la era mundana entre 4 y su resto nos da el periodo a utilizar. O dicho de otra forma, el año juliano que comienza en el periodo 0 es un año bisiesto. Por tanto los dos últimos tekufot del periodo 0 y los dos primeros del periodo 1, corresponden a un año bisiesto del calendario juliano.

Notemos que los dos primeros tekufot de cada periodo pertenecen a un mismo año de la era cristiana y los restantes dos tekufot pertenecen al otro año cristiano, pero todos los tekufot pertenecen al mismo año hebreo.

que la hora del tekufa correspondiente haya superado las 24 horas. Si el año en que buscamos los tekufot es bisiesto, seguiremos agregando al tiempo 6 horas, pero ahora el día del mes disminuirá en una unidad, a no ser que se supere las 24 horas.

En la tabla 21 se dan las cuatro posibilidades de cada uno de los tekufot en el calendario juliano. Existen cuatro periodos según el lugar que ocupe el año en el ciclo de los bisiestos. Para saber a qué periodo pertenece un año que venga expresado en la era mundana, se halla el resto de su división por cuatro, este resultado nos dice a qué periodo pertenece. Esto es así porque los años de diferencia entre la era mundana y la era cristiana es 3.761, es decir

un número entero de ciclos de cuatro años más un año, entonces si la división de un año de la era mundana entre cuatro tiene de resto 1 el año es bisiesto.

Para conocer el año de la era cristiana a la que pertenece el primer tekufot, es decir el de Tishri, se le quita al año de la era mundana 3.761 años. Notemos por último que el año bisiesto de la era cristiana forma parte de dos períodos, que son los dos últimos tekufot del período 0 y los dos primeros del período 1.

Aunque el calendario hebreo se desplaza respecto al juliano, los tekufot son fijos respecto a este último calendario, ya que para su cálculo se utiliza la duración del año de ese calendario y no la duración del año que se obtiene del ciclo de Meton.

El último problema a resolver es la determinación de la fecha de los tekufot en el calendario gregoriano. Para ello hay que tener en cuenta que cuando se produjo la reforma gregoriana se eliminaron 10 días y cada 400 años se eliminan otros 3, concretamente en los años seculares (terminados en dos ceros) cuyas restantes cifras no sean divisibles entre cuatro. En la tabla 22 se dan los días que hay que añadirles a los dados por la tabla 21 según el período de tiempo considerado.

Los días a añadir que aparecen en la tabla 22 empezarán a ser válidos a partir del mes de marzo. Por ejemplo, supongamos el año de la era mundana 5560 que pertenece al grupo 0, los dos últimos tekufot corresponderán al año 1800, por lo que a las fechas de esas conversiones habrá que añadirle 12 unidades.

Período	Reforma Gregoriana	1700	1800	1900	2100	2200	2300	2500	2600	2700
Días a añadir	11	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Tabla 22.- Determinación de los tekufot en el calendario gregoriano

En la tabla 21 se da la fecha de los tekufot para el calendario juliano, si queremos obtener la fecha en el calendario gregoriano tendremos que sumarle los días de la tabla de arriba. Por ejemplo, el tekufa de Tishri del año 1804 de la era cristiana, que es un año bisiesto por ser divisible entre 4, fue el 24 de septiembre a las 9 horas, como indica la tabla 21, más 12 días (tal como se ve en la tabla 22), es decir será el día 6 de octubre. Desde la reforma gregoriana de 1582 hasta el 1700 hay que añadir 10 días para hacer la conversión de fechas julianas a gregorianas.

Ciclo solar	Tekufa de Tishri					Tekufa de Tevet				
	Día semanal	Día del mes	Mes	Hora	Minutos	Día semanal	Día del mes	Mes	Hora	Minutos
1*	3	24	9	9	0	3	24	12	16	30
2	4	24	9	15	0	4	24	12	22	30
3	5	24	9	21	0	5	25	12	4	30
4	6	25	9	3	0	7	25	12	10	30
5*	1	24	9	9	0	1	24	12	16	30
6	2	24	9	15	0	2	24	12	22	30
7	3	24	9	21	0	3	25	12	4	30
8	4	25	9	3	0	5	25	12	10	30
9*	6	24	9	9	0	6	24	12	16	30
10	7	24	9	15	0	7	24	12	22	30
11	1	24	9	21	0	1	25	12	4	30
12	2	25	9	3	0	3	25	12	10	30
13*	4	24	9	9	0	4	24	12	16	30
14	5	24	9	15	0	5	24	12	22	30
15	6	24	9	21	0	6	25	12	4	30
16	7	25	9	3	0	1	25	12	10	30
17*	2	24	9	9	0	2	24	12	16	30
18	3	24	9	15	0	3	24	12	22	30
19	4	24	9	21	0	4	25	12	4	30
20	5	25	9	3	0	6	25	12	10	30
21*	7	24	9	9	0	7	24	12	16	30
22	1	24	9	15	0	1	24	12	22	30
23	2	24	9	21	0	2	25	12	4	30
24	3	25	9	3	0	4	25	12	10	30
25*	5	24	9	9	0	5	24	12	16	30
26	6	24	9	15	0	6	24	12	22	30
27	7	24	9	21	0	7	25	12	4	30
28	1	25	9	3	0	2	25	12	10	30

Ciclo solar	Tekufa de Tishri					Tekufa de Tevet				
	Día semanal	Día del mes	Mes	Hora	Minutos	Día semanal	Día del mes	Mes	Hora	Minutos
1	4	26	3	0	0	4	24	6	7	30
2	5	26	3	6	0	5	24	6	13	30
3	6	26	3	12	0	6	25	6	19	30
4*	7	25	3	18	0	7	25	6	1	30
5	2	26	3	0	0	2	24	6	7	30
6	3	26	3	6	0	3	24	6	13	30
7	4	26	3	12	0	4	25	6	19	30
8*	5	25	3	18	0	5	25	6	1	30
9	7	26	3	0	0	7	24	6	7	30
10	1	26	3	6	0	1	24	6	13	30
11	2	26	3	12	0	2	25	6	19	30
12*	3	25	3	18	0	3	25	6	1	30
13	5	26	3	0	0	5	24	6	7	30
14	6	26	3	6	0	6	24	6	13	30
15	7	26	3	12	0	7	25	6	19	30
16*	1	25	3	18	0	1	25	6	1	30
17	3	26	3	0	0	3	24	6	7	30
18	4	26	3	6	0	4	24	6	13	30
19	5	26	3	12	0	5	25	6	19	30
20*	6	25	3	18	0	6	25	6	1	30
21	1	26	3	0	0	1	24	6	7	30
22	2	26	3	6	0	2	24	6	13	30
23	3	26	3	12	0	3	25	6	19	30
24*	4	25	3	18	0	4	25	6	1	30
25	6	26	3	0	0	6	24	6	7	30
26	7	26	3	6	0	7	24	6	13	30
27	1	26	3	12	0	1	25	6	19	30
28*	2	25	3	18	0	2	25	6	1	30

Ejemplo 14: Calcular los cuatro tekufot del año 5711 en los calendarios juliano y gregoriano

a) El resto de la división de 5711 entre 4 es 3, que corresponde al periodo a utilizar en la tabla 21. Si a 5.711 le restamos 3.761 que es la diferencia de años entre el calendario juliano y el hebreo, obtenemos el año juliano 1950 que es al que le corresponde el año mundano de 5711.

Hay que recordar que los dos primeros tekufot, o sea el de otoño e invierno, pertenecen al año 1950 pero los dos restantes tekufot, los de primavera y verano, pertenecen al siguiente año, es decir al 1951. No obstante, todos los tekufot pertenecen al mismo año de la era mundana, el año 5711.

b) En el calendario juliano la fechas y momentos de los tekufot se determinan a partir de la tabla 21, sabiendo que hay que utilizar el periodo 3:

Otoño, 24 de septiembre del 1950 a las 21 horas.

Invierno, 25 de diciembre del 1950 a las 4 horas y 30 minutos.

Primavera, 26 de marzo de 1951 a las 12 horas.

Verano, 25 de junio de 1951 a las 19 horas y 30 minutos.

c) De la tabla 22 encontramos que hay que añadirle a las anteriores fechas 13 días para determinar las fechas en el calendario gregoriano:

Otoño, 7 de octubre de 1950 a las 21 horas.

Invierno, 7 de enero de 1951 a las 4 horas y 30 minutos.

Primavera, 8 de abril de 1951 a las 12 horas.

Verano, 8 de julio de 1951 a las 19 horas y 30 minutos.

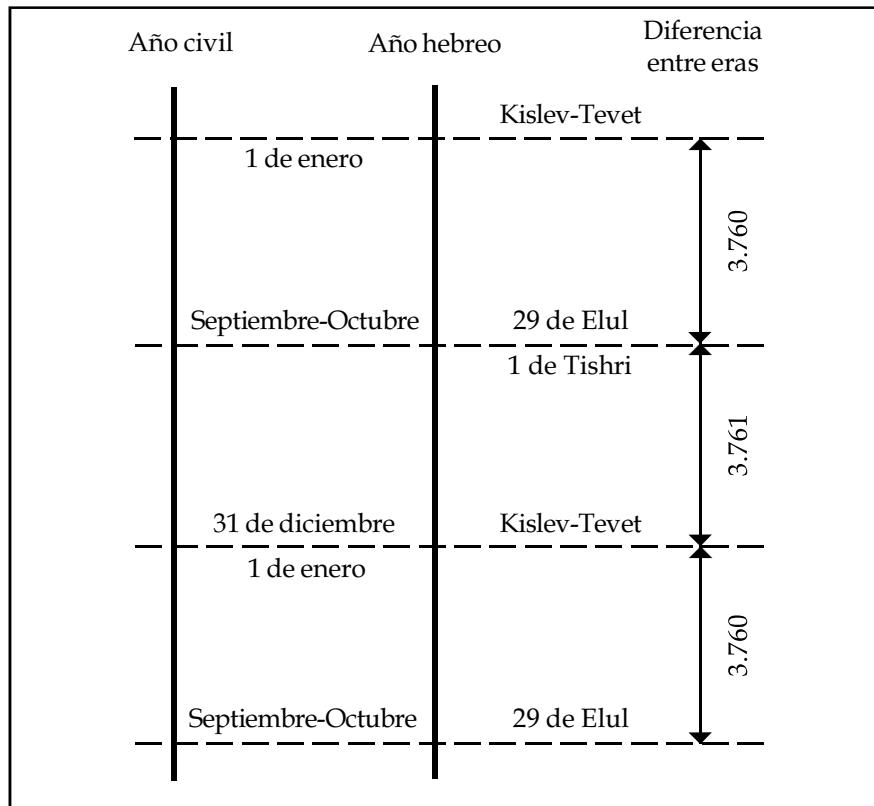
Como siempre, las horas que estamos considerando son horas hebreas y no horas civiles.

Tabla 23.- Día de la semana y fecha juliana de los tekufot

Las dos tablas de las páginas anteriores nos permiten fácilmente determinar el día del mes en el calendario juliano y el día de la semana y la hora en que se producen los tekufot. Para obtener la fecha en el calendario gregoriano hay que sumarle la cantidad que se averigua en la tabla 22. En la primera columna de las dos tablas anteriores aparece el ciclo solar del año, que se obtiene hallando el resto de la división del año de la era mundana entre 28. En la columna nombrada día de la semana los números indican el 1 el domingo, el 2 lunes, y así sucesivamente. Notemos que en el calendario juliano sólo se pueden dar 28 posibilidades para cada una de las conversiones. Aquellos tekufot que corresponden a años del ciclo solar que tienen un arterisco pertenecen a un año bisiesto.

21.2. Correspondencia entre los años de la era mundana y los de la era cristiana

Los inicios de los años del calendario hebreo y los años civiles (ya sean julianos o gregorianos) no coinciden, por lo que tenemos dos correspondencias entre los años de ambas eras. En el esquema 3 hacemos una representación



Esquema 3.- Correlación entre los años de la era mundana y de la era cristiana

Como no coinciden las fechas de inicio de los calendarios hebreo y civil, ocurre que la diferencia entre los años tal como son medida en uno y otro calendario pueden tomar dos valores diferentes. En el esquema se muestra cuando es válida la diferencia de 3.760 años y cuando la de 3.761. Indiquemos que no es conocida a priori las fechas precisas en que la diferencia empieza a tomar cada uno de los dos valores. Por lo que para conocer la correlación entre los dos años de uno y otro calendario es necesario conocer la fecha del día en que se quiere hacer la conversión.

para entender esta doble correspondencia, que algunas veces hace que la diferencia entre una y otra era sea 3.760 y en otras 3.761 años.

Vemos en el esquema 3 que desde el comienzo del año hebreo el día 1 de Tishri hasta el 31 de diciembre del correspondiente año civil, periodo que se encuentra entre los meses de Kislev y Tevet, la diferencia entre las dos eras es de 3.761 años. Sin embargo, a partir de esa fecha hasta el final del año hebreo, que coincide entre los meses de septiembre y octubre, la diferencia entre ambas eras es de 3.760 años.

Por lo tanto, si queremos saber el año de una era conocido el año en la otra, es necesario además conocer la fecha. Si no es conocida se sobreentenderá entre el 1 de enero y el 1 de Tishri, por lo que la diferencia será de 3.760 años.

22.3. El ciclo solar

Además del ciclo lunar de 19 años, existe otro ciclo, llamado solar que está compuesto de 28 años julianos, por tanto con una duración de

$$4 \cdot 365,25 = 1.461 \text{ días.}$$

Al cabo de 28 años julianos los mismos días del mes del calendario juliano tienen el mismo día de la semana, resultado de la descomposición $28 = 7 \cdot 4$

Por ejemplo, el 1 de junio del año 2028 de la era cristiana será miércoles y el 1 de junio de 2056 (28 años más tarde) también será miércoles. Hay que advertir que esta norma no se cumple con carácter general en el calendario gregoriano. En este calendario la repetición de días semanales acontece cada 400 años.

Por lo dicho anteriormente, cada 28 años el día de la semana de un mismo tekufa se repite, esta propiedad nos va a servir para hallar el día de la semana de los tekufot

Para saber los ciclos solares S que han transcurrido desde la creación hasta un año Y del calendario hebreo, se le resta al año una unidad, se divide entre 28 y se halla su cociente, o bien

$$S = \text{int}\left(\frac{Y-1}{28}\right), \quad (9)$$

si queremos saber cuántos años R han transcurrido en el ciclo solar en que se encuentre el año Y , se halla el resto de la división de $Y-1$ entre 28, o bien se aplica la fórmula

$$R = (Y-1) \bmod 28. \quad (10)$$

Ejemplo 15: Hallar los ciclos solares transcurridos hasta el año 5711 de la era mundana

Al hallar la división de $5.711 - 1 = 5.710$ entre 28 nos sale

$$(5711 - 1) / 28 = 203,9285714 \Rightarrow \begin{array}{l} \text{Cociente} = 203 \\ \text{Resto} = 0,9285714 \cdot 28 = 26 \end{array}$$

es decir, han transcurrido 203 ciclos solares de 28 años desde la creación hasta el comienzo del año 5711 y han transcurrido 26 años en el ciclo solar en que se encuentra ese año. Por tanto, el año 5711 se encuentra en el ciclo solar 204 y en la posición 27 de ese ciclo

23.3. Cálculo del día de la semana y de la hora de los tekufot

Hemos obtenido la hora, día de la semana y del mes de los tekufot de Tishri y Nisan del año de Tohu. También hemos obtenido el día del mes y la hora de los demás tekufot en el calendario juliano y gregoriano. A continuación vamos a obtener el día de la semana y la hora de cualquier tekufot pero referido al calendario hebreo. Más adelante también calcularemos el día del mes que corresponde a esas conversiones del año.

El procedimiento a seguir para hallar el día semanal y la hora de los tekufot de un año es el siguiente:

- a) Se halla la posición solar del año de la era mundana: se determinan los ciclos solares enteros que han transcurrido desde la creación y se halla los años transcurridos en el ciclo en el que se encuentre el año.
 - b) Se calculan los excesos sobre semanas de los años que han transcurrido en el ciclo solar en que se encuentre el año.
 - c) Se añade al exceso anterior el momento correspondiente al primer tekufa de la creación, que como vimos es el tekufa de Nisan que ocurrió un miércoles a las 0 horas, o sea 4^d 0^h.
 - d) Se calculan los restantes tekufot, teniendo en cuenta que los días entre los tekufot son 91, o sea un número entero de semanas, por tanto los tekufot de un mismo año caen en el mismo día semanal, a no ser que la suma de las horas supere las 24.
- Para hallar el tekufa de Tammuz se le añade al de Nisan 7 horas y 30 minutos.
 -Al restar 7 horas y 30 minutos al tekufa de Nisan obtenemos el de Tevet.
 -Al restar 7 horas y 30 minutos al tekufa de Tevet encontramos el de Tishri.

Los días de la semana de los distintos tekufot que se han calculado no varían, como antes hemos dicho, excepto en el caso de que la suma de las horas supere las 24.

Ejemplo 16: Hallar el momento y el día semanal de los tekufot del año 5765

- a) Aplicando las fórmulas (9) se encuentra que hasta el comienzo del

año 5765 han transcurrido 205 ciclos solares, por lo tanto ese año se encuentra en el ciclo número 206 y han transcurrido en ese ciclo hasta el comienzo de ese año 24 años, según se calcula por la fórmula (10).
b) Cada año juliano excede a un número entero de semanas en 1 día y 6 horas. Este valor hay que multiplicarlo por 24: $24 \cdot (1^d 6^h) = 2^d 0^h$.
c) Hay que añadirle al exceso anteriormente calculado el momento del primer tekufa, que según sabemos fue miércoles a las 0 horas

$$2^d 0^h + 4^d 0^h = 6^d 0^h .$$

por tanto el tekufa de Nisan del año 5765 será un viernes a las 0 horas.
d) Para obtener el tekufa de Tammuz sumamos 7 horas y 30 minutos al tekufa de Nisan $6^d 0^h + 7^h 30^m = 6^d 7^h 30^m$. Para obtener los demás tekufot lo que hacemos es restar, así para el de Tevet o de la estación de otoño hacemos $6^d 0^h - 7^h 30^m = 5^d 16^h 30^m$ y para el de Tishri $5^d 16^h 30^m - 7^h 30^m = 5^d 9^h$.

En resumen los tekufot del año 5765 serán
-De Tishri o de otoño: jueves a las 9 horas.
-De Tevet o de invierno: jueves a las 16 horas y 30 minutos.
-De Nisan o de primavera: viernes a las 0 horas.
-De Tammuz o de verano: viernes a las 7 horas y 30 minutos.

De la tabla 23 se puede obtener el día de la semana y la hora de cualquier tekufot, así como el día en el calendario juliano. Por ciclo solar se entiende la posición del año en el ciclo de 28 años, que comienza a contarse con el año 1.

Ejemplo 17: Hallar los días y horas de los tekufot del año 5765

El año 5765 corresponde al año 25 del ciclo solar. Mirando la tabla 23 encontramos los siguientes resultados:

- Tekufa de Tishri: jueves 24 de septiembre a las 9 horas.
 - Tekufa de Tevet: jueves 24 de diciembre a las 16 horas y 30 minutos.
 - Tekufa de Nisan: viernes 26 de marzo a las 0 horas.
 - Tekufa de Tammuz: viernes 25 de junio a las 7 horas y 30 minutos.
- Resultados que coinciden con los del ejemplo 16.

24.3. Cálculo del día del mes de los tekufot

Sabemos cómo calcular el día de la semana y la hora de los tekufot, también el día de mes de estos eventos en el calendario juliano y gregoriano, nos queda averiguar las técnicas para saber las fechas hebreas de los tekufot, que es lo que vamos a hacer a continuación.

En esencia el método consiste en determinar el desplazamiento del molad

de Nisan (o de Adar II en caso de años embolísmicos) desde el primer año de la creación hasta el año en cuestión referido al tekufa buscado, que se supone punto de referencia fijo. El siguiente paso es hallar el día del mes del molad de Nisan (o de Adar II) y a partir de esos dos datos hallar definitivamente la fecha del tekufa buscado.

Los pasos que hay que seguir para determinar los días del mes de los tekufot en el calendario hebreo son los siguientes:

- a) Se determinan las características del año: género, especie, carácter y posición lunar.
- b) Se halla el carácter del mes de Nisan (o de Adar II en los años embolísmicos).
- c) Se halla el día de la semana y la hora del tekufa de Nisan.
- d) Se calcula el desplazamiento del molad de Nisan causado por los ciclos lunares transcurridos.
- e) Se halla el desplazamiento del molad de Nisan debido a los años transcurridos en el ciclo lunar en que se encuentra el año.
- f) Se añade a los anteriores desplazamientos el atraso del primer molad de Nisan respecto al primer tekufa.
- g) Se halla el día del mes del molad de Nisan (o de Adar II en el caso de los años embolísmicos) del año en estudio.
- h) Con los datos anteriores, se obtiene el día del mes del tekufa de Nisan.
- i) Se obtienen los restantes tekufot sumando o restando 91 días 7 horas y 30 minutos, por la regla ya conocida.

Ejemplo 18: Hallar los días del mes de los tekufot del año 5765

- a) El año 5765 es embolísmico, defectivo, su carácter es 5 y hasta su comienzo han transcurrido 303 ciclos lunares y 7 años, 5 de ellos comunes y 2 embolísmicos.
- b) Por la tabla 17 averiguamos que el carácter del mes de Adar II es sábado.
- c) Como el año 5765 corresponde al periodo 1 (pues su división entre 4 da 1) de la tabla 21 se encuentra que el tekufa de Nisan es un viernes a las 0 horas.
- d) Vamos a determinar el desplazamiento del molad de Adar II por ser año embolísmico, con respecto al tekufa de Nisan causada por los ciclos lunares y fracciones transcurridas. En cada ciclo lunar el desplazamiento del año hebreo respecto al año juliano es 1.565 partes según se desprende de la tabla 4, por lo tanto en 303 ciclos el desplazamiento habría sido 474.195 partes, lo que significa que el molad de Nisan llega antes cada año con referencia a un punto fijo del calendario juliano como puede ser el tekufa de Nisan.
- e) Los años comunes retroceden respecto al año juliano en 282.084

partes (tabla 4) y los años abundantes adelantan 483.349 partes. Por tanto el desplazamiento debido a estos años será

$$5 \cdot 282.084 - 2 \cdot 483.349 = 443.722.$$

f) El molad de Nisan de la creación vino $7^d\ 9^h\ 642^p$ (ver esquema 1) después del tekufa de Nisan, o sea 191.802 partes. Como resultado de los últimos tres cálculos, encontramos que en el año 5765 el tekufa de Nisan viene con un desplazamiento respecto al molad de

$$474.195 + 443.722 - 191.802 = 726.115 .$$

g) Hay que calcular el día del molad del mes de Adar II del año 5765. La primera neomenia del año 5765 fue en el momento $3^d\ 19^h\ 287^p$. De la tabla 18 encontramos que el exceso de semanas del molad de Adar II respecto al primer molad del año es $2^d\ 4^h\ 438^p$, por tanto el exceso sobre semanas es

$$3^d\ 19^h\ 287^p + 2^d\ 4^h\ 438^p = 5^d\ 23^h\ 725^p$$

por consiguiente el molad de Adar II será el jueves 29 de Adar I a las 23 horas y 725 partes.

h) Hemos calculado que el tekufa de Nisan del año 5765 se produjo 726.115 partes ($28^d\ 0^h\ 355^p$) después del molad de Adar II, por lo tanto el tekufa de Nisan se producirá

$$23^h\ 725^p + 28^d\ 0^h\ 355^p = 29^d\ 0^h$$

después del 29 de Adar I, por conteo encontramos que ese día será el 28 de Adar II a las 0 horas.

i) Ahora queda por calcular la fecha de los restantes tekufot. Para obtener el de Tammuz le sumamos al de Nisan 91 días 7 horas y 30 minutos, resultando 1 de Tammuz a las 7 horas y 30 minutos. Para obtener el tekufa de Tevet le restamos al de Nisan 91 días 7 horas y 30 minutos, y comprobamos que será el 25 de Tevet a las 16 horas y 30 minutos. Por último, el tekufa de Tishri será 91 días 7 horas y 30 minutos antes que el de Tevet, y será el día 22 de Tishri a las 9 horas.

25.3. Características de los tekufot

Los tekufot vienen definidos por cuatro características que son: la distancia, la expresión, el rango y la fecha. La distancia son los días, horas y partes en que el tekufa precede o antecede al correspondiente molad. La expresión es el día de la semana, la hora y las partes en que se produce el tekufa. El rango es la estación a la que pertenece y el orden es del ciclo de 28 años. Por último el rango es día y del mes. Las técnicas para obtener las cuatro características ya han sido examinadas anteriormente.

Ejemplo 19: Hallar las características de los tekufa de Nisan del año 5765

a) Determinación de la distancia:

-El tekufa de Nisan del año 5765 será un viernes 28 de Adar II a las 0 horas.

-El molad de Nisan del año 5765 será el sábado 29 de Adar II a las 12 horas y 438 partes.

-Por lo tanto la distancia del tekufa de Nisan es 1^d 12^h 438^p.

b) Determinación de la expresión. La expresión es el viernes a las 0 horas.

c) Determinación del rango. El tekufa de Nisan corresponde a la estación de primavera y el orden en el ciclo solar es el 25.

d) Determinación de la fecha. La fecha del tekufa de Nisan es el 28 de Adar II.

26.3. El año sabático

Se demonina año sabático o chemita al último de un ciclo de siete años. El origen del año sabático se encuentra en la Torah : «Entrado que hayáis en la tierra que yo os daré, dejadla descansar un año de siete en siete, a honra del Señor. Seis años sembrarás tu campo y seis años podarás tu viña y cogerás sus frutos. Pero al año séptimo será para la tierra sábado, en honor del descanso del Señor; ni sembrarás el campo ni podarás la viña», *Levítico 25:2-7*.

Del anterior texto se desprende que la chemita o año sabático es lo que el sábado a la semana, y que sólo existe la obligación de su cumplimiento en tierra de Israel.

La chemita comienza en el mes de Tishri y para establecer cuándo un año es sabático nos regimos por la opinión del rabino Yossi, según el cual al año de la destrucción del Templo, que fue el 3830, siguió a un año sabático. Por lo tanto podemos establecer la siguiente regla: un año es considerado sabático si es divisible entre 7. Serán, por ejemplo, años sabáticos el 5761 y el 6209.

27.3. El año del jubileo

En el capítulo 25 del Levítico se dice: «Asimismo contarás siete semanas de años; es decir, siete veces siete años, que juntos hacen cuarenta y nueve años; y al mes séptimo, el día 10 del mes, que es el tiempo de la fiesta de la Expiación, harás sonar la bocina por toda vuestra tierra y santificarás el año quincuagésimo, y anunciarás remisión o rescate general para todos los moradores de tu tierra, pues éste es el año del jubileo. Cada uno recobrará su

posesión, y cada cual se restituirá a su antigua familia: por ser el año quincuagésimo, año del jubileo», *Levítico 25: 8-11*.

Para el cálculo del Yobel o año del jubileo existen dos opiniones. Según una se cuenta siete veces siete, el siguiente año, o sea el quincuagésimo, es el año del jubileo. Este año coincide con el inicio de otro periodo de siete años. Al cabo de otros 50 años volverá a haber un nuevo Yobel, que también volverá a coincidir con el primer año de la chemita.

Según la otra opinión el año del jubileo es el siguiente año al séptimo chemita. Pero este mismo año no entra en el cómputo del nuevo ciclo de siete años, por lo que cuando acontece el Yobel, el ciclo chemita cuenta 8 años y no 7 como es habitual.

Capítulo 4

**Algoritmos
matemáticos**

4

Algoritmos matemáticos

1.4. Teorema de congruencia lineal

Consideremos dos conjuntos de números enteros, cuyos elementos representaremos por x e y . Supongamos que existe una correspondencia que asocia a cada elemento x uno y sólo un elemento y ; correspondiéndole, a su vez, a cada elemento y , al menos un elemento x . Si existe un número fraccionario P tal que cumpla la desigualdad

$$\max(y - P \cdot x) - \min(y - P \cdot x) < 1 \quad (11)$$

para todo par de valores x, y ; entonces es válida la relación

$$y = \text{int}(P \cdot x + Q) \quad (12)$$

donde Q es otro número fraccionario definido por

$$Q = \max(y - P \cdot x), \quad (13)$$

a la relación (12) se le llama de congruencia lineal.

Si la correspondencia es biyectiva, entonces existe la relación inversa

$$x = \text{int}\left(\frac{y - Q'}{A}\right)$$

donde

$$Q' = \min(y - P \cdot x).$$

Como los números Q y Q' tienen el mismo denominador que P , se puede establecer nuevos coeficientes p, q, r, s tal que

$$P = \frac{p}{r}; \quad Q = \frac{q}{r}; \quad Q' = -\frac{s}{r}$$

por tanto las relaciones de congruencia lineal quedan

$$y = \text{int}\left(\frac{p \cdot x + q}{r}\right); \quad x = \text{int}\left(\frac{r \cdot y + s}{p}\right).$$

Entre estos coeficientes existe la relación

$$q + s = r - 1.$$

Como seguidamente veremos, este teorema de congruencia lineal tiene una importante aplicación a los calendarios, ya que nos permite relacionar magnitudes que mantienen una correspondencia cercanamente lineal.

2.4. Número de años embolísmicos transcurridos

La correspondencia entre los años del ciclo de 19 años y los años embolísmicos, cumple la propiedad exigida por el teorema de congruencia lineal.

En efecto, en la tabla 24 aparece la citada correspondencia. Es necesario buscar una fracción P que cumpla la condición (11). Por simple tanteo elegimos el cociente $7/19$, con el que calculamos la tercera fila de la tabla 24. Encontramos que

$Q = \max(E - P \cdot A) = 1/19$; $Q' = \min(E - P \cdot A) = -17/19 \Rightarrow Q - Q' < 1$
y por (12) y (13) encontramos la relación de congruencia lineal

Años del ciclo A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Embolismos E	0	0	1	1	1	2	2	3	3	3
$E - P \cdot A$	-0,37	-0,74	-0,11	-0,47	-0,84	-0,21	-0,58	0,05	-0,32	-0,68
Años del ciclo A	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Embolismos E	4	4	4	5	5	5	6	6	7	
$E - P \cdot A$	-0,05	-0,42	-0,79	-0,16	-0,53	-0,89	-0,26	-0,63	0	

Tabla 24.- Relación de congruencia lineal entre los años del ciclo y los embolismos transcurridos

En la primera fila de la tabla están los años A transcurridos en el ciclo lunar. En la segunda fila aparecen los años embolísmicos transcurridos. En la tercera fila se hace el cálculo de $E - P \cdot A$ para el caso en que tomemos $P = 7/19$. Comprobamos que la diferencia entre su mayor valor (0,05 para $A = 8$) y el menor valor (-0,89 para $A = 16$) hay una diferencia menor que 1, por tanto es aplicable la fórmula (12).

$$E = \text{int}\left(\frac{7 \cdot A + 1}{19}\right), \quad (14)$$

donde A es el número de años transcurridos en el ciclo. Podemos poner E en función de A' que es el orden que ocupa el año en cuestión en el ciclo, es decir

$$A' = A + 1$$

entonces el número de años embolísmicos transcurridos son

$$E = \text{int}\left(\frac{7 \cdot A' - 6}{19}\right).$$

Una técnica para determinar el coeficiente P es hallando la pendiente de la recta de regresión lineal de la correspondencia entre años del ciclo y años embolísmicos. Con los datos de la tabla 24 se encuentra que la pendiente de esta recta de ajuste lineal es

$$a = 0,370\,175\,44,$$

ahora se descompone en fracciones continuas, encontrándose entre otros los cocientes

$$\frac{3}{8}; \quad \frac{7}{19}$$

al hacer una tabla como la 24 pero con $P = 3/8$ encontramos que no se cumple la relación (11), por lo tanto con este coeficiente no se puede obtener una relación de congruencia lineal, pero sí se consigue con $P = 7/19$.

(14) puede ponerse en función del año de la era mundana considerada, teniendo en cuenta para ello (2), tenemos la identidad

$$A = (Y - 1) \bmod 19 = (Y - 1) - 19 \cdot \text{int}\left(\frac{Y - 1}{19}\right), \quad (15)$$

y como

$$\text{int}(R + S) = \text{int}R + \text{int}S$$

siempre y cuando R y/o S sean enteros, entonces de (14) se deduce

$$\begin{aligned} E &= \text{int}\left(\frac{7 \cdot A + 1}{19}\right) = \text{int}\left[\frac{7 \cdot (Y - 1) + 1}{19} - 7 \cdot \text{int}\frac{Y - 1}{19}\right] = \\ &= \text{int}\left(\frac{7Y - 6}{19}\right) - 7 \cdot \text{int}\left(\frac{Y - 1}{19}\right). \end{aligned} \quad (16)$$

3.4. Número de años comunes transcurridos

Podemos obtener una correspondencia entre los años A transcurridos en un año de un ciclo lunar y los años comunes N transcurridos. En la tabla 25 hacemos esta correspondencia. Hemos elegido por tanteo $P = 12/19$ y

Años del ciclo <i>A</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Años comunes <i>N</i>	1	2	2	3	4	4	5	5	6	7
$N - P \cdot A$	0,37	0,74	0,11	0,47	0,84	0,21	0,58	-0,05	0,32	0,68
Años del ciclo <i>A</i>	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Años comunes <i>N</i>	7	8	9	9	10	10	11	12	12	
$N - P \cdot A$	0,05	0,42	0,79	0,16	0,53	-0,11	0,26	0,63	0	

Tabla 25.- Relación de congruencia lineal entre los años del ciclo y los años comunes transcurridos

En la primera fila de la tabla están los años *A* transcurridos en el ciclo lunar. En la segunda fila aparecen los años comunes transcurridos. En la tercera fila se hace el cálculo de $N - P \cdot A$ para el caso en que tomemos $P = 12/19$. Comprobamos que la diferencia entre su mayor valor (0,84 para $A = 5$) y el menor valor (-0,11 para $A = 16$) hay una diferencia menor que 1, por tanto es aplicable la fórmula (12).

econtramos que esta fracción cumple (11)

$$Q = \max(E - P \cdot A) = 16/19; \quad Q' = \min(E - P \cdot A) = -2/19 \Rightarrow Q - Q' < 1$$

por tanto es de aplicación la relación de congruencia lineal (12)

$$N = \text{int}\left(\frac{12 \cdot A + 16}{19}\right). \quad (17)$$

Al igual que hemos hecho en el apartado anterior, (17) se puede poner en función del año de la era mundana

$$N = \text{int}\left(\frac{12 \cdot Y + 4}{19}\right) - 12 \cdot \text{int}\left(\frac{Y - 1}{19}\right). \quad (18)$$

4.4. Número de lunaciones transcurridas

En 11.3 habíamos encontrado que el número de lunaciones *L* transcurridas desde el comienzo del mundo hasta el comienzo del año *Y* de la era de la creación es

$$L = 235 \cdot C + 12 \cdot A + E = 235 \cdot C + 12 \cdot N + 13 \cdot E$$

utilizando (1), (2), (15) y (16)

$$L = 235 \cdot C + 12 \cdot A + E = 235 \cdot \text{int}\left(\frac{Y-1}{19}\right) + 12 \cdot (Y-1) - \\ - 12 \cdot 19 \cdot \text{int}\left(\frac{Y-1}{19}\right) + \text{int}\left(\frac{7Y-6}{19}\right) - 7 \cdot \text{int}\left(\frac{Y-1}{19}\right)$$

al simplificar queda

$$L = 12 \cdot (Y-1) + \text{int}\left(\frac{7Y-6}{19}\right) = \text{int}\left[\frac{7Y-6}{19} + \frac{12 \cdot 19 \cdot (Y-1)}{19}\right]$$

de donde deducimos

$$L = \text{int}\left(\frac{235 \cdot Y - 234}{19}\right). \quad (19)$$

5.4. Teoría general del número de embolismo por ciclo

Podemos desarrollar una teoría matemática de carácter general, donde se establezcan aspectos tales como el número de intercalaciones en un periodo dado, los años que serán embolísmicos y su situación en el ciclo.

Denominemos con a_a la duración del año astronómico, que en nuestra aproximación podemos entender que es el año gregoriano, de una duración de 365,2425 días. F representa el número de años del ciclo que vamos a estudiar, que será 19 en el caso del calendario hebreo. D es el número de días que tiene el embolismo, que para el calendario hebreo es 30. G el número de años embolísmicos que hay en el ciclo considerado. a_n es la duración de los años normales, o sea los no embolísmicos, que podemos tomar como 354 para el calendario hebreo.

El número de embolismos G que hay que colocar en el ciclo de F años, serán los periodos de D días que hay en el exceso acumulado entre el año astronómico de referencia y el año normal

$$G = \text{cint}\left[\frac{(a_a - a_n) \cdot F}{D}\right] \quad (20)$$

donde cint es la función redondeo, es decir el número entero más cercano al cociente.

El año que se obtiene del ciclo de F años no coincide, por lo general, con el año astronómico, aunque pretende acercarse lo más posible a esta referencia. El año que podemos llamar del calendario se calcula por

$$a_c = \frac{F \cdot a_n + G \cdot D}{F} \quad (21)$$

fórmula que no es adecuada para la aplicación al calendario hebreo por

tener tres clases de años comunes.

Un parámetro que nos permite conocer como se desvía el calendario de la astronomía, es dado por el coeficiente J definido por

$$J = \frac{1}{|a_a - a_c|}$$

que con bastante aproximación nos dice los años que tienen que pasar para que la desviación del calendario con respecto al año astronómico alcance un día.

Los anteriores resultados los podemos aplicar a cualquier calendario definido sobre un ciclo de años con intercalaciones. Para el caso del calendario hebreo $F = 19$, entonces de (20)

$$G = \text{cint} \left[\frac{(a_a - a_n) \cdot F}{D} \right] = \text{cint} \left[\frac{(365,2425 - 354) \cdot 19}{30} \right] = 7,$$

que nos viene a confirmar que debe de haber 7 años embolísmicos en el ciclo de 19 años.

6.4. Teoría general de intercalación de los embolismos

Ya habíamos indicado que los años embolísmicos deben estar situados los más regularmente posible en el periodo de 19 años. Para averiguar cuáles son los años embolísmicos hacemos el cociente

$$k \frac{F}{G}$$

donde k es el número de orden del año embolísmico; pues bien, los años embolísmicos son aquellos iguales a la anterior expresión (si es que fuera un número entero) o al número entero inmediatamente superior. Puesta esta afirmación matemáticamente

$$k \cdot \frac{F}{G} + 1 > Y_k \geq k \cdot \frac{F}{G} \quad (22)$$

donde Y_k representa los años del ciclo que son embolísmicos. Por ejemplo, para el ciclo de 19 años de Meton, en donde 7 de ellos son embolísmicos, el año embolísmico situado en el orden 3 ($k = 3$) deberá cumplir

$$3 \cdot \frac{19}{7} + 1 > Y_3 \geq 3 \cdot \frac{19}{7} \Rightarrow 9,142857 > Y_3 \geq 8,142857 \Rightarrow Y_3 = 9,$$

por lo tanto el tercer año embolísmico del ciclo será el año 9.

Podemos expresar (22) de otra forma. Multiplicando por G y dividiendo entre F obtenemos de (22)

$$k + \frac{G}{F} > Y_k \cdot \frac{G}{F} \geq k \quad (23)$$

y como Y_k tiene que ser un número entero, entonces

$$\text{int}\left(Y_k \cdot \frac{G}{F}\right) = k, \quad (24)$$

con este resultado volvemos a (23)

$$\text{int}\left(Y_k \cdot \frac{G}{F}\right) + \frac{G}{F} > Y_k \cdot \frac{G}{F} \Rightarrow Y_k \cdot \frac{G}{F} - \text{int}\left(Y_k \cdot \frac{G}{F}\right) < \frac{G}{F},$$

por definición de la función mod

$$Y_k \cdot \frac{G}{F} = \text{int}\left(Y_k \cdot \frac{G}{F}\right) + \frac{(Y_k \cdot G) \bmod F}{F}$$

entonces

$$(Y_k \cdot G) \bmod F < G \quad (25)$$

representa otra forma para saber qué años del ciclo serán embolísmicos. Por ejemplo, si el año es el 11 del ciclo, por (25) se encuentra

$$(11 \cdot 7) \bmod 19 < 7 \Leftrightarrow 1 < 7$$

como la desigualdad se cumple, el año 11 del ciclo es embolísmico. Supongamos ahora que se trate del año 12 del ciclo, entonces por (25)

$$(12 \cdot 7) \bmod 19 < 7 \Leftrightarrow 8 < 7$$

como no se cumple la desigualdad, el año 12 del ciclo no será embolísmico.

En la fórmula (24) k cabe entenderlo como el número de años embolísmicos E transcurridos hasta final del año Y del ciclo

$$E = \text{int}\left(Y \cdot \frac{G}{F}\right). \quad (26)$$

Podemos obtener otra expresión alternativa para saber cuáles años serán embolísmicos

$$Y_k = \text{int}\left(k \cdot \frac{F}{G} + 1\right) - \text{int}\left[\frac{G}{k \cdot F} \text{int}\left(k \cdot \frac{F}{G}\right)\right] \quad (27)$$

que concuerda con el criterio expresado en (22). Nótese que el segundo sumando toma el valor unidad solamente cuando el cociente $k \cdot F/G$ es entero.

7.4. El orden natural de las intercalaciones

Utilizando (25) encontramos los años del ciclo de 19 años que son embolísmicos

$$3, 6, 9, 11, 14, 17, 19 \quad (28)$$

a este orden de los años le vamos a llamar el orden natural. No obstante podemos comenzar a contar los años del ciclo, no desde el 1 del orden natural,

sino a partir de otro año diferente; tendremos por tanto un desplazamiento del orden en que se dan los años embolísmicos.

Sea β el número de años transcurridos desde el inicio del ciclo en su orden natural, hasta el comienzo del año que ahora utilizaremos como inicio del ciclo desplazado; y sea α el número de embolismos que han transcurrido entre ambos años. Por (26) existe la relación

$$\alpha = \text{int} \left(\beta \cdot \frac{G}{F} \right). \quad (29)$$

En la tabla 26 vemos el orden natural de los años embolísmicos en el ciclo de 19 años tal como se deduce de la fórmula (25). El ciclo del calendario hebreo se encuentra desplazado respecto a este orden. De tal forma que el año 1 del ciclo usado en el calendario hebreo coincide con el año 12 del orden natural.

En el orden desplazado son años embolísmicos los colocados en las posiciones

$$3, 6, 8, 11, 14, 17, 19 \quad (30)$$

es decir el mismo orden que el natural dado por (18), a excepción de que en vez de ser embolísmico el año 9 lo es el 8.

De la tabla 26 se encuentra que el número de años transcurridos antes del 1 del orden desplazado es 11, valor que hemos llamado β ; mientras que α , años embolísmicos que han pasado hasta el inicio del orden desplazado, es 4. Valores que concuerdan con los relacionados por la fórmula (29).

Queda por determinar la fórmula que nos permita hallar los años que serán embolísmicos en el caso de que haya un desplazamiento del orden de

Orden natural	1	2	<u>3</u>	4	5	<u>6</u>	7	8	<u>9</u>	10	<u>11</u>	12	13	<u>14</u>	15	16	<u>17</u>	18	<u>19</u>			
Orden desplazado	9	10	<u>11</u>	12	13	<u>14</u>	15	16	<u>17</u>	18	<u>19</u>				1	2	<u>3</u>	4	5	<u>6</u>	7	<u>8</u>

Tabla 26.- Orden natural y desplazado de la secuencia de años embolísmicos en el ciclo de 19 años

En la primera fila están numerados los años del ciclo de 19 años o de Meton. Subrayados se encuentran los años que deben ser embolísmicos según la fórmula (25), un orden al que hemos llamado el natural. En las dos filas siguientes están numerados los años en el ciclo de Meton como es utilizado en el calendario hebreo. Démonos cuenta que el año 1 del ciclo hebreo coincide con el año 12 del ciclo natural. Hasta el año 1 del orden desplazado han transcurrido 11 años, 4 de ellos embolísmicos.

numeración de los años del ciclo. Para ello tenemos que hacer las sustituciones

$$Y_k \rightarrow Y_k + \beta; \quad k \rightarrow k + \alpha$$

al aplicar (25)

$$[(Y_k + \beta) \cdot G] \bmod F < G \quad (31)$$

y al aplicar (27)

$$Y_k = \text{int} \left[(k + \alpha) \cdot \frac{F}{G} + 1 \right] - \text{int} \left\{ \frac{G}{(k + \alpha) \cdot F} \text{int} \left[(k + \alpha) \cdot \frac{F}{G} \right] \right\} - \beta$$

siendo Y_k los años que son embolísmicos cuando usamos el orden desplazado.

Al aplicar la fórmula (31) al calendario hebreo se obtiene que los años embolísmicos son los que cumplen la desigualdad

$$[7 \cdot (Y + 11)] \bmod 19 < 7. \quad (32)$$

8.4. Momento del primer molad del año

Vamos a determinar el día de la semana, la hora y las partes del instante en que se produce el primer molad del año Y de la creación. Como ya sabemos, la duración de la lunación para el cálculo del calendario hebreo es 29 días 12 horas 793 partes o en notación decimal $m = 29,530\,594\,1358$ y que el momento del primer molad, el que ocurrió inmediatamente después de la creación, fue el lunes a las 5 horas 204 partes o bien $b = 2,216\,203\,7037$.

El momento del primer molad del año será el exceso sobre semanas de la cantidad $L \cdot m + b$ o sea

$$T = (L \cdot m + b) \bmod 7.$$

Para evitar la pérdida de cifras decimales con la calculadora, vamos a descomponer la anterior expresión en dos partes: el cálculo de las horas y partes T_1 y el cálculo de días T_2

$$\begin{aligned} T_1 &= L \cdot (m - 29) - \text{int}[L \cdot (m - 29)] + (b - 2) \\ T_2 &= 29 \cdot L + \text{int}[L \cdot (m - 29)] + 2 \end{aligned} \quad (33)$$

entonces el momento del primer molad viene definido por

$$\begin{aligned} S &= \text{cint}(T_2 \bmod 7) \\ H &= \text{int}(24 \cdot T_1) \\ P &= \text{cint}[1080(24 \cdot T_1 - H)] \end{aligned} \quad (34)$$

donde S es el día de la semana del primer molad, H son las horas y P son las partes. Nótese que tanto en el cálculo de S como de P hemos utilizado la función redondeo para evitar pérdida de cifras decimales. Digamos también que el sábado lo estamos representando con el número 0.

Ejemplo 20: Calcular el momento del primer molad del año 5900

De la fórmula (19) encontramos que el número de lunaciones desde la creación del mundo es

$$L = \text{int}\left(\frac{235 \cdot Y - 234}{19}\right) = \text{int}\left(\frac{235 \cdot 5900 - 234}{19}\right) = 72.961$$

con este dato aplicamos (33)

$$T_1 = L \cdot (m - 29) - \text{int}[L \cdot (m - 29)] + (b - 2) = 0,894\,945\,8075$$

$$T_2 = 29 \cdot L + \text{int}[L \cdot (m - 29)] + 2 = 2.154.583$$

y finalmente se aplica (34)

$$S = \text{cint}(T_2 \bmod 7) = 4$$

$$H = \text{int}(24 \cdot T_1) = 21$$

$$P = c \text{int}[1080(24 \cdot T_1 - H)] = 517$$

por tanto el primer molad del año 5900 será un miércoles a las 21 horas 517 partes, resultado coincidente con el obtenido en el ejemplo número 4.

9.4. Determinación del género de un año

Ya hemos indicado que un año Y es embolísmico o de trece meses cuando cumple la desigualdad (32) que se simplifica según

$$[7 \cdot (Y + 11)] \bmod 19 = [7 \cdot Y + 1 + 4 \cdot 19] \bmod 19 = [7 \cdot Y + 1] \bmod 19 < 7.$$

Definimos un nuevo parámetro

$$g = \text{int}\left[\frac{(7 \cdot Y + 1) \bmod 19 + 5}{12}\right] \quad (35)$$

si g es 1 el año es común y si g es 0 el año es embolísmico. El 5 que aparece en el numerador de la expresión (35) ha sido colocado para conseguir que g sólo valga 1 o 0.

Ejemplo 21: Averiguar el género del año 5900

Al aplicar la fórmula (35) encontramos

$$g = \text{int}\left[\frac{(7 \cdot 5900 + 1) \bmod 19 + 5}{12}\right] = \text{int}\left(\frac{14 + 5}{12}\right) = 1$$

por lo tanto el año es común. En efecto, al aplicar (2) se encuentra que el año 5900 corresponde a la posición 10 del ciclo lunar.

10.4. Carácter del año

Para determinar el día semanal del primer día del año tenemos que aplicar los aplazamientos al primer molad del año, tal como se muestra en la tabla 13. Definimos el parámetro

$$H' = 1080 \cdot H + P$$

donde H y P son las horas y las partes del primer molad del año como se calculan por (34).

Con \bar{D} vamos a representar los días que median entre el primer molad del año y el el día de Roch-Hachaná, cuyo cálculo resulta de la aplicación de los aplazamientos.

Para obtener una fórmula adecuada para este cálculo vamos a definir la función salto, que es aquella función de x , tal que si x es mayor o igual a un parámetro a , toma el valor 1 y 0 en caso contrario, es decir

$$\varepsilon(x-a) = \begin{cases} 1 & \text{si } x \geq a \\ 0 & \text{si } x < a \end{cases}$$

Llamamos función delta a una función de x , tal que si x es igual a un parámetro a , la función es 1 y es 0 en caso contrario, es decir

$$\delta(x-a) = \begin{cases} 1 & \text{si } x = a \\ 0 & \text{si } x \neq a \end{cases}$$

Finalmente definimos la función antisalto como aquella función de x , tal que es 1 si x es menor que un parámetro a y 0 en caso contrario, es decir

$$\bar{\varepsilon}(x-a) = \begin{cases} 1 & \text{si } x < a \\ 0 & \text{si } x \geq a \end{cases}$$

Por tanteo se encuentra la formula

$$D' = \varepsilon(H' - 19.440) + \delta(S-3)\delta(g-1)\varepsilon(H' - 9.924) + \delta(S-2)\delta(g')\bar{\varepsilon}(H' - 19.440)\varepsilon(H' - 16.789) \quad (36)$$

donde g' es el género del año anterior al de la fecha, calculado por (35), utilizando $Y-1$ en vez de Y . El primer sumando del segundo término de (36) nos dice que debe haber un aplazamiento de un día siempre y cuando el molad venga a las 18 horas o posterior. El segundo sumando de (36) tiene en consideración el aplazamiento e) (página 55). Finalmente el tercer sumando de (36) tiene en consideración el aplazamiento d) (página 53).

A continuación calculamos

$$\bar{D} = \delta(S+D'-1) + \delta(S+D'-4) + \delta(S+D'-6) + D' \quad (37)$$

en los sumandos del segundo miembro se tiene en cuenta que el año no puede iniciarse con domingo, miércoles o viernes. Por (37) encontramos que el día de Roch-Hachaná del año de la fecha es dado por

$$S_R = S + \bar{D} - 7\varepsilon(S + \bar{D} - 7) \quad (38)$$

donde el último sumando impide que S_R tome o supere el valor 7.

Ejemplo 22: Calcular el carácter del año 5900

Del ejemplo 20 sabemos que el momento del primer molad del año 5900 será $4^d 21^h 517^m$, por tanto

$$H' = 1080 \cdot H + P = 1080 \cdot 21 + 517 = 23.197.$$

de (36) y (37)

$$D' = 1 \Rightarrow \bar{D} = 1$$

por tanto el carácter del año 5900 es

$$S_R = S + \bar{D} - 7\varepsilon(S + \bar{D} - 7) = 4 + 1 = 5,$$

por tanto el primer día del año 5900 será jueves.

11.4. Determinación de la especie del año

La especie del año nos informa de los días que tiene, pudiendo ser defectivo, regular o abundante. Para determinar la especie del año calculamos primero el día semanal del Roch-Hachaná, tanto del año Y como del año $Y+1$, que representaremos por S_R y S'_R respectivamente. De estos resultados calculamos

$$\Delta S_R = S'_R - S_R + 7\varepsilon(S_R - S'_R - 1) \quad (39)$$

el último sumando nos garantiza que el resultado de (39) sea positivo y no supere el valor 6. Definimos la especie del año por

$$f = g \cdot (\Delta S_R - 2) + (1-g) \cdot (\Delta S_R - 4)$$

el término f es 1 si el año es defectivo (de 383 o 353 días), vale 2 si el año es regular (de 384 o 354 días) y toma el valor 3 si el año es abundante (385 o 355 días), como se deduce de la tabla 14. La fórmula anterior se simplifica quedando

$$f = \Delta S_R + 2(g - 2). \quad (40)$$

Ejemplo 23: Calcular la especie del año 5900

Para calcular el carácter del año 5901 seguimos el mismo procedimiento del ejercicio 20; primero calculamos el número de lunaciones transcurridas desde la creación

$$L = \text{int}\left(\frac{235 \cdot Y - 234}{19}\right) = \text{int}\left(\frac{235 \cdot 5901 - 234}{19}\right) = 72.973.$$

Seguidamente aplicamos las fórmulas (33)

$$T_1 = L \cdot (m - 29) - \text{int}[L \cdot (m - 29)] + (b - 2) = 0,262\,075\,4371$$

$$T_2 = 29 \cdot L + \text{int}[L \cdot (m - 29)] + 2 = 2.154.938$$

y con estos resultados vamos a las fórmulas (34)

$$S = \text{cint}(T_2 \bmod 7) = 2$$

$$H = \text{int}(24 \cdot T_1) = 6$$

$$P = \text{cint}[(1080(24 \cdot T_1 - H))] = 313$$

por tanto el primer molad del año 5901 se producirá en el momento 2^{d}
 $6^{\text{h}} 313^{\text{p}}$.

Al aplicar (35) encontramos que para el año 5901

$$g = \text{int}\left[\frac{(7 \cdot 5901 + 1) \bmod 19 + 5}{12}\right] = \text{int}\left(\frac{2 + 5}{12}\right) = 0$$

por tanto el año es embolísmico.

Para el cálculo del carácter del año 5901 hacemos lo mismo que en el ejercicio 22. Calculamos previamente

$$H' = 1080 \cdot H + P = 6.793,$$

al aplicar (36) y (37)

$$D' = 0; \quad \bar{D} = 0.$$

y finalmente por (38)

$$S'_R = 2$$

lo que significa que el carácter del año 5901 es lunes.

Para determinar la especie del año 5900 sólo hay que aplicar (39) y (40)

$$\Delta S_R = S'_R - S_R + 7 \cdot \varepsilon(S_R - S'_R - 1) = 2 - 5 + 7 \cdot \varepsilon(5 - 2 - 1) = 4$$

y

$$f = \Delta S_R + 2 \cdot (g - 2) = 4 + 2 \cdot (1 - 2) = 2$$

por lo tanto el año 5900 es regular, y como es común tendrá 354 días.

12.4. Resumen de los algoritmos

A1: Lunaciones transcurridas

Cálculo de las lunaciones transcurridas hasta el año Y de la era mundana

ENTRADA: Y

$$L = \text{int}\left(\frac{235 \cdot Y - 234}{19}\right).$$

SALIDA: L

A2: Momento del primer molad

Cálculo del momento del primer molad de un año Y

ENTRADA: Y

Y → A1 → L

$$m = 29,530\ 594\ 1358$$

$$b = 2,216\ 203\ 7037$$

$$T_1 = L \cdot (m - 29) - \text{int}[L \cdot (m - 29)] + (b - 2)$$

$$T_2 = 29 \cdot L + \text{int}[L \cdot (m - 29)] + 2$$

$$S = \text{cint}(T_2 \bmod 7)$$

$$H = \text{int}(24 \cdot T_1)$$

$$P = \text{cint}[1080(24 \cdot T_1 - H)]$$

SALIDA S, H, P

A3: Género del año

Determinación del coeficiente que nos da el género del año

ENTRADA: Y

$$g = \text{int}\left[\frac{(7 \cdot Y + 1) \bmod 19 + 5}{12}\right]$$

SALIDA: g

A4: Desplazamiento

Cálculo de los días que se desplaza el Roch-Hachaná respecto al primer molar del año

ENTRADA: Y

Y → A2 → S, H, P

Y → A3 → g

$$Y - 1 \rightarrow A3 \rightarrow g'$$

$$H' = 1080 \cdot H + P$$

$$D' = \varepsilon(H' - 19.440) + \delta(S - 3)\delta(g - 1)\varepsilon(H' - 9.924) +$$

$$+ \delta(S - 2)\delta(g')\bar{\varepsilon}(H' - 19.440)\varepsilon(H' - 16.789)$$

$$\bar{D} = \delta(S + D' - 1) + \delta(S + D' - 4) + \delta(S + D' - 6) + D'$$

SALIDA: \bar{D} , S

A5: Carácter del año

Cálculo del día semanal de Roch-Hachaná

ENTRADA: Y

Y → A4 → \bar{D} , S

$$S_R = S + \bar{D} - 7\varepsilon(S + \bar{D} - 7)$$

SALIDA: S_R

A6: Especie del año

Determinación de la especie del año

ENTRADA: Y

$Y \rightarrow A5 \rightarrow S_R$

$Y + 1 \rightarrow A5 \rightarrow S'_R$

$Y \rightarrow A3 \rightarrow g$

$$\Delta S_R = S'_R - S_R + 7\varepsilon(S_R - S'_R - 1)$$

$$f = \Delta S_R + 2(g - 2)$$

SALIDA: f

Con los algoritmos anteriores se determinan las características del año: género, g ; especie, f y carácter S_R .

Ejemplo 24: Calcular las características del año 5850

Por el algoritmo A1 se encuentra

$$L = 72.342.$$

Del algoritmo A2 se deriva que el momento del primer molad del año 5850 es 2^d 10^h 1050^p.

El género del año se determina por el algoritmo A3, resultando $g = 0$ por tanto el año es embolísmico.

El cálculo del desplazamiento se deriva del algoritmo A4 encontrándose

$$\bar{D} = 0.$$

El carácter del año se determina por A5, hallándose que el año comienza en lunes, $S_R = 2$.

Finalmente por A6 se encuentra la especie del año. Al calcular el carácter del año 5851 se encuentra $S'_R = 2$ por tanto $f = 3$ lo que significa que el año es abundante.

Resumiendo, el año 5850 es embolísmico, abundante y de su carácter es lunes.

Capítulo 5

Conversión de fechas

5

Conversión de fechas

1.5. Periodo juliano

El periodo juliano es un procedimiento de datación cronológica introducido por José Scaliger en el año 1582 y posteriormente aplicado al cómputo de los días por el astrónomo William Herschel en 1851. Scaliger dejó constancia de las razones para darle el nombre de juliano a su ciclo: «Le he llamado periodo juliano porque se ajusta al año juliano.»

El periodo juliano es el producto de los tres ciclos siguientes: el solar (de 28 años de duración), el de Meton (de 19 años) y el de indicción (de 15 años). El producto de los tres periodos es 7.890 años, que es la duración del periodo juliano.

Los orígenes de cada uno de los tres periodos anteriormente citados son tales que al año 1 de la era cristiana le corresponde el 2 del ciclo de Meton, el 10 del ciclo solar y el 4 de la indicción. Por tanto, los comienzos de los tres ciclos coincidieron en el año -4712 (o 4713 antes de Cristo), que se toma como el origen del primer periodo juliano. El segundo ciclo comenzará en el año 3.178.

2.5. Día juliano

La cuenta de los días julianos astronómicos comienza el 1 de enero del año 4713 a.C. del calendario juliano a las 12 horas de tiempo universal (o de otra escala de tiempo), aunque el día juliano cronológico empieza al igual que el día civil, es decir a medianoche; o sea, a las 0 horas del día 1 de enero del año 4713 a. C.

La cuenta de los días julianos comienza con el número 0, por tanto, el día 1 de enero del 4713 a. C. fue el día juliano 0.

El día juliano cronológico siempre toma un valor entero, no así el astronómico que puede tener cifras decimales correspondientes a la fracción del día.

3.5. Calendario auxiliar

Para convertir fechas de un calendario a otro vamos a usar el día juliano, que utilizaremos como un sistema cronológico intermedio. Por ejemplo, si queremos pasar de una fecha expresada en el calendario hebreo al calendario juliano, primero hallaremos el día juliano de la fecha hebrea y posteriormente averiguaremos la fecha juliana correspondiente al anterior día juliano.

Para establecer este método necesitamos un algoritmo para hallar el día juliano de una fecha del calendario considerado y viceversa, dado un día juliano establecer un algoritmo para determinar la fecha del calendario. Estas técnicas se tienen que preparar para todos los calendarios cuya conversión de fechas queramos hacer.

En este capítulo nos vamos a limitar a hacer la conversión de fechas entre los calendarios hebreo, juliano y gregoriano.

Para facilitar los cálculos vamos a definir un calendario auxiliar. En este calendario la cuenta de los días, meses y años nos dice directamente los días, meses y años transcurridos, quiere esto decir que el calendario auxiliar comienza a contar con el día, mes y año cero.

El calendario auxiliar del calendario juliano tiene como primer mes aquel que es posterior al mes donde se coloca el bisiesto, es decir el mes 0 de este calendario es el mes de marzo y el mes 11 es el de febrero.

Tomamos como origen del calendario auxiliar el comienzo del ciclo de cuatro años que es inmediatamente anterior al origen de los días julianos, es decir el año siguiente al que tiene el día bisiesto anterior al año -4712, por tanto el origen del calendario auxiliar es el 1 de marzo de -4716. Como ya hemos dicho, los meses del calendario auxiliar se inician en el mes de marzo y se toma que el ciclo de cuatro años comienza después del año bisiesto.

Representamos por D , M , Y la fecha de un día en el calendario juliano, entonces la correspondiente fecha D' , M' , Y' en el calendario auxiliar que tiene asociado, viene dada por las fórmulas

$$\begin{aligned} D' &= D - 1 \\ M' &= (M + 9) \bmod 12 \\ Y' &= Y + 4.716 - \text{int}\left(\frac{14 - M}{12}\right) \end{aligned} \tag{41}$$

con la primera de las fórmulas anteriores se consigue que el primer día del mes tenga la numeración 0; la segunda ecuación adjudica el número 0 al mes de marzo; finalmente la tercera ecuación hace comenzar la cuenta de los años en el -4.716 (4.717 a.C.) que es el año bisiesto inmediatamente anterior al origen del periodo juliano. El último sumando de la tercera ecuación tiene la función de hacer comenzar el año con el mes de marzo. Si la fecha fuera el mes de enero o febrero, el año sería el anterior.

4.5. Día juliano de una fecha del calendario juliano

El origen del calendario auxiliar juliano es el día 1 de marzo del año -4716, es decir algo más de tres años anterior al origen de la cuenta de los días julianos, que como hemos dicho, es el 1 de enero de -4712. El número de días entre ambas fechas es

$$365 \cdot 3 + 306 = 1.401$$

donde 306 son los días que van desde el 1 de marzo del año -4713 al 1 de enero de -4712.

El número de días que van desde el origen del calendario auxiliar hasta el comienzo del año Y es la siguiente relación de congruencia lineal

$$\text{int}\left(\frac{1461 \cdot Y'}{4}\right).$$

El número de días transcurridos desde el inicio del año del calendario auxiliar hasta el comienzo del mes M' es dado por la relación de congruencia lineal

$$\text{int}\left(\frac{153 \cdot M' + 2}{5}\right). \quad (42)$$

Reuniendo todos los resultados anteriores encontramos que el día juliano J de la fecha del calendario auxiliar D', M', Y' es dado por

$$J = \text{int}\left(\frac{1461 \cdot Y'}{4}\right) + \text{int}\left(\frac{153 \cdot M' + 2}{5}\right) + D' - 1.401. \quad (43)$$

Ejemplo 25: Hallar el día juliano del 20 de octubre del año 2020 del calendario juliano

Al usar las fórmulas (41) encontramos

$$D' = D - 1 = 20 - 1 = 19$$

$$M' = (M + 9) \bmod 12 = (10 + 9) \bmod 12 = 7$$

$$Y' = Y + 4.716 - \text{int}\left(\frac{14 - M}{12}\right) = 2.020 + 4.716 - \text{int}\left(\frac{14 - 10}{12}\right) = 6.736,$$

con estos datos aplicamos la fórmula (43)

$$\begin{aligned} J &= \text{int}\left(\frac{1.461 \cdot Y'}{4}\right) + \text{int}\left(\frac{153 \cdot M' + 2}{5}\right) + D' - 1.401 = \\ &= \text{int}\left(\frac{1.461 \cdot 6.736}{4}\right) + \text{int}\left(\frac{153 \cdot 7 + 2}{5}\right) + 19 - 1.401 = 2.459.156 \end{aligned}$$

por tanto al día 20 de octubre de 2020 del calendario juliano le corresponde el día juliano 2.459.156.

5.5. Fecha juliana de un día del calendario auxiliar

El problema que planteamos es obtener las expresiones inversas de (41), es decir, hallar la fecha del calendario juliano dada la fecha en el calendario auxiliar. Es fácil comprobar que las ecuaciones buscadas son

$$\begin{aligned} D &= D' + 1 \\ M &= (M' + 2) \bmod 12 + 1 \\ Y &= Y' - 4716 + \text{int}\left(\frac{14 - M}{12}\right). \end{aligned} \quad (44)$$

Ejemplo 26: Hallar la fecha juliana de la fecha del calendario auxiliar 19-7-6736

Al utilizar (44) se encuentra

$$D = D' + 1 = 19 + 1 = 20$$

$$M = (M' + 2) \bmod 12 + 1 = (7 + 2) \bmod 12 + 1 = 10$$

$$Y = Y' - 4.716 + \text{int}\left(\frac{14 - M}{12}\right) = 6.736 - 4.716 + \text{int}\left(\frac{14 - 10}{12}\right) = 2.020$$

la fecha buscada es el 20 de octubre del año 2020 del calendario juliano.

6.5. Determinación de la fecha del calendario juliano conocido su día juliano

El problema que planteamos es dado un día juliano determinar la fecha del calendario juliano que le corresponde.

Calculemos previamente el número de años transcurridos y en un ciclo de cuatro años, conocido el número d de días transcurridos. La relación buscada es de congruencia lineal y se calcula con los métodos ya descritos en el capítulo 4

$$y = \text{int}\left(\frac{4 \cdot d + 3}{1.461}\right).$$

Si han transcurrido x ciclos de 4 años desde el comienzo del calendario auxiliar y d días en el ciclo presente, entonces los años transcurridos desde la fecha de inicio del calendario auxiliar es

$$\begin{aligned} Y' &= 4 \cdot x + \text{int}\left(\frac{4 \cdot d + 3}{1.461}\right) = \text{int}\left(\frac{4 \cdot d + 3 + 1.461 \cdot 4 \cdot x}{1.461}\right) = \\ &= \text{int}\left[\frac{4 \cdot (d + 1.461 \cdot x) + 3}{1.461}\right] = \text{int}\left(\frac{4 \cdot J' + 3}{1.461}\right) \end{aligned} \quad (45)$$

donde J' son los días desde el comienzo del calendario auxiliar, que corresponde al día 0-0-0, o bien el 1 de marzo del año -4716. Como ya vimos

existe la relación

$$J' = J + 1.401$$

donde J es el día juliano, es decir los días contados desde el 1 de enero de -4712. Por tanto (45) queda

$$Y' = \text{int} \left[\frac{4 \cdot (J + 1.401) + 3}{1.461} \right]. \quad (46)$$

Lo siguiente es determinar el número de días T que han transcurrido en el año Y'

$$T = \text{int} \left[\frac{(4 \cdot J' + 3) \bmod 1.461}{4} \right] = \text{int} \left\{ \frac{[4 \cdot (J + 1.401) + 3] \bmod 1.461}{4} \right\} \quad (47)$$

el numerador de la anterior expresión es el exceso de días en un ciclo de cuatro años, por eso hay que dividir entre 4, para que al tomar la parte entera obtengamos días transcurridos en el año en curso.

Ahora es necesario hallar la relación de congruencia inversa de (42) que nos dará los meses M' transcurridos en el calendario auxiliar en función de los días T transcurridos en el año

$$M' = \text{int} \left(\frac{5 \cdot T + 2}{153} \right) \quad (48)$$

que son los meses transcurridos, que coincide con el mes en curso en el calendario auxiliar.

Ya sólo queda hallar el número de días que han transcurrido en el mes en curso

$$D' = \text{int} \left[\frac{(5 \cdot T + 2) \bmod 153}{5} \right] \quad (49)$$

es necesario dividir entre 5, puesto que el numerador son cinco veces los días transcurridos.

Conocida la fecha en el calendario auxiliar se aplica (44) y se determina, finalmente, la fecha en el calendario juliano.

Ejemplo 27: Hallar la fecha del calendario juliano del día juliano número 2.000.000

Primeramente utilizamos (46) con lo que determinamos el año en el calendario auxiliar

$$Y' = \text{int} \left[\frac{4 \cdot (J + 1.401) + 3}{1.461} \right] = \text{int} \left[\frac{4 \cdot (2.000.000 + 1.401) + 3}{1.461} \right] = 5.479.$$

El paso siguiente es aplicar la fórmula (47) para obtener el número de

días transcurridos en el año 5480

$$T = \text{int} \left\{ \frac{[4 \cdot (2.000.000 + 1.401) + 3] \bmod 1.461}{4} \right\} = 197.$$

Al aplicar (48) determinamos los meses transcurridos

$$M' = \text{int} \left(\frac{5 \cdot T + 2}{153} \right) = \text{int} \left(\frac{5 \cdot 197 + 2}{153} \right) = 6,$$

y al hacer uso de (49) determinamos los días que han pasado en el mes en curso

$$D' = \text{int} \left[\frac{(5 \cdot T + 2) \bmod 153}{5} \right] = \text{int} \left[\frac{(5 \cdot 197 + 2) \bmod 153}{5} \right] = 13,$$

por tanto el día juliano 2.000.000 corresponde al día 13 del mes 6 del año 5479 del calendario auxiliar

Finalmente hay que pasar de fecha del calendario auxiliar a una fecha del calendario juliano, para lo que aplicamos las fórmulas (44)

$$D = D' + 1 = 13 + 1 = 14$$

$$M = (M' + 2) \bmod 12 + 1 = (6 + 2) \bmod 12 + 1 = 9$$

$$Y = Y' - 4716 + \text{int} \left(\frac{14 - M}{12} \right) = 5.479 - 4.716 + \text{int} \left(\frac{14 - 9}{12} \right) = 763$$

por tanto la fecha buscada es el día 14 de septiembre del año 763 del calendario juliano.

7.5. Días de diferencia entre la fecha del calendario juliano y la del calendario gregoriano

El calendario gregoriano no es un calendario regular en cuanto a la colocación de los bisiestos se refiere. En efecto, la regla gregoriana establece que en un periodo de 400 años hay que eliminar 3 bisiestos. Concretamente aquellos años centenarios (terminados en dos ceros) cuyas restantes cifras no sean divisibles entre 4 dejarán de ser bisiestos.

Por esta falta de regularidad no podemos obtener una relación de congruencia lineal entre los días transcurridos en función de los años.

El método que vamos a seguir para tratar el calendario gregoriano, consiste en introducir un coeficiente, que denominaremos s , que nos va a permitir transformar las fechas julianas en gregorianas y viceversa.

El coeficiente s representa la diferencia que hay entre las fechas julianas y gregorianas de un mismo día. Por ejemplo, la fecha juliana del 1 de agosto de 2000 corresponde al día de fecha gregoriana 14 de agosto de 2000 (o sea, 13

días de diferencia), por lo que el coeficiente s vale 13 en ese momento.

Como a medida que pasa el tiempo se van suprimiendo más y más días bisiestos del calendario gregoriano, el coeficiente s va aumentando, o sea, las fechas julianas y gregorianas de un mismo día se van separando entre sí, de tal forma que las fechas julianas quedan más y más rezagadas con respecto a las correspondientes gregorianas.

El coeficiente s se puede también definir de otra forma que nos será de utilidad más adelante. Sea $D\text{-}M\text{-}Y$ una fecha en el calendario juliano, al que le corresponde el día juliano J_j . Consideremos ahora que la misma fecha sea del calendario gregoriano, a la que le corresponderá el día juliano J_g , entonces el coeficiente s es

$$s = J_j - J_g. \quad (50)$$

Un asunto que hay que considerar es el relativo al comienzo de los ciclos de 400 años del calendario gregoriano. Vamos a suponer que estos ciclos comienzan en el mes de marzo del año centenario en que no se elimina el bisiesto. Por tanto, entendemos que el primer ciclo comenzó el 1 de marzo de 1600 y el siguiente lo hizo el 1 de marzo de 2000, ambas son fechas del calendario gregoriano.

El 1 de marzo de 1600 gregoriano corresponde a una fecha juliana diez días antes según se estableció en la reforma gregoriana de 1582, es decir a la fecha 20 de febrero de 1600, que tiene de día juliano $J_0 = 2.305.508$.

Si llamamos h a los siglos transcurridos desde el origen del primer ciclo de 400 años, s se calcula por la tabla 27. La tercera fila de esta tabla da el siglo

h	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s	10	11	12	13	13	14	15	16	16
Siglos	17	18	19	20	21	22	23	24	25

Tabla 27.- Relación entre los coeficientes h y s

El coeficiente h son los siglos transcurridos desde el inicio del calendario gregoriano que entendemos fue el 1 de marzo de 1600 (fecha gregoriana). s son los días de diferencia entre el calendario juliano y el gregoriano. En la tercera fila están los siglos durante los que será válido este valor de s , entendiendo que los siglos comienzan con el 1 de marzo del año centenario. Cada cuatrocientos años se eliminan tres bisiestos, de aquí que el coeficiente s aumente en 3 cada ciclo de 400 años. En los años centenarios 1600, 2000, 2400,... no se eliminan los bisiestos, porque el número resultante tras eliminar los dos ceros son números divisibles entre cuatro.

para el cual es válido el valor de s que está sobre él, entendiendo que los siglos comienzan con el 1 de marzo de los años centenarios. De la tabla 27 se obtiene la relación de congruencia lineal

$$s = \text{int}\left(\frac{3 \cdot h + 3}{4}\right) + 10. \quad (51)$$

El coeficiente h se calcula mediante la fórmula

$$h = \text{int}\left(\frac{Y' - Y'_0}{100}\right)$$

siendo Y'_0 el año de comienzo del ciclo de 400 años (o sea, el año 1600) medido en el calendario auxiliar, es decir

$$Y'_0 = 1.600 + 4.716 = 6.316,$$

entonces

$$s = \text{int}\left\{\frac{3}{4} \cdot \left[1 + \text{int}\left(\frac{Y' - 6.316}{100}\right)\right]\right\} + 10.$$

Sea α un número entero a determinar, entonces podemos poner

$$s = \text{int}\left\{\frac{3}{4} \cdot \left[1 + 4 \cdot \alpha + \text{int}\left(\frac{Y' - 6.316}{100}\right)\right]\right\} + 10 - 3 \cdot \alpha$$

utilizando de nuevo la misma propiedad de la función entero

$$1 + 4 \cdot \alpha + \text{int}\left(\frac{Y' - 6.316}{100}\right) = \text{int}\left(\frac{Y' - 6.316 + 100 + 400 \cdot \alpha}{100}\right),$$

definiendo nuevos parámetros

$$U = 400 \cdot \alpha + 100 - 6.316$$

$$V = 10 - 3 \cdot \alpha$$

llegamos a la fórmula

$$s = \text{int}\left[\frac{3}{4} \cdot \text{int}\left(\frac{Y' + U}{100}\right)\right] + V. \quad (52)$$

Los parámetros U y V están indefinidos, aunque se encuentran relacionados entre sí. Para determinar sus valores exigimos que $Y' + U$ sea positivo, entonces

$$\alpha > \frac{6.316 - Y' - 100}{400},$$

como queremos que α valga para todos los años posibles, vamos a exigir que la desigualdad anterior se satisfaga para el primero de los años del calendario auxiliar (o sea, $Y' = 0$) lo que garantiza que la desigualdad se cumplirá para los restantes años, entonces se encuentra

$$\alpha > \frac{6.316 - 0 - 100}{400} = 15,54,$$

como α tiene que ser un entero, podemos tomar el valor 16, que será válido para todos los años posteriores a la cuenta de los días julianos. Con este valor encontramos que $U = 184$ y $V = -38$, entonces la fórmula buscada será

$$s = \text{int}\left[\frac{3}{4} \cdot \text{int}\left(\frac{Y' + 184}{100}\right)\right] - 38. \quad (53)$$

Nos interesa hallar el valor de s en función del día juliano de la fecha considerada, en vez de ponerlo en función del año del calendario auxiliar.

Vamos a definir un nuevo parámetro

$$I = J - J_0$$

J es el día juliano y J_0 es el día juliano del inicio del primer ciclo de 400 años (1 de marzo de 1600 del calendario gregoriano, $J_0 = 2.305.508$), entonces I son los días transcurridos desde el comienzo del primer ciclo de 400 años hasta el día de la fecha.

Con la letra K representamos los días que hay en un siglo gregoriano «normal», que son aquellos a los que se le quita uno de los bisiestos y cuyo

I	h	Periodo	Días
0 a $K-1$	0	1600-1700	K
K a $2K-1$	1	1700-1800	K
$2K$ a $3K-1$	2	1800-1900	K
$3K$ a $4K$	3	1900-2000	$K+1$
$4K+1$ a $5K$	4	2100-2200	K
$5K+1$ a $6K$	5	2200-2300	K
$6K+1$ a $7K$	6	2300-2400	K
$7K+1$ a $8K+1$	7	2400-2500	$K+1$

Tabla 28.- Relación entre los coeficientes I y h

I son los días transcurridos desde el comienzo del primer ciclo de 400 años (1 de marzo de 1600) hasta la fecha. K son 36.524 días, o sea un siglo gregoriano «normal». h son los siglos transcurridos desde el comienzo del ciclo de 400 años. En la última columna están los días de cada siglo.

valor numérico es

$$K = 365 \cdot 100 + \frac{100}{4} - 1 = 36.524.$$

En la tabla 28 relacionamos los parámetros h e I . En la tercera columna se da el intervalo de años, teniendo presente que los años comienzan con el 1 de marzo. En la última columna se dan los días que hay en cada siglo gregoriano, obsérvese que es una cantidad diferente, dependiendo de si se elimina o no un día bisiesto.

Podemos establecer una relación de congruencia lineal entre h e I

$$h = \text{int}\left(\frac{4 \cdot I + 3}{4 \cdot K + 1}\right)$$

que al aplicarla en la ecuación (51) se obtiene

$$s = \text{int}\left\{\frac{3}{4} \cdot \left[1 + \text{int}\left(\frac{4 \cdot I + 3}{4 \cdot K + 1}\right)\right]\right\} + 10. \quad (54)$$

Vamos a introducir un nuevo parámetro β a determinar lo que nos permite descomponer (54) según

$$s = \text{int}\left\{\frac{3}{4} \cdot \left[1 + 4 \cdot \beta + \text{int}\left(\frac{4 \cdot I + 3}{4 \cdot K + 1}\right)\right]\right\} + 10 - 3\beta$$

haciendo uso de las propiedades de la función entero se encuentra

$$1 + 4 \cdot \beta + \text{int}\left(\frac{4 \cdot I + 3}{4 \cdot K + 1}\right) = \text{int}\left[\frac{4 \cdot J - 4 \cdot J_0 + 4 \cdot (K+1) + 4 \cdot \beta \cdot (4 \cdot K + 1)}{4 \cdot K + 1}\right]$$

definimos dos nuevos parámetros por

$$\begin{aligned} U' &= 4 \cdot (K+1) + 4 \cdot \beta \cdot (4 \cdot K + 1) - 4 \cdot J_0 \\ V' &= 10 - 3 \cdot \beta \end{aligned} \quad (55)$$

con lo que tendremos

$$s = \text{int}\left[\frac{3}{4} \cdot \text{int}\left(\frac{4 \cdot J + U'}{4 \cdot K + 1}\right)\right] + V'.$$

Nos queda hallar los valores de U' y V' , para lo que exigimos que

$$4 \cdot J + U' > 0$$

o sea

$$\beta > \frac{4 \cdot J_0 - 4 \cdot J - 4 \cdot (K+1)}{4 \cdot (4 \cdot K + 1)}$$

como esta relación tiene que valer para todos los años posibles, vamos a exigir que se cumpla para el comienzo de la cuenta de los días julianos, es decir cuando $J = 0$, lo que garantiza que la desigualdad valdrá para los días

julianos posteriores, entonces

$$\beta > \frac{4 \cdot J_0 - 4 \cdot J - 4 \cdot (K+1)}{4 \cdot (4 \cdot K + 1)} = \frac{4 \cdot 2.305.508 - 4 \cdot (36.524 + 1)}{4 \cdot (4 \cdot 36.524 + 1)} = 15,53$$

como β tiene que ser un número entero, tomamos el valor 16. Con este valor acudimos a (55) y calculamos que $V' = 274.276$ y $U' = -38$, por tanto la ecuación que nos da s en función del día juliano es

$$s = \text{int} \left[\frac{3}{4} \cdot \text{int} \left(\frac{4 \cdot J + 274.276}{146.097} \right) \right] - 38. \quad (56)$$

Ejemplo 28: Hallar la diferencia entre las fechas de un mismo día expresadas en el calendario juliano y en el gregoriano para el año 2050

El año del calendario auxiliar correspondiente al 2050 se calcula por la tercera de las fórmulas (41) y encontramos que es el 6765 para los días anteriores al mes de marzo y 6766 para el resto de los días de ese año.

Ahora aplicamos la fórmula (53)

$$s = \text{int} \left[\frac{3}{4} \cdot \text{int} \left(\frac{6.766 + 184}{100} \right) \right] - 38 = \text{int} \left(\frac{3}{4} \cdot 69 \right) - 38 = 13$$

y el mismo resultado se encuentra para el año 6765. Por lo tanto la diferencia entre las fechas de los calendarios juliano y gregoriano de un mismo día para el año 2050 es 13.

Ejemplo 29: Hallar la diferencia entre las fechas de un mismo día expresadas en el calendario juliano y en el gregoriano para el día juliano 2.500.000

Al utilizar (55) se encuentra

$$\begin{aligned} s &= \text{int} \left[\frac{3}{4} \cdot \text{int} \left(\frac{4 \cdot J + 274.276}{146.097} \right) \right] - 38 = \\ &= \text{int} \left[\frac{3}{4} \cdot \text{int} \left(\frac{4 \cdot 2.500.000 + 274.276}{146.097} \right) \right] - 38 = 14. \end{aligned}$$

8.5. Día juliano de una fecha del calendario gregoriano

El problema que planteamos es dada la fecha en el calendario gregoriano determinar el día juliano que le corresponde. Sea $D\text{-}M\text{-}Y$ la fecha de un día en el calendario gregoriano. Ahora consideramos la misma fecha en el calendario juliano y determinaremos el día juliano que le corresponde, para lo cual

utilizamos (41) y (43). Llamamos a este día juliano J_j .

Ahora utilizamos (50) y determinamos el día juliano de la fecha expresada en el calendario gregoriano

$$J = J_j - s$$

y utilizando (43) y (53)

$$\begin{aligned} J = J_j - s &= \text{int}\left(\frac{1461 \cdot Y'}{4}\right) + \text{int}\left(\frac{153 \cdot M' + 2}{5}\right) + D' - \\ &\quad - \text{int}\left[\frac{3}{4} \cdot \text{int}\left(\frac{Y' + 184}{100}\right)\right] - 1.363, \end{aligned} \quad (57)$$

que es la expresión que íbamos buscando.

Ejemplo 30: Hallar el día juliano de la fecha gregoriana del 5 de marzo de 2100

Con (41) pasamos la fecha del 5 de marzo de 2100 supuesto del calendario juliano al calendario auxiliar

$$D' = D - 1 = 5 - 1 = 4$$

$$M' = (M + 9) \bmod 12 = (3 + 9) \bmod 12 = 0$$

$$Y' = Y + 4.716 - \text{int}\left(\frac{14 - M}{12}\right) = 2100 + 4716 - \text{int}\left(\frac{14 - 3}{12}\right) = 6.816$$

con estos datos acudimos a (57) resultando

$$\begin{aligned} J &= \text{int}\left(\frac{1461 \cdot Y'}{4}\right) + \text{int}\left(\frac{153 \cdot M' + 2}{5}\right) + D' - \text{int}\left[\frac{3}{4} \cdot \text{int}\left(\frac{Y' + 184}{100}\right)\right] - 1.363 = \\ &= \text{int}\left(\frac{1461 \cdot 6.816}{4}\right) + \text{int}\left(\frac{153 \cdot 0 + 2}{5}\right) + 4 - \text{int}\left[\frac{3}{4} \cdot \text{int}\left(\frac{6.816 + 184}{100}\right)\right] - 1.363 = \\ &= 2.488.133. \end{aligned}$$

9.5. Determinación de la fecha del calendario gregoriano conocido su día juliano

El problema que ahora tenemos es dado un día juliano determinar la fecha que le corresponde en el calendario gregoriano. Sea J el día juliano de la fecha dada en el calendario gregoriano, por (50) obtenemos el día juliano J' de la fecha si estuviera dada en el calendario juliano

$$J' = J + s \quad (58)$$

el día asociado a esa fecha será identico al día expresado en el calendario gregoriano, entonces aplicamos (45), (46), (47), (48) y (49) y obtenemos la fecha en el calendario auxiliar y finalmente se aplica (44).

Ejemplo 31: Hallar la fecha del calendario gregoriano que corresponde al día juliano 2.600.000

Primero calculamos el coeficiente s a partir de (55)

$$s = \text{int} \left[\frac{3}{4} \cdot \text{int} \left(\frac{4 \cdot J + 274.276}{146.097} \right) \right] - 38 = \text{int} \left(\frac{4 \cdot 2.600.000 + 274.276}{146.097} \right) - 38 = 16.$$

Al aplicar (57) encontramos

$$J' = J + s = 2.600.000 + 16 = 2.600.016,$$

resultado que se lleva a (46), (47), (48) y (49)

$$Y' = \text{int} \left[\frac{4 \cdot (J' + 1.401) + 3}{1.461} \right] = \text{int} \left[\frac{4 \cdot (2.600.016 + 1.401) + 3}{1.461} \right] = 7.122$$

$$T = \text{int} \left\{ \frac{\left[4 \cdot (J' + 1.401) + 3 \right] \bmod 1.461}{4} \right\} = 107$$

$$M' = \text{int} \left(\frac{5 \cdot T + 2}{153} \right) = \text{int} \left(\frac{5 \cdot 107 + 2}{153} \right) = 3$$

$$D' = \text{int} \left[\frac{(5 \cdot T + 2) \bmod 153}{5} \right] = 15$$

es decir que el día juliano considerado corresponde a la fecha 15-3-7122 del calendario auxiliar juliano. Ahora con la fórmula (44) se obtiene la fecha buscada

$$D = D' + 1 = 15 + 1 = 16$$

$$M = (M' + 2) \bmod 12 + 1 = (3 + 2) \bmod 12 + 1 = 6$$

$$Y = Y' - 4716 + \text{int} \left(\frac{14 - M}{12} \right) = 7.122 - 4716 + \text{int} \left(\frac{14 - 7}{12} \right) = 2.406$$

la fecha buscada es el día 16 de junio del año 2406 del calendario gregoriano.

10.5. Conversión entre el calendario juliano y el calendario gregoriano

Si conocemos una fecha en el calendario juliano y queremos convertirla al calendario gregoriano, primeramente hallamos el día juliano de la fecha juliana, utilizando para ello (41) y (43).

Posteriormente hallamos la fecha gregoriana que le corresponde a ese día juliano utilizando (56), (57), luego aplicamos (46), (47), (48) y (49) y finalmente se aplica (44).

Ejemplo 32: Hallar la fecha gregoriana que corresponde a la fecha del calendario juliano del 22 de septiembre del año 2120

Hallamos la fecha en el calendario auxiliar del 22 de septiembre del 2120 del calendario juliano utilizando (41)

$$D' = D - 1 = 22 - 1 = 21$$

$$M' = (M + 9) \bmod 12 = (9 + 9) \bmod 12 = 6$$

$$Y' = Y + 4.716 - \text{int}\left(\frac{14 - M}{12}\right) = 2.120 + 4.716 - \text{int}\left(\frac{14 - 9}{12}\right) = 6.836.$$

El siguiente paso es aplicar (43) y hallar el día juliano de la fecha

$$\begin{aligned} J &= \text{int}\left(\frac{1461 \cdot Y'}{4}\right) + \text{int}\left(\frac{153 \cdot M' + 2}{5}\right) + D' - 1.401 = \\ &= \text{int}\left(\frac{1461 \cdot 6.836}{4}\right) + \text{int}\left(\frac{153 \cdot 6 + 2}{5}\right) + 21 - 1.401 = 2.495.653. \end{aligned}$$

Con la fórmula (45) calculamos el coeficiente s

$$\begin{aligned} s &= \text{int}\left[\frac{3}{4} \cdot \text{int}\left(\frac{4 \cdot J + 274.276}{146.097}\right)\right] - 38 = \\ &= \text{int}\left[\frac{3}{4} \cdot \text{int}\left(\frac{4 \cdot 2.495.653 + 274.276}{146.097}\right)\right] - 38 = 14. \end{aligned}$$

Calculamos el parámetro intermedio J'

$$J' = J + s = 2.495.653 + 14 = 2.495.667.$$

Ahora se aplica (46)-(49) con lo que se determina la fecha en el calendario auxiliar

$$Y' = \text{int}\left[\frac{4 \cdot (J' + 1.401) + 3}{1.461}\right] = \text{int}\left[\frac{4 \cdot (2.495.667 + 1.401) + 3}{1.461}\right] = 6.836$$

$$T = \text{int}\left\{\frac{\left[4 \cdot (J' + 1.401) + 3\right] \bmod 1.461}{4}\right\} = 219$$

$$M' = \text{int}\left(\frac{5 \cdot T + 2}{153}\right) = \text{int}\left(\frac{5 \cdot 219 + 2}{153}\right) = 7$$

$$D' = \text{int}\left[\frac{(5 \cdot T + 2) \bmod 153}{5}\right] = 5.$$

Y finalmente pasamos del calendario auxiliar al calendario gregoriano con (44)

$$D = D' + 1 = 5 + 1 = 6$$

$$M = (M' + 2) \bmod 12 + 1 = (7 + 2) \bmod 12 + 1 = 10$$

$$Y = Y' - 4716 + \text{int}\left(\frac{14-M}{12}\right) = 6.836 - 4716 + \text{int}\left(\frac{14-10}{12}\right) = 2.120,$$

por tanto el 22 de septiembre del 2120 del calendario juliano le corresponde el día 6 de octubre de 2120 del calendario gregoriano.

Si tenemos una fecha en el calendario gregoriano y queremos averiguar la fecha del calendario juliano que le corresponde, calculamos a partir de (41) la fecha en el calendario auxiliar, a continuación y con la ayuda de (57) hallamos el día juliano.

El paso siguiente es aplicar (46)-(49) con lo que se halla la fecha en el calendario auxiliar. Finalmente se aplica (44) y se determina la fecha del calendario juliano.

Ejemplo 33: Hallar la fecha del calendario juliano que corresponde al 8 de enero del año 2250 del calendario gregoriano

Utilizamos (41) para hacer la conversión al calendario auxiliar

$$D' = D - 1 = 8 - 1 = 7$$

$$M' = (M+9)\bmod 12 = (1+9)\bmod 12 = 10$$

$$Y' = Y + 4.716 - \text{int}\left(\frac{14-M}{12}\right) = 2.250 + 4.716 - \text{int}\left(\frac{14-1}{12}\right) = 6.965.$$

Con (57) hallamos el día juliano

$$\begin{aligned} J &= \text{int}\left(\frac{1461 \cdot Y'}{4}\right) + \text{int}\left(\frac{153 \cdot M' + 2}{5}\right) + D' - \text{int}\left[\frac{3}{4} \cdot \text{int}\left(\frac{Y'+184}{100}\right)\right] - 1.363 = \\ &= \text{int}\left(\frac{1461 \cdot 6.965}{4}\right) + \text{int}\left(\frac{153 \cdot 10 + 2}{5}\right) + 7 - \text{int}\left[\frac{3}{4} \cdot \text{int}\left(\frac{6.965+184}{100}\right)\right] - 1.363 = \\ &= 2.542.863. \end{aligned}$$

Ahora es necesario hallar la fecha juliana del anterior día juliano, para lo cual aplicamos (46)-(49)

$$Y' = \text{int}\left[\frac{4 \cdot (J+1.401) + 3}{1.461}\right] = \text{int}\left[\frac{4 \cdot (2.542.863 + 1.401) + 3}{1.461}\right] = 6.965$$

$$T = \text{int}\left\{\frac{[4 \cdot (J+1.401) + 3] \bmod 1.461}{4}\right\} = 298$$

$$M' = \text{int}\left(\frac{5 \cdot T + 2}{153}\right) = \text{int}\left(\frac{5 \cdot 298 + 2}{153}\right) = 9$$

$$D' = \text{int}\left[\frac{(5 \cdot T + 2) \bmod 153}{5}\right] = \text{int}\left[\frac{(5 \cdot 298 + 2) \bmod 153}{5}\right] = 23.$$

Ahora sólo queda determinar la fecha del calendario juliano de la anterior fecha del calendario auxiliar por mediación de (44)

$$D = D' + 1 = 23 + 1 = 24$$

$$M = (M' + 2) \bmod 12 + 1 = (9 + 2) \bmod 12 + 1 = 12$$

$$Y = Y' - 4716 + \text{int}\left(\frac{14 - M}{12}\right) = 6.965 - 4716 + \text{int}\left(\frac{14 - 12}{12}\right) = 2.249,$$

por tanto el día buscado es el 24 de diciembre de 2249 del calendario juliano.

11.5. Día juliano de una fecha del calendario hebreo

Dada una fecha en el calendario hebreo tenemos que encontrar el día juliano que le corresponde. Vamos a dividir este cálculo en varias partes.

-*Días transcurridos desde las 0 horas del día 1 de Tishri del año 1 hasta el comienzo del año en curso.* El primer molad tuvo lugar el lunes día 1 de Tishri a las 5 horas 204 partes, valor que llamaremos b' ($b' = 0,216\ 203\ 7037$ días). Entonces el número de días transcurridos desde las 0 horas del 1 de Tishri del año 1 hasta el comienzo del año Y es

$$N = \text{int}(L \cdot m + b') + \bar{D} \quad (59)$$

donde L son las lunaciones transcurridas calculada por (19), m es la duración media de la lunación $m = 29,530\ 594\ 1358$, y \bar{D} son los días que hay entre el molad del año y el Roch-Hachaná. Debemos indicar que el anterior razonamiento acepta que se ha hecho la sustitución del año de Tohu por el del diluvio, entonces suponemos que el día 1 de Tishri del año 1 es un lunes, el mismo día en que tiene lugar el molad.

-*Días transcurridos desde el comienzo del año Y hasta el día de la fecha, ésta incluida.* Sea una fecha dada por $D-M-Y$. Queremos averiguar los días N' que han pasado desde el comienzo del año al día de la fecha, ésta incluida. La estructura del calendario hebreo no nos permite utilizar una relación de congruencia lineal, pero por tanteo se llega a la siguiente expresión

$$\begin{aligned} N' = \text{int} & \left[\frac{59 \cdot M - 58 + \delta(g)\varepsilon(M-7)}{2} \right] - \\ & - \delta(f-1)\varepsilon(M-4) + \delta(f-3)\varepsilon(M-3) + D \end{aligned} \quad (60)$$

notemos que para los años regulares ($f = 2$), sean comunes o embolísmicos, se puede establecer una ley de congruencia lineal, que debe ser modificada para que tenga validez en los restantes años. El segundo sumando de (60) tiene en consideración que en los años defectivos se quita un día a partir del tercer mes. El tercer sumando sirve para añadir un día de más en los años abundantes a partir del tercer mes. En el numerador del primer sumando hay

un término que se aplica en el caso de los años embolísmicos ($g = 0$) y a partir del mes séptimo, para tener en cuenta que la secuencia de duraciones alternativas de los meses de 30 y 29 días queda rota a partir del mes sexto.

Démonos cuenta que en (60) está incluido el día D , es decir que estamos haciendo una cuenta inclusiva, o sea, contando los dos días extremos.

-*Día juliano de una fecha del calendario hebreo.* El día 1 de Tishri del año 1 corresponde a la fecha juliana del 7 de octubre del año 3761 a.C. Este fecha corresponde al día juliano 347.998 como se calcula a partir de (41) y (43). Por tanto los días transcurridos desde el comienzo de la cuenta de los días julianos hasta el comienzo del calendario hebreo será 347.997.

Entonces el día juliano de la fecha del calendario hebreo es

$$J = N + N' + 347.997. \quad (61)$$

Ejemplo 34: Hallar el día juliano del 15 de Tevet del año 5900

Del ejemplo 23 encontramos que el año 5900 es embolísmico ($g = 0$) y regular ($f = 2$). El número de lunaciones transcurridas hasta el comienzo del año 5900 se calcula por (19)

$$L = \text{int}\left(\frac{235 \cdot Y - 234}{19}\right) = \text{int}\left(\frac{235 \cdot 5.950 - 234}{19}\right) = 72.961.$$

Ahora se aplica (59) teniendo en cuenta que según el ejemplo 22 $\bar{D} = 1$

$$\begin{aligned} N &= \text{int}(L \cdot m + b') + \bar{D} = \\ &= \text{int}(72.961 \cdot 29, 530\,594\,1358 + 0,216\,203\,7037) + 1 = \\ &= 72.961 \cdot 29 + \text{int}(72.961 \cdot 0,530\,594\,1358 + 0,216\,203\,7037) + 1 = \\ &= 2.154\,582, \end{aligned}$$

donde hemos descompuesto en dos partes la operación de hallar la función entero para evitar perder cifras decimales.

A continuación se aplica (60)

$$\begin{aligned} N' &= \text{int}\left[\frac{59 \cdot M - 58 + \delta(g)\varepsilon(M-7)}{2}\right] - \\ &\quad - \delta(f-1)\varepsilon(M-4) + \delta(f-3)\varepsilon(M-3) + D = \\ &= \text{int}\left[\frac{59 \cdot 4 - 58 + \delta(0)\varepsilon(4-7)}{2}\right] - \\ &\quad - \delta(2-1)\varepsilon(4-4) + \delta(2-3)\varepsilon(4-3) + 15 = 104, \end{aligned}$$

y finalmente se aplica (61)

$$J = N + N' + 347.997 = 2.154.582 + 104 + 347.997 = 2.502.683,$$

que es el día juliano del 15 de Tevet del año 5900.

12.5. Determinación de la fecha del calendario hebreo conocido el día juliano

-Lunaciones transcurridas hasta la fecha cuyo día juliano conocemos. El número de días transcurridos desde el comienzo del calendario hasta el día juliano J es $J - 347.997$, por tanto si $m = 29,530\ 594\ 1358$ es la duración de la lunación, el número de lunaciones transcurridas L' hasta la fecha es

$$L' = \text{int}\left(\frac{J - 347.997}{m}\right). \quad (62)$$

-Años en función de las lunaciones transcurridas. Hay que encontrar la relación de congruencia lineal inversa a (19). Los coeficientes definidos en 1.4 son

$$p = 235; \quad q = -234; \quad r = 19$$

siendo válida la relación

$$q + s = r - 1 \Rightarrow s = 252,$$

y la relación de congruencia lineal inversa tal como se mostramos en 1.4 es

$$Y = \text{int}\left(\frac{19 \cdot L' + 252}{235}\right). \quad (63)$$

Debemos notar que la anterior relación da los años transcurridos desde el origen del calendario hasta el comienzo de la lunación L' . Supongamos por ejemplo que el primer molar del año Y ocurre el día 28 de Elul y que por los aplazamientos se desplaza el Roch-Hachaná dos días después. Si el día juliano cuya fecha queremos determinar corresponde al 29 de Elul, entonces al calcular el año Y por (63) dará un valor posterior al que corresponde, porque el 29 de Elul han transcurrido ya las L' lunaciones.

El problema señalado sólo se da con los dos últimos días del mes de Elul. Para corregir este error tenemos que hallar el día juliano del Roch-Hachaná correspondiente al año encontrado por (63). Sea J_R este día juliano. Este número puede ser menor o igual al día juliano J de la fecha considerada; si es igual significa que no existe desplazamiento, o sea que $\bar{D} = 0$. Pero puede ocurrir que J_R sea mayor que J , ya sea en una o dos unidades, correspondientes a las posibilidades en que por los aplazamientos el Roch-Hachaná se desplaza uno o dos días respecto al primer molad del año. Entonces debemos proceder de la siguiente forma: se calcula Y mediante la fórmula (63), después se calcula el día juliano del Roch-Hachaná de ese año J_R mediante (61) para lo cual se pone $N' = 1$; entonces si J_R es mayor que J se disminuye el año obtenido en una unidad, en caso contrario se deja el año tal como está. Por tanto la fórmula (63) se tiene que modificar para quedar

$$Y = \text{int}\left(\frac{19 \cdot L' + 252}{235}\right) - \text{int}\left(\frac{J_R - 1}{J}\right) \quad (64)$$

en la anterior fórmula hay que tener en cuenta que en el caso de que J_R sea mayor que J sólo lo puede ser en una o dos unidades.

-*Cálculo de los días transcurridos en el año de la fecha.* Los días transcurridos desde el inicio del año hasta el día de la fecha es

$$T = J - J_R \quad (65)$$

-*Cálculo del mes de la fecha.* Por tanto se encuentra que el mes de la fecha en función de los días transcurridos desde el comienzo del año es

$$M = \text{int} \left[\frac{2 \cdot T + 59 + 2\delta(f-1)\varepsilon(T-88) - 2 \cdot \delta(f-3)\varepsilon(T-60) - \delta(g)\varepsilon(T-177)}{59} \right]. \quad (66)$$

-*Cálculo del día de la fecha.* Es necesario calcular los días transcurridos desde el inicio del año hasta la conclusión del mes anterior a la fecha. Para ello se hace uso de la ecuación (61) poniendo $D = 0$. Los días restantes son los días transcurridos en el mes M

$$D = T - N'(M, D=0) + 1, \quad (67)$$

hemos añadido el 1 para que nos dé el día de la fecha.

Ejemplo 35: Hallar la fecha en el calendario hebreo del día juliano 2.502.690

Se aplica (62) para determinar el número de lunaciones transcurridas desde el comienzo del calendario hasta la fecha

$$L' = \text{int} \left(\frac{J - 347.997}{m} \right) = \text{int} \left(\frac{2.502.690 - 347.997}{29,530\ 594\ 1358} \right) = 72.964.$$

Con este dato vamos a la ecuación (63)

$$Y = \text{int} \left(\frac{19 \cdot L' + 252}{235} \right) = \text{int} \left(\frac{19 \cdot 72.964 + 252}{235} \right) = 5.900,$$

que tomamos provisionalmente como el año de la fecha. Hay que calcular el día juliano del Roch-Hachaná del año 5900. Por (19) determinamos las lunaciones transcurridas hasta el comienzo del año 5900, resultando 72.961. Los días transcurridos desde el comienzo de la era hebrea hasta el comienzo de 5900 es dadapor (59)

$$\begin{aligned} N &= \text{int}(L \cdot m + b') + \bar{D} = \text{int}(72.961 \cdot 29,530\ 594\ 1358 + 0,216\ 203\ 7037) \\ &+ 1 = 72.961 \cdot 29 + \text{int}(72.961 \cdot 0,530\ 594\ 1358 + 0,216\ 203\ 7037) + 1 = \\ &= 2.154.582. \end{aligned}$$

donde hemos puesto $\bar{D} = 1$ según se dedujo en el ejemplo 22. De la ecuación (60) obtenemos

$$N' = 1$$

con lo que ya podemos aplicar (61)

$$J_R = N + N' + 347.997 = 2.154.582 + 1 + 347.997 = 2.502.580,$$

que es el día juliano del comienzo del año 5900. Ahora aplicamos (64)

$$\begin{aligned} Y &= \text{int}\left(\frac{19 \cdot L + 252}{235}\right) - \text{int}\left(\frac{J_R - 1}{J}\right) = \\ &= \text{int}\left(\frac{19 \cdot 72.964 + 252}{235}\right) - \text{int}\left(\frac{2.502.580 - 1}{2.502.690}\right) = 5.900. \end{aligned}$$

Con (65) determinamos los días que han transcurrido en el año 5900

$$T = J - J_R = 2.502.690 - 2.502.580 = 110.$$

Según se dedujo en el ejemplo 23, $f = 2$ y por el ejemplo 21, $g = 1$, entonces al aplicar (66) se encuentra

$$M = \text{int}\left(\frac{2 \cdot 110 + 59}{59}\right) = 4,$$

y para hallar los días del mes aplicamos (67)

$$D = T - N'(M, D=0) + 1 = 110 - 89 + 1 = 22$$

por lo tanto el día buscado es el 22 de Tevet (mes 4) del año 5900.

13.5. Conversión de una fecha hebrea a juliana

Si tenemos una fecha en el calendario hebreo y queremos averiguar a qué fecha del calendario juliano le corresponde, lo primero que tenemos que hacer es averiguar mediante (61) el día juliano J de la fecha hebrea. Con este dato y utilizando (46), (47), (48) y (49) hallamos la correspondiente fecha del calendario auxiliar juliano. Y finalmente con (44) hallamos la fecha del calendario juliano.

Ejemplo 36: Hallar la fecha en el calendario juliano del 15 de Tevet del año 5900

En el ejemplo 34 hemos encontrado que el día juliano del 15 de Tevet del año es el 2.502.683. Al aplicar (45)-(49) se encuentra

$$Y' = \text{int}\left[\frac{4 \cdot (J + 1.401) + 3}{1.461}\right] = \text{int}\left[\frac{4 \cdot (2.502.683 + 1.401) + 3}{1.461}\right] = 6.855$$

$$T = \text{int}\left\{\frac{\left[4 \cdot (J + 1.401) + 3\right] \bmod 1.461}{4}\right\} = 296$$

$$M' = \text{int}\left(\frac{5 \cdot T + 2}{153}\right) = \text{int}\left(\frac{5 \cdot 296 + 2}{153}\right) = 9$$

$$D' = \text{int}\left[\frac{(5 \cdot T + 2) \bmod 153}{5}\right] = 21$$

que nos da la fecha en el calendario auxiliar juliano. Ahora se aplica (44)

$$D = D' + 1 = 21 + 1 = 22$$

$$M = (M' + 2) \bmod 12 + 1 = (9 + 2) \bmod 12 + 1 = 12$$

$$Y = Y' - 4716 + \text{int}\left(\frac{14 - M}{12}\right) = 6.855 - 4716 + \text{int}\left(\frac{14 - 12}{12}\right) = 2.139,$$

por tanto el 15 de Tevet del año 5900 equivale al 22 de diciembre de 2139 del calendario juliano.

14.5. Cálculo del día semanal de una fecha

Conocida la fecha en un calendario podemos obtener su día juliano y a partir de aquí determinar el día de la semana correspondiente. Esta operación es simple, dado que tanto la cuenta de los días julianos como la sucesión de las semanas no han sido interrumpidas. Teniendo en cuenta que el día juliano 0 fue lunes, entonces el día de la semana W del día juliano J será

$$W = J \bmod 7 + 1 \quad (68)$$

si W es 1 corresponde al lunes, si es 2 al martes y así sucesivamente hasta el valor 7 que corresponde al domingo. La fórmula (68) es aplicable para cualquier calendario. Dada una fecha en un calendario hay que calcular el día juliano que le corresponde y con este dato y a partir de (68) se calcula el día semanal.

16.5. Fecha hebrea del molad

Se trata de hallar la fecha del calendario hebreo en que cae el molad de un mes determinado. Sea M el mes cuyo fecha del molad queremos determinar y Y es el año.

Primero es necesario determinar las lunaciones transcurridas hasta el comienzo del año Y por (19), tras la cual se calcula el día juliano del molad del mes M mediante la fórmula

$$J = \text{int}\left[(L + M - 1) \cdot m + b'\right] + 347.994$$

adaptación de la fórmula (61). Ahora sólo queda seguir el procedimiento del epígrafe 12.5 para hallar la fecha del calendario hebreo.

16.5. Resumen de los algoritmos

A7: Conversión del calendario juliano al calendario auxiliar

Dada una fecha del calendario juliano determinar su fecha en el calendario auxiliar

ENTRADA: D, M, Y

$$D' = D - 1$$

$$M' = (M + 9) \bmod 12$$

$$Y' = Y + 4.716 - \text{int}\left(\frac{14 - M}{12}\right)$$

SALIDA: D', M', Y'

A8: Conversión del calendario auxiliar al calendario juliano

Dada una fecha del calendario auxiliar determinar la fecha en el calendario juliano

ENTRADA: D', M', Y'

$$D = D' + 1$$

$$M = (M' + 2) \bmod 12 + 1$$

$$Y = Y' - 4716 + \text{int}\left(\frac{14 - M}{12}\right).$$

SALIDA: D, M, Y

A9: Día juliano de una fecha juliana

Determinar el día juliano de una fecha del calendario juliano

ENTRADA: D, M, Y

$D, M, Y \rightarrow A7 \rightarrow D', M', Y'$

$$J = \text{int}\left(\frac{1461 \cdot Y'}{4}\right) + \text{int}\left(\frac{153 \cdot M' + 2}{5}\right) + D' - 1.401.$$

SALIDA: J

A10: Fecha juliana de un día juliano

Determinar la fecha en el calendario juliano conocido su día juliano

ENTRADA: J

$$Y' = \text{int}\left[\frac{4 \cdot (J + 1.401) + 3}{1.461}\right]$$

$$T = \text{int}\left\{\frac{\left[4 \cdot (J + 1.401) + 3\right] \bmod 1.461}{4}\right\}$$

$$M' = \text{int}\left(\frac{5 \cdot T + 2}{153}\right)$$

$$D' = \text{int}\left[\frac{(5 \cdot T + 2) \bmod 153}{5}\right]$$

$D', M', Y' \rightarrow A8 \rightarrow D, M, Y$

SALIDA: D, M, Y

A11: Día juliano de una fecha gregoriana

Determinar el día juliano conocida la fecha del calendario gregoriano

ENTRADA: D, M, Y

$D, M, Y \rightarrow A7 \rightarrow D', M', Y'$

$$J = \text{int}\left(\frac{1461 \cdot Y'}{4}\right) + \text{int}\left(\frac{153 \cdot M' + 2}{5}\right) + D' - \text{int}\left[\frac{3}{4} \cdot \text{int}\left(\frac{Y' + 184}{100}\right)\right] - 1.363$$

SALIDA: J

A12: Fecha gregoriana de un día juliano

Determinar la fecha en el calendario gregoriano conociendo su día juliano

ENTRADA: J'

$$s = \text{int}\left[\frac{3}{4} \cdot \text{int}\left(\frac{4 \cdot J' + 274.276}{146.097}\right)\right] - 38$$

$$J = J' + s$$

$J \rightarrow A10 \rightarrow D, M, Y$

SALIDA: D, M, Y

A13: Día juliano de una fecha hebrea

Determinar el día juliano de una fecha dada en el calendario hebreo

ENTRADA: D, M, Y

$Y \rightarrow A3 \rightarrow g$

$Y \rightarrow A6 \rightarrow f$

$Y \rightarrow A1 \rightarrow L$

$Y \rightarrow A4 \rightarrow \bar{D}$

$$m = 29,530\,594\,1358$$

$$b' = 0,216\,203\,7037$$

$$N = \text{int}(L \cdot m + b') + \bar{D}$$

$$N' = \text{int}\left[\frac{59 \cdot M - 58 + \delta(g) \varepsilon(M-7)}{2}\right] -$$

$$-\delta(f-1) \varepsilon(M-4) + \delta(f-3) \varepsilon(M-3) + D$$

$$J = N + N' + 347.997.$$

SALIDA: J

A14: Fecha hebrea de un día juliano

Determinar la fecha hebrea asociada a un día juliano

ENTRADA: J

$$m = 29,530\,594\,1358$$

$$b' = 0,216\,203\,7037$$

$$L' = \text{int}\left(\frac{J - 347.997}{m}\right)$$

$$Y = \text{int}\left(\frac{19 \cdot L' + 252}{235}\right)$$

$$L = \text{int}\left(\frac{Y \cdot 235 - 234}{19}\right)$$

$Y \rightarrow \mathbf{A4} \rightarrow \bar{D}$

$Y \rightarrow \mathbf{A3} \rightarrow g$

$Y \rightarrow \mathbf{A6} \rightarrow f$

$$N = \text{int}(L \cdot m + b') + \bar{D}$$

$$J_R = N + 1 + 347.997$$

$$Y = \text{int}\left(\frac{19 \cdot L' + 252}{235}\right) - \text{int}\left(\frac{J_R - 1}{J}\right)$$

$$T = J - J_R$$

$$M = \text{int}\left[\frac{2 \cdot T + 59 + 2\delta(f-1)\varepsilon(T-88) - 2 \cdot \delta(f-3)\varepsilon(T-60) - \delta(g)\varepsilon(T-177)}{59}\right]$$

$$N' = \text{int}\left[\frac{59 \cdot M - 58 + \delta(g)\varepsilon(M-7)}{2}\right] - \\ - \delta(f-1)\varepsilon(M-4) + \delta(f-3)\varepsilon(M-3)$$

$$D = T - N + 1$$

SALIDA: D, M, Y

A15: Fecha hebrea del molad

Determinar la fecha del calendario hebreo del molad de un mes

ENTRADA: M, Y

$$m = 29,530\,594\,1358$$

$$b' = 0,216\,203\,7037$$

$$L = \text{int}\left(\frac{235 \cdot Y - 234}{19}\right)$$

$$J = \text{int}\left[\left(L + M - 1\right) \cdot m + b'\right] + 347.994$$

$J \rightarrow A14 \rightarrow D, M, Y$

SALIDA: D, M, Y

A16: Día semanal de una fecha

Determinar el día semanal de una fecha conociendo el día juliano

ENTRADA: J

$$W = J \bmod 7 + 1$$

SALIDA: W

Ejemplo 37: Hallar la fecha en el calendario gregoriano del 15 de Chevat del año 5950

Damos esquemáticamente los resultados:

$$5.950 \rightarrow A1 \rightarrow L = 73.579$$

$$5.950 \rightarrow A2 \rightarrow S = 5; H = 19; P = 271$$

$$5.950 \rightarrow A3 \rightarrow g = 0$$

$$5.949 \rightarrow A3 \rightarrow g' = 1$$

$$5.900 \rightarrow A4 \rightarrow \bar{D} = 2$$

$$S = 0; \bar{D} = 2 \rightarrow A5 \rightarrow S_R = 0$$

$$5.951 \rightarrow A5 \rightarrow S'_R = 5$$

$$5.950 \rightarrow A6 \rightarrow f = 1$$

Por lo anterior averiguamos que el año 5950 es embolísmico, defectivo y de carácter 0.

$$15, 5, 5950 \rightarrow A13 \rightarrow J = 2.520.962$$

$$J = 2.520.962 \rightarrow A12 \rightarrow 21, 1, 2190$$

La fecha gregoriana buscada es el 21 de enero del año 2190.

$$J = 2.520.962 \rightarrow A15 \rightarrow W = 4$$

Por tanto el 15 de Shevat del año 5950 es un jueves.

Ejemplo 38: Hallar la fecha hebrea del 10 de marzo del año 2150 del calendario gregoriano

$$10, 3, 2150 \rightarrow A7 \rightarrow D' = 9, M' = 0, Y' = 6.866$$

$$10, 3, 2150 \rightarrow A11 \rightarrow J = 2.506.400$$

$$m = 29, 530\,594\,1358$$

$$b' = 0, 216\,203\,7037$$

$$L' = \text{int}\left(\frac{J - 347.997}{m}\right) = 73.090$$

(L' son las lunaciones transcurridas hasta la fecha)

$$Y = \text{int}\left(\frac{19 \cdot L' + 252}{235}\right) = 5.910$$

5.910 ➔ A1 ➔ $L = 73.085$

(L representa las lunaciones transcurridas hasta el comienzo del año)

5910-

5.910 ➔ A4 ➔ $\bar{D} = 0$

5.910 ➔ A3 ➔ $g = 1$

5.910 ➔ A6 ➔ $f = 3$

2.506.400 ➔ A14 ➔ 11, 6, 5910

La fecha buscada es el 11 de Adar del año 5910.

Capítulo 6

Misceláneas

6

Misceláneas

1.6. Ciclos del calendario

Ya hemos señalado varios ciclos del calendario hebreo, como el semanal, el lunar de 19 años, el solar de 28 años, el chemita de 7 y el yobel de 49.

Además de estos ciclos existen otros cuatro, tres de ellos más bien son seudociclos, pues no cumplen perfectamente la periodicidad.

Los años vienen definidos por tres características: género (si el es común o embolísmico), carácter (día semanal del Roch-Hachaná) y la especie (número de días que tiene el año). Estas tres características se pueden reducir a dos: momento del primer molad del año y la posición en el ciclo lunar, lo que nos permite conocer el género del año. En efecto, conocido el primer molad del año se puede determinar el carácter del año por la tabla 13. Si conocemos el primer molad del año y los meses que tiene (o sea, su género), se determina el primer molad del año siguiente y de aquí se calcula el carácter del siguiente año. Conocido el carácter de un año y del siguiente, se utiliza la tabla 14 y se determina la especie del año. Por tanto queda demostrado que las dos características que determinan al año son el momento del primer molad del año y la posición en el ciclo lunar.

Si se da la circunstancia de que tras una serie de años encontramos dos de ellos con el mismo momento del primer molad e idéntica posición lunar, entonces tenemos un ciclo, en el sentido de que vuelve a repetirse las características de los años con la misma secuencia.

Ocurre que en algunos períodos de tiempo las coincidencias antes señaladas no son perfectas, aunque sí muy cercanas, por lo que encontramos seudociclos.

El más corto de ellos tiene una duración de 247 años, que corresponde a 13 ciclos lunares de 19 años, por lo que dos años separados 247 años tienen la misma posición lunar. En este lapso de tiempo han transcurrido

$$235 \cdot 13 \cdot 29, 530\,594\,1358 = 90.215.965\,08 \text{ días}$$

cuyo número de semanas enteras es

$$\text{int}\left(\frac{90.215,96508}{7}\right) = 12.887$$

y el resto de semanas es

$$90.215,96508 \bmod 7 = 6,96508 \text{ días}$$

que se diferencia en una semana entera en

$$7 - 6,96508 = 0^d,03492 = 905^p,126$$

es decir, que al ciclo de 247 años le faltan sólo 905 partes para ser un ciclo perfecto. En efecto, si en 247 años hubiera un número entero de lunaciones, cada 247 años se volvería a repetir las lunaciones en el mismo orden, es decir, se conseguiría que al cabo de esos años hubiera coincidencia no sólo de la posición lunar sino también del momento del primer molad.

Pero aún no teniendo una coincidencia perfecta, los tipos de años que se separan entre sí en 247 años suelen tener un alto grado de similitud, por lo que cabe hablar de seudociclos.

En la tabla 29 se han puesto los tipos correspondientes a tres series de 30 años, separados unos de otros por 247 años. Se puede apreciar que la coincidencia de los tipos de las tres series es completa para el ejemplo considerado, lo que garantiza que esos años son exactamente iguales. El número corresponde al carácter del año, es decir al día semanal del Roch-Hachaná, la letra indica la especie, o sea, si el año es defectivo, regular o abundante, si la letra es mayúscula el año es embolísmico y si es minúscula el año es común.

Otro seudociclo que se puede formar está compuesto por 190 ciclos lunares, lo que corresponde a 3.610 años. Se encuentra que el intervalo de tiempo entre dos moladot de comienzo del años separados por 3.610 años se diferencian entre sí en 730 partes, por lo que los tipos de años se reproducirán con bastante aproximación cada 190 ciclos de 19 años, tal como se aprecia en la tabla 30. En los años que hemos tomado como ejemplos vemos que la coincidencia de los tipos de años separados 3.610 años es completa.

Tabla 29.- Seudociclo de 247 años

La tabla se encuentra dividida en tres partes, correspondientes cada una a una serie de 30 años, separadas entre ellas 247 años. Se dan los tipos de años y se comprueba que los años separados entre sí 247 años son del mismo tipo. Los tipos de años vienen representados por un número y una letra. El número es el carácter del año, siendo el 1 el domingo. Cuando la letra es mayúscula el año es embolísmico. La letra d (o D) significa año defectivo, la r (o R) regular y la a (o A) abundante.

Años	Tipos	Años	Tipos	Años	Tipos
5700	5A	5947	5A	6194	5A
5701	5r	5948	5r	6195	5r
5702	2a	5949	2a	6196	2a
5703	0D	5950	0D	6197	0D
5704	5r	5951	5r	6198	5r
5705	2a	5952	2a	6199	2a
5706	0D	5953	0D	6200	0D
5707	5r	5954	5r	6201	5r
5708	2A	5955	2A	6202	2A
5709	2a	5956	2a	6203	2a
5710	0d	5957	0d	6204	0d
5711	3R	5958	3R	6205	3R
5712	2a	5959	2a	6206	2a
5713	0a	5960	0a	6207	0a
5714	5D	5961	5D	6208	5D
5715	3r	5962	3r	6209	3r
5716	0a	5963	0a	6210	0a
5717	5A	5964	5A	6211	5A
5718	5r	5965	5r	6212	5r
5719	2D	5966	2D	6213	2D
5720	0a	5967	0a	6214	0a
5721	5r	5968	5r	6215	5r
5722	2D	5969	2D	6216	2D
5723	0a	5970	0a	6217	0a
5724	5r	5971	5r	6218	5r
5725	2A	5972	2A	6219	2A
5726	2d	5973	2d	6220	2d
5727	5A	5974	5A	6221	5A
5728	5r	5975	5r	6222	5r
5729	2a	5976	2a	6223	2a

Años	Tipos	Años	Tipos	Años	Tipos
2090	5A	5700	5A	9310	5A
2091	5r	5701	5r	9311	5r
2092	2a	5702	2a	9312	2a
2093	0D	5703	0D	9313	0D
2094	5r	5704	5r	9314	5r
2095	2a	5705	2a	9315	2a
2096	0D	5706	0D	9316	0D
2097	5r	5707	5r	9317	5r
2098	2A	5708	2A	9318	2A
2099	2a	5709	2a	9319	2a
2100	0d	5710	0d	9320	0d
2101	3R	5711	3R	9321	3R
2102	2a	5712	2a	9322	2a
2103	0a	5713	0a	9323	0a
2104	5D	5714	5D	9324	5D
2105	3r	5715	3r	9325	3r
2106	0a	5716	0a	9326	0a
2107	5A	5717	5A	9327	5A
2108	5r	5718	5r	9328	5r
2109	2D	5719	2D	9329	2D
2110	0a	5720	0a	9330	0a
2111	5r	5721	5r	9331	5r
2112	2D	5722	2D	9332	2D
2113	0a	5723	0a	9333	0a
2114	5r	5724	5r	9334	5r
2115	2A	5725	2A	9335	2A
2116	2d	5726	2d	9336	2d
2117	5A	5727	5A	9337	5A
2118	5r	5728	5r	9338	5r
2119	2a	5729	2a	9339	2a

El último seudociclo que vamos a considerar está compuesto de 216 ciclos lunares o 4.104 años. Se puede comprobar que la diferencia de tiempo entre los momentos del primer molad de dos años separados 4.104 años es de 1.080 partes exactas, por lo tanto muy cercanos entre sí, por lo que estamos en presencia de un nuevo seudociclo. En la tabla 31 recogemos una serie de 30 años separados 4.104 años y comprobamos que la coincidencia entre los tipos de años de cada serie es bastante alta. Sólo en dos ocasiones no hay coincidencia.

Por último vamos a analizar un verdadero ciclo del calendario hebreo. Notemos que cada vez que transcurre el anterior ciclo de 4.104 años se va acumulando una hora de más entre las diferencias de los primeros moladot del año. Al cabo de 168 ciclos de 4.104 años, la acumulación de tiempo habrá sido 168 horas, es decir una semana. Por tanto al cabo de $168 \cdot 4.104 = 689.472$ años o 36.288 ciclos lunares habrá coincidencia entre los moladot de principio del año, y por ser el número de años del ciclo divisible entre 19 también tendrán esos años la misma posición lunar.

Vamos a comprobar que este es el ciclo más pequeño que existe. El exceso sobre semanas enteras de un ciclo lunar de 19 años es $2^d\ 16^h\ 595^m = 69.715^p$. Cada vez que pase un ciclo lunar aumentará la diferencia entre los primeros moladot de años separados 19 años en 69.715 partes. Se trata de encontrar el número de ciclos lunares que tienen que pasar para que la diferencia acumulada entre los momentos de los primeros moladot alcance una semana entera, es decir que los momentos de los primeros moladot transcurridos los años del ciclo sean los mismos, como además esos años están separados por un número entero de ciclos lunares de 19 años, tendrán la misma posición lunar, es decir serán del mismo tipo.

Sea c el número de ciclos lunares que tiene el ciclo que estamos buscando y n un número entero cualquiera, entonces el ciclo debe cumplir

$$69.715 \cdot c = 181.440 \cdot n$$

donde 181.440 son las partes que tiene una semana. Haciendo la descomposición en número primos y despejando c

$$n = \frac{5 \cdot 191 \cdot 73 \cdot c}{7 \cdot 5 \cdot 3^4 \cdot 2^6} = \frac{191 \cdot 73 \cdot c}{7 \cdot 3^4 \cdot 2^6}$$

el menor valor entero de n que origina un mínimo valor entero de c es el

Tabla 30.- Seudociclo de 3.610 años

Hemos tomado como ejemplo tres series de 30 años correspondientes a tres ciclos de 3.610 años, se comprueba que la coincidencia de los tipos de los años es total, al menos en los años seleccionados.

Años	Tipos	Años	Tipos	Años	Tipos
1596	5A	5700	5A	9804	5A
1597	5r	5701	5r	9805	5r
1598	2a	5702	2a	9806	2a
1599	0D	5703	0D	9807	0D
1600	5r	5704	5r	9808	5r
1601	2a	5705	2a	9809	2a
1602	0D	5706	0D	9810	0D
1603	5a	5707	5r	9811	5r
1604	3R	5708	2A	9812	2A
1605	2a	5709	2a	9813	2a
1606	0d	5710	0d	9814	0d
1607	3R	5711	3R	9815	3R
1608	2a	5712	2a	9816	2a
1609	0a	5713	0a	9817	0a
1610	5D	5714	5D	9818	5D
1611	3r	5715	3r	9819	3r
1612	0a	5716	0a	9820	0a
1613	5A	5717	5A	9821	5A
1614	5r	5718	5r	9822	5r
1615	2D	5719	2D	9823	2D
1616	0a	5720	0a	9824	0a
1617	5r	5721	5r	9825	5r
1618	2D	5722	2D	9826	2D
1619	0a	5723	0a	9827	0a
1620	5r	5724	5r	9828	5r
1621	2A	5725	2A	9829	2A
1622	2d	5726	2d	9830	2d
1623	5A	5727	5A	9831	5A
1624	5r	5728	5r	9832	5r
1625	2a	5729	2a	9833	2a

denominador de la fracción, por tanto

$$c = 7 \cdot 3^4 \cdot 2^6 = 36.288 \text{ ciclos lunares} = 689.472 \text{ años}$$

al cabo de estos años los tipos de años hebreos se vuelven a repetir de igual forma y con la misma secuencia. En particular, en el año 689473 el momento del primer molad sucederá en el mismo momento que el primer molad de la creación, es decir $2^d 5^h 205^m$.

2.6. Movilidad del comienzo de los meses hebreos en el calendario gregoriano

Al ser el calendario hebreo lunisolar y el gregoriano solar, no existe concordancia, ni siquiera aproximada, entre las fechas gregorianas del comienzo de los meses hebreos de un año a otro. En la tabla 32 se muestran las fechas gregorianas en que pueden comenzar los distintos meses hebreos, el análisis se ha realizado entre los años 5660 y 5860. Es necesario advertir este hecho, pues tal como veremos más adelante, existe una movilidad del calendario hebreo respecto al gregoriano, lo que ocasiona que las fechas que aparecen en la tabla 32 sean diferentes para otras épocas.

Por ejemplo, para el periodo comprendido entre los años 7660 y 7860 (o sea, dos mil años después de la muestra de la tabla 32), el mes de Tishri comenará entre el 14 de septiembre y el 14 de octubre, es decir 9 días más del que aparece en la tabla 32.

Es interesante señalar que siempre que el comienzo del año hebreo avanza una fecha en el calendario gregoriano lo hace en el noveno año del ciclo lunar. Por ejemplo, el próximo avance en la fecha gregoriana del Roch-Hachaná será el año 6051 en que el año comenzará el 6 de octubre, ese año corresponde efectivamente al noveno en el ciclo de 19 años.

3.6. Movilidad del año hebreo respecto al gregoriano

La duración promedio que se desprende del calendario hebreo es

$$\frac{235 \cdot 29^d, 5305941358}{19} = 365^d, 246822206 = 365^d 5^h 55^m 25^s, 44$$

mientras que la duración promedio del calendario gregoriano es 365,2425 días, es decir una diferencia por año de

Tabla 31.- Seudociclo de 4.104

Al igual que en las tablas anteriores hemos tomado como ejemplo tres series de 30 años, que corresponden a ciclos consecutivos de 4.104 años. Se observa que existe una buena coincidencia entre los tipos de años correspondientes, pero notamos que existen en el periodo considerado dos excepciones que la hemos puesto en letra negrita.

Meses	Comienzo más temprado del mes	Comienzo más tarde del mes
Tishri	5 de septiembre	5 de octubre
Hechvan	5 de octubre	4 de noviembre
Kislev	3 de noviembre	3 de diciembre
Tevet	3 de diciembre	2 de enero
Chevat	1 de enero	31 de enero
Adar I	31 de enero	2 de marzo
Adar II	2 de marzo	13 de marzo
Nisan	12 de marzo	11 de abril
Iyar	11 de abril	11 de mayo
Sivan	10 de mayo	9 de junio
Tammuz	9 de junio	9 de julio
Av	8 de julio	7 de agosto
Elul	7 de agosto	6 de septiembre

Tabla 32.- Movilidad del comienzo de los meses

En la segunda columna está la fecha más temprana en el calendario gregoriano del comienzo de los meses hebreos y en la tercera columna la fecha en que llegan más tarde. El periodo de tiempo analizado está comprendido entre los años 5660 y 5860 de la creación (años 1899 y 2099 de la era cristiana).

$$365^d, 246822206 - 365^d, 2425 = 0^d, 004322206 = 6^m 13^s, 44.$$

Al cabo de 231,36 años la diferencia acumulada alcanza un día y cuando hayan transcurrido 84.502 años se habrá alcanzado un año completo, es decir que en ese intervalo de tiempo todas las fechas del calendario hebreo habrá recorrido todo el año gregoriano.

Es este el principal defecto del calendario hebreo, que pretende ir acompañado con el Sol y la Luna pero que no lo consigue, pues las estaciones van vagando a lo largo del año hebreo.

En el epígrafe anterior hemos mencionado que en 2.000 años el desplazamiento de los días en que comienza el año hebreo con relación al calendario gregoriano se desplaza 9 días, lo que corresponde a los cálculos anteriores, puesto que $2.000/231 \approx 9$ días.

El año gregoriano también se aparta, aunque ligeramente, del año trópico o año astronómico de referencia en los calendarios. La duración del año trópico a_T varía ligeramente con el tiempo, si usamos la escala de Tiempo Universal tiene de duración

$$a_T = 365^d, 242176754 - 0^d, 000013338 \cdot T$$

donde T son siglos julianos de 36.625 días contados a partir del año 2000. Al comienzo del siglo XXI la diferencia entre el año trópico y el año hebreo resulta ser

$$365^d, 246822206 - 365^d, 242176754 = 0^d, 004645 = 6^m 41^s, 37.$$

4.6. Reforma del calendario hebreo

El defecto descrito en el epígrafe anterior nos lleva a plantear sobre una reforma del calendario hebreo que resuelva el problema de la duración excesiva del año hebreo.

Una sugerencia fue realizada por W. M. Feldman, consistente en que el calendario estuviera compuesto por ciclos de 334 años, agrupados en 17 ciclos de 19 años, que serían exactamente iguales que los actuales, seguidos por 11 años en donde los años embolísmicos serían colocados de igual forma que actualmente, pero al final de esos 11 años se volvería a comenzar un nuevo ciclo de 19 años, iniciándose de esta forma otro ciclo de 334 años.

La reforma de Feldman tendría como ventaja un acortamiento de la duración del año del calendario, en efecto, el ciclo de 334 años tendría

$$235 \cdot 17 + 7 \cdot 12 + 4 \cdot 13 = 4.131 \text{ lunaciones}$$

o bien

$$235 \cdot 17 + 7 \cdot 12 + 4 \cdot 13 = 4.131 \cdot 29^d, 5305941358 = 121.990^d, 8844$$

por tanto la duración promedio del año propuesto por Feldman sería

$$\frac{121.990^d,8844}{334} = 365^d,2421688 = 365^d\ 5^h\ 48^m\ 43^s,38$$

que al compararlo con el año trópico actual nos da una diferencia

$$365^d,242176754 - 365^d,2421688 = 0^s,69$$

lo que significaría que sólo al cabo de varias decenas de miles de años habría un desplazamiento de un día.

En cuanto a la diferencia entre el año derivado de la reforma de Feldman y el año del calendario gregoriano tenemos

$$365^d,2425 - 365^d,2421688 = 28^s,62.$$

5.6. Frecuencia del día semanal del Roch-Hachaná

Ya hemos indicado que el día semanal de Roch-Hachaná o primer día del año sólo puede ser lunes, martes, jueves o sábado. Pero no todos estos cuatro días tienen la misma probabilidad de ser el comienzo del año. En la tabla 33 se da la frecuencia en que ocurre el Roch-Hachaná en cada uno de los posibles cuatro días semanales, sobre cálculos basados en un período de 689.472 años.

Se comprueba que el día más probable en que puede comenzar el año es el jueves y el día en que hay menos probabilidad es el martes, mientras que en casi las mismas ocasiones el comienzo del año es lunes o sábado.

Día de la semana del Roch-Hachaná	Número de ocurrencias	Tanto por ciento
Lunes	193.281	28,03
Martes	79.368	11,51
Jueves	219.831	31,88
Sábado	196.992	28,57
Total	689.472	100

Tabla 33.- Frecuencia del día semanal del primer día del año

Los datos de la tabla se han calculado para un ciclo de 689.472 años, obteniéndose la frecuencia en que cada día de la semana es el comienzo del año o Roch-Hachaná.

6.6. Frecuencia de la duración de los años

De los seis tipos de años que existen en función de su duración, no todos son igual de frecuentes. Al analizar un ciclo de 689.472 años se encuentran los resultados de la tabla 34, en donde se ve que el año que es más frecuente es el común abundante, mientras que el menos probable es el año embolísmico regular. Se observa también que las diferencias entre las frecuencias de uno y otro año son bastante grandes.

7.6. Frecuencia de la duración de los ciclos lunares

El promedio el ciclo lunar de 19 años tiene una duración de

$$235 \cdot 29,5305941358 = 6.939,689622 \text{ días}$$

pero los aplazamientos pueden producir alargamientos en 1 o 2 días, por lo que es posible que la duración de los ciclos lunares sean: 6.939, 6.940, 6.941 y 6.942.

La frecuencia de su ocurrencia aparece en la tabla 35. También debemos notar que el promedio que se desprende de la tabla 35 de la duración del ciclo de Meton, es el que antes hemos calculado a partir de la duración promedio

Duración del año	Frecuencia	Tanto por ciento
353	69.222	10,04
354	167.498	24,29
355	198.736	28,82
383	106.677	15,47
384	36.287	5,26
384	111.052	16,11

Tabla 34.- Frecuencia de los años según su duración

El cálculo está realizado para un periodo completo de 689.472 años, encontrándose que lo más frecuente es que el año tenga una duración de 355 días, es decir que sea común y abundante. Mientras que el menos probable es el año de 384 días o año embolísmico regular.

Días en el ciclo de 19 años	Frecuencia	Tanto por ciento
6.939	17.099	47,12
6.940	13.648	37,61
6.941	5.246	14,46
6.942	295	0,81

Tabla 35.- Frecuencia de las duraciones de los ciclos lunares

Lo más probable es que la duración del ciclo lunar sea de 6.939 días y es muy improbable que la duración sea de 6.942 días. Los resultados de la tabla están referidos a un ciclo de 689.472 años.

dela lunación, en efecto

$$\frac{6.939 \cdot 17.099 + 6.940 \cdot 13.648 + 6.941 \cdot 5.246 + 6.942 \cdot 295}{17.099 + 13.648 + 5.246 + 295} = 6.939,689\,622.$$

8.6. Frecuencia del día de comienzo del año en función de su duración

Agrupamos en la tabla 36 los resultados de los párrafos anteriores, donde se aprecia la frecuencia con que ocurre la duración del año en función de su día de Roch-Hachaná. Se nota que la máxima probabilidad se encuentra en los años de 354 días (año común regular) y empezando el año por jueves, mientras que lo menos probable es que el año sea normal abundante y que empiece en jueves.

9.6. Correlación astronómica

Ya hemos comentado la diferencia existente entre el año trópico y el año del calendario hebreo, que causa el desplazamiento del comienzo de las estaciones a un ritmo de un día cada 231 años.

Nos interesa ahora analizar la correlación entre las lunas nuevas astronómicas y la fecha del comienzo de los meses del calendario, en particular el comienzo del primer mes del año.

Debemos notar que la lunación astronómica media va variando

Duración del año	Carácter del año			
	Lunes	Martes	Jueves	Sábado
353	39.369	0	0	29.853
354	0	43.081	124.417	0
355	81.335	0	22.838	94.563
383	40.000	0	26.677	40.000
384	0	36.287	0	0
385	32.577	0	45.899	32.576

Tabla 36.- Frecuencia de los tipos de años en función del día de Roch-Hachaná

Distribución al cabo de 689.472 años, donde vemos que lo más probable es que el año sea común regular y empiece en jueves

Era mundana	Era cristiana	Duración de la lunación
4000	239	29 ^d 12 ^h 44 ^m 2 ^s ,55
6000	2239	29 ^d 12 ^h 44 ^m 2 ^s ,92
8000	4239	29 ^d 12 ^h 44 ^m 3 ^s ,29
Lunación media del calendario		29 ^d 12 ^h 44 ^m 3 ^s ,33

Tabla 37.- Variación de la lunación media astronómica

Aparecen los valores de la lunación media astronómica en intervalos de 2.000 años y lo comparamos con la lunación media del calendario hebreo.

ligeramente con el tiempo. En la tabla 37 se dan algunos valores tomados a intervalos de 2.000 años. Al compararlos con el valor promedio que se toma en el calendario hebreo observamos que las diferencias son mínimas, lo que garantiza que el calendario mantendrá la concordancia con las lunaciones astronómicas durante un gran intervalo de tiempo.

Las normas calendaristas están diseñadas para que la luna nueva astronómica no supere al día inicial del primer mes. Y en efecto, el cálculo directo muestra que para la época actual la lunación astronómica asociada al primer mes se produce en promedio el día 29 de Elul a las 5 horas de tiempo hebreo.

A medida que pase el tiempo, las lunaciones astronómicas asociadas al primer mes del año llegarán algún tiempo antes, ya que la lunación astronómica es menor que la lunación promedio del calendario. El desplazamiento de tiempo sólo será de unas dos horas en 2.000 años, por lo que no afectará significativamente al calendario.

10.6. Aniversarios especiales

El problema relacionado con los aniversarios radica en que el mes embolísmico no se da todos los años, además los meses de Hechvan y Kislev tienen en algunos años 29 días y en otros 30.

Veamos a continuación cómo se desplazan los aniversarios que caen el día 30 de Hechvan, el 30 de Kislev y en los meses de Adar I y Adar II.

a) Aniversarios que tienen lugar el 30 de Hechvan.

-Para la celebración de los cumpleaños: En los años en que existe el día 30 de Hechvan, ese será el día de la celebración. En el caso de que el año tenga un mes de Hechvan de sólo 29 días, la celebración será el día 1 de Kislev.

-Para el aniversario de un fallecimiento: Si el primer año después de la muerte Hechvan tiene 30 días, el aniversario será observado el día 30 de Hechvan en aquellos años en que exista esta fecha. En los demás años el aniversario será el día 1 de Kislev. Pero si el primer año después de la muerte, Hechvan tiene 29 días, el aniversario será observado sobre ese día en todos aquellos años en que Hechvan tenga 29 días. En los demás años el aniversario será el día 30.

b) Aniversarios que tienen lugar el 30 de Kislev.

-Para la celebración del cumpleaños: En los años con Kislev de 30 días, la celebración será sobre ese día. Para los demás años la celebración será el 1 de Tevet.

-Para el aniversario de un fallecimiento: Si el primer año después de la muerte Kislev tuviera 30 días, el aniversario será observado el día 30 de Kislev. En todos los demás años, el aniversario será el 1 de Tevet. Pero si el primer año después de la muerte el mes de Kislev tiene 29 días, la celebración será ese día en todos los años en que Kislev tenga 29 días. En los demás años el aniversario

será el día 30 de Kislev.

c) *Aniversarios que tienen lugar en Adar de un año común.*

-En los años comunes la celebración será en el mes de Adar.

-Para los años embolísmicos los cumpleaños serán el mismo día del mes de Adar II. Para los aniversarios del fallecimiento será la misma fecha del mes de Adar I.

d) *Aniversarios que tienen lugar en Adar I en un año embolísmico.*

-En los años comunes la celebración será sobre la misma fecha del mes de Adar.

-En los años embolísmicos será sobre la misma fecha del mes de Adar I.

e) *Aniversarios que tienen lugar el 30 de Adar I.*

-En los años comunes la celebración del cumpleaños será el 1 de Nisan.

-En los años comunes los anivesarios del fallecimiento se observarán el 30 de Shevat.

-En los años embolísmicos la celebración será el 30 de Adar I.

f) *Aniversarios que tienen lugar en Adar II.*

-En los años comunes la celebración será sobre el mismo día de Adar.

-En los años embolísmicos se celebrará sobre el mismo día de Adar II.

11.6. Días festivos en el calendario hebreo

Las principales fiestas religiosas están descritas en el capítulo 23 del Levítico, donde tras tratar de Sabat, habla de la Pascua o Pesaj, Shavout, Roch-Hachaná, Yom Kipur y Sucot.

Sobre la Pascua dice: «En el mes primero, del día 14 del mes para la tarde, es la Pascua del Señor, y el día 15 de este mes es la solemnidad de los ázimos del Señor. Siete días comeréis panes sin levadura. El primero de éstos será para vosotros solemnisimo y santo, ninguna obra servil haréis en él, sino que en los siete días ofreceréis holocausto al Señor; pero el séptimo día será para vosotros más solemne y santo que los demás; durante el cual no haréis obra ninguna servil.»

Con relación a Shavout, que en occidente es conocido con el nombre griego de Pentecostés, el mismo capítulo del Levítico dice: «Contaréis, pues, desde el día segundo de la fiesta en que ofrecisteis el manojo de las primicias, siete semanas enteras, hasta el otro día de cumplir la séptima semana, que viene a ser cincuenta días, y entonces ofreceréis nuevo sacrificio al Señor, [...] tendréis ese día por solemnísimo y santísimo: no haréis en él obra ninguna servil.»

El mismo libro del Pentateuco dice referente al Kipur: «El décimo día de este séptimo mes será el día solemnísimo de la Expiación, o perdón, y se llamará santo, y mortificaréis en él vuestras almas, y ofreceréis holocaustos al Señor. En todo este día no haréis ninguna obra servil.»

Del Sucot o fiesta de los Tabernáculos o de las Tiendas dice el mismo

libro: «El día quince de este mismo mes séptimo empezarán las fiestas de los Tabernáculos, que se celebrarán en honor del Señor durante siete días. El primero será solemne y santísimo: en él no haréis ninguna obra servil [...] El día octavo también será solemnísimo y santísimo [...] No haréis en él ninguna obra servil.»

Las tres fiestas principales: Pesaj, Sucot y Shavout son llamadas fiestas de la peregrinación, ya que se originaron en la peregrinación que sucedió tras la salida de Egipto del pueblo de Israel. Además de las fiestas mosáicas referidas en el Levítico, existen otras fiestas menores como Hanucá o Tu Bishvat, entre otras.

A continuación señalamos las características más destacadas:

Roch-Hachaná.

Es el comienzo del año hebreo. Corresponde al día primero de Tishri. En este día comienza diez días santos que concluyen en el Kipur. Es un día de reposo absoluto, donde se escucha el toque del shofar o trompeta hecha con el cuerno de un carnero, es un momento para arrepentirse de los pecados cometidos en el año anterior.

Yom Kipur.

Es el día de la Expiación, que acontece el día 10 de Tishri. Este día es de ayuno y está prohibido el trabajo. En este día se expían los pecados del pasado año, a la vez que se promete mejorar el comportamiento. El ayuno comienza a la puesta de Sol del día anterior y concluye con la puesta de Sol del siguiente día, estando prohibido tomar bebidas o alimentos. La víspera del Yom Kipur se celebra una comida festiva, expresión de felicidad por la próxima perdonación de los pecados. También es un día donde se recuerdan a los padres y antepasados ya muertos.

Sucot.

Es una celebración que dura siete días, comenzando el día 15 del mes de Tishri. Sucot, conocida como fiesta de las Cabañas, Tiendas o Tabernáculos, es una de las fiestas de la peregrinación. También se conoce como la fiesta de la cosecha, porque es el momento de dar gracias por la cosecha de otoño. En estos días se recuerda como Dios protegió a los judíos durante los cuarenta años de su viaje por el desierto de Sinaí. Es costumbre vivir durante la celebración de esta fiesta en una tienda construida al aire libre, o al menos hacer allí una comida.

Hanucá.

Se celebra durante ocho días en invierno, comenzando con el veinticinco del mes de Kislev.. La palabra Hanucá significa dedicación. La fiesta recuerda el enfrentamiento mantenido entre los griegos que ocupaban Judea en el siglo II antes de Cristo y los judíos encabezados por Judas Macabeo, lograron derrotar a los griegos y entrar de nuevo en Jerusalén, y purificar el templo: «Entretanto,

el Macabeo y los que le seguían, protegidos del Señor, recobraron el templo y la ciudad, y demolieron los altares que los gentiles habían erigido en las plazas, y asimismo los templos de los ídolos. Y habiendo purificado el templo, construyeron un altas nuevo», II Macabeos 10:1-3.

Hanucá se celebra durante ocho días, comenzando en el 25 de Kislev. Cada uno de estos días se enciende una de las velas del menorá de Hanucá o candelabro de ocho brazos. Es un periodo donde se debe dar muestras de alegría evitando los signos de tristeza.

Tu Bishvat.

Es la fiesta del año nuevo de los árboles. Se celebra el día 15 de Shevat, es decir al final del invierno. En este día se le da gracias a Dios por los árboles y las plantas que nos dan su alimento. En Tu Bisvat se aprovecha para plantar árboles en Israel y para reconocer la importancia y el cuidado que hay que tener con el medio ambiente. Durante este día es costumbre comer los siete frutos que la Biblia considera como originarios de Israel: «tierra de trigo y cebada y de viñas; en la que nacen higueras, y granados, y olivos: tierra de aceite y de miel», Deuteronomio 9.

Purim.

Se celebra el 14 de Adar en los años comunes y el 14 de Adar II en los años embolísmicos. En las ciudades amuralladas, como es el caso de Jerusalén, Purim es observado un día después, el día 15. En este día se recuerda la victoria de la reina Esther sobre el rey Amán que decidió acabar con el pueblo judío. Purim es un día festivo destinado a la alegría, entendido como una especie de carnaval, donde se preparan comidas especiales y se hacen regalos de alimentos a los amigos. Durante el día de Purim se lee el Libro de Esther.

Pesaj.

Es una de las fiestas de la peregrinación, se extiende durante una semana a partir del dia 15 de Nisan, el mes de la primavera. Durante el Pesaj o Pascua judía se celebra el éxodo de los israelitas de Egipto, se recuerda que fueron esclavos y cómo fueron hechos libres. El Pesaj finaliza el 21 de Nisan.

Es costumbre durante esta celebración comer pan sin levadura y con anterioridad limpiar la casa de cualquier resto de alimentos con levadura. Tanto el primer dia de la Pascua como el último son días en que está prohibido el trabajo y durante los días intermedios sólo es permitido realizar trabajos livianos.

Shavout.

Se celebra el día 6 de Sivan, es decir al final de la estación de primavera y cincuenta días después de Pascua. Es la tercera de las fiestas de la peregrinación. Shavout es la fiesta de los primeros frutos, donde se le da gracias a Dios por la cosecha de verano.

Tishah Be'av.

A mitad del verano, el 9 de Av, se celebra esta fiesta, donde los creyentes hacen un ayuno riguroso en señal de duelo porque muchos de los más dolorosos acontecimientos de la historia judía acontecieron ese mismo día: la destrucción del primer templo, la destrucción del segundo templo en el año 70, la expulsión de los judíos de Inglaterra en 1290 y la expulsión de los judíos de España en 1492. Tishah Be'av es un día en el que se recuerdan estos luctuosos sucesos. Si el 9 de Av cae en sábado se traslada al domingo siguiente.

Yom Hashanoá.

Es el Día del Memorial del Holocausto. Se observa durante el 27 de Nisan, una semana después del final del Pesaj. Es un día de duelo donde se recuerda a los judíos que murieron en Europa durante la II Guerra Mundial.

Yom Ha'asmaut.

Día de la Independencia del estado de Israel que se celebra el día 5 de Iyar, porque ese mismo día del año 1948 fue proclamada la independencia de Israel. Cuando el 5 de Iyar cae en viernes o sábado el Día de la Independencia se celebra el jueves anterior. El día anterior es el Yom Hazikarón, día de recuerdo por los soldados que murieron defendiendo el estado de Israel.

Capítulo 7

Conversión de fechas con tablas

7

Conversión de fechas con tablas

1.7. Descripción de la tabla A

La tabla A del capítulo 8 corresponde a los años 5360 a 5989 de la era de la creación del mundo, o desde el año 1599 al 2228 de la era cristiana.

La tabla se encuentra dividida en tres bloques, que a su vez se encuentran divididos en varias columnas, que nos dan primero el año de la era de la creación, posteriormente la fecha gregoriana del comienzo del año hebreo, es decir la fecha civil del 1 de Tishri del año considerado.

La última de las columnas nos da las características del año. El número (que va del 0 al 6) indica el día de la semana del primer día del año o Roch-Hachaná, la letra que le sigue nos dice si el año es regular (r o R), abundante (a o A) o defectivo (d o D). Si esta letra está en minúscula significa que el año es común, es decir de 12 meses, y si la letra está en mayúscula significa que el año es embolísmico, es decir que tiene 13 meses.

La tabla B del capítulo 8 tiene como entrada el año de la era cristiana y se obtiene la fecha hebrea del 1 de enero de ese año y el tipo del año hebreo, en la forma ya descrita.

Ejemplo 39: Hallar el tipo del año 5462 de la era de la creación

Utilizando la tabla A se encuentra que el tipo del año 5462 es 2a, es decir que su carácter es 2, lo que significa que comienza en lunes; es un año común de 12 meses y la especie es abundante, es decir de 355 días. De la tabla A encontramos que la fecha gregoriana del comienzo del año 5462 de la era mundana es el 3 de octubre de 1701 gregoriano.

2.7. Conversión de fechas hebreas a gregorianas

Ya hemos desarrollado algoritmos matemáticos para hacer la conversión de fechas, pero esta operación también es posible con la utilización de tablas,

Meses años comunes Meses años embolísmicos	Año común			Año embolísmico		
	Defectivo	Regular	Abundante	Defectivo	Regular	Abundante
Tishri <i>Tishri</i>	0	0	0	0	0	0
Hechvan <i>Hechvan</i>	30	30	30	30	30	30
Kislev <i>Kislev</i>	59	59	60	59	59	60
Tevet <i>Tevet</i>	88	89	90	88	89	90
Chevat <i>Chevat</i>	117	118	119	117	118	119
Adar <i>Adar I</i>	147	148	149	147	148	149
Nisan <i>Adar II</i>	176	177	178	177	178	179
Iyar <i>Nisan</i>	206	207	208	206	207	208
Sivan <i>Iyar</i>	235	236	237	236	237	238
Tammuz <i>Sivan</i>	265	266	267	265	266	267
Av <i>Tammuz</i>	294	295	296	295	296	297
Elul <i>Av</i>	324	325	326	324	325	326
- <i>Elul</i>	-	-	-	354	355	356

tal como mostramos a continuación.

Vamos a ver la técnica para la conversión de fechas hebreas a gregorianas utilizando las tablas 38, 39 y A.

De la tabla 38 encontramos los días transcurridos desde el comienzo del año hasta una fecha dada.

Los números en la tabla 38 nos dan los días desde el 1 de Tishri hasta el comienzo del mes considerado, a este número le sumamos el día del mes y hallamos los días transcurridos, donde contamos entre ellos el día de la fecha, o sea la cuenta está hecha inclusivamente.

Ejemplo 40: Hallar los días que hay desde el comienzo del año hasta el día 5 de Sivan del año 5850

Según calculamos en el ejemplo 24 el año 5850 es embolísmico, abundante y de carácter 2. Con estos datos acudimos a la tabla 38 y encontramos que los días que van desde el 1 de Tishri hasta el comienzo del mes de Sivan son 267. Al añadirle 5 encontramos 272 días entre el comienzo del año y el 5 de Sivan del año 5850, contando ambos días extremos.

Ejemplo 41: Hallar los días que hay desde el comienzo del año hasta el día 12 de octubre del año 2020

El año 2020 es bisiesto por ser divisible entre 4. Entonces tenemos que utilizar la última columna de la tabla 39 y encontramos que desde el comienzo del año hasta el inicio del mes de octubre han transcurrido 274 días. Al sumarle 12 encontramos 286 que son los días desde el comienzo del año 2020 hasta el 12 de octubre de igual año, contando ambos días extremos.

Para hacer la conversión del calendario hebreo al gregoriano tenemos que seguir los siguientes pasos:

Tabla 38.- Días que median entre el principio de año al inicio de un mes

Los números que aparecen en la tabla son los que hay desde el comienzo del año 1 de Tishri hasta el inicio de cada mes. Para saber cuántos días hay desde el 1 de Tishri (se supone desde el comienzo de este día) a una fecha dada, buscamos en la tabla el número que corresponda al mes en cuestión y a ese número le sumamos el día del mes considerado. En este cálculo se cuenta inclusivamente, es decir que entra en la cuenta el día considerado, o sea se cuenta hasta final de ese día. Los nombres de los meses en letra normal hay que utilizarlos para meses comunes y los nombres de los meses en cursivas sirven para los años embolísmico.

Meses del año gregoriano	Año común	Año bisiesto
Enero	0	0
Febrero	31	31
Marzo	59	60
Abril	90	91
Mayo	120	121
Junio	151	152
Julio	181	182
Agosto	212	213
Septiembre	243	244
Octubre	273	274
Noviembre	304	305
Diciembre	334	335

Tabla 39.- Días transcurridos en el calendario gregoriano

La tabla nos da los días que han transcurrido desde el comienzo del año hasta el inicio de un determinado mes. La tabla es igualmente aplicable al caso del calendario juliano.

a) Buscar en la tabla A las características del año hebreo:

- Género y especie.
- Fecha gregoriana del comienzo del mes.

b) Conocido el día y el mes del calendario hebreo, determinar mediante la tabla 38 los días transcurridos desde el comienzo del año:

- Conocido el género, la especie y el mes se halla el número de días transcurridos desde el comienzo del año hasta el comienzo del mes.

-Sumamos al resultado anterior los días de la fecha.

c) Determinar los días transcurridos desde el comienzo del año gregoriano hasta el

comienzo del año hebreo:

-Mediante la tabla 39 se hallan los días desde el comienzo del año gregoriano hasta el principio del año hebreo.

-Sumarle al anterior número los días transcurridos en ese mes.

d) *Hallar los días desde el comienzo del año gregoriano hasta la fecha hebrea:*

-Se le suma a lo obtenido en el apartado anterior lo del apartado b), restándole una unidad, a fin de evitar sumar el día 1 de Tishri dos veces.

e) *Hallar la fecha gregoriana buscada:*

-De la tabla 39 se obtiene el mes y el día buscado, teniendo en cuenta si el año es común o bisiesto.

-Si el número excede de 365 (o 366 en los años bisiestos) se le suma esta cantidad (sumándole una unidad al año) y se recurre a la tabla 39.

Ejemplo 42: Hallar la fecha gregoriana del 20 de Elul del 5479

a) De la tabla A averiguamos que las características del año 5478 son:

-Común y defectivo.

-Comienza el 26 de septiembre de 1718 del calendario gregoriano.

b) De la tabla 38 encontramos que los días transcurridos desde el 1 de Tishri de 5479 hasta el comienzo del mes de Elul es 324. Si le añadimos los 20 días de Elul tenemos 344 días entre el comienzo del año y la fecha, contada esta última.

c) De la tabla 39 hallamos los días desde el 1 de enero de 1718 hasta el comienzo del año hebreo considerado (el 26 de septiembre de 1718) hay: 243 días hasta el comienzo del mes de septiembre, a lo que hay que sumar 26 y se obtiene 269 días desde el comienzo del año gregoriano 1718 hasta el comienzo del año hebreo, contado el primer día de este año.

d) Hallamos los días que hay desde el 1 de enero de 1718 hasta la fecha considerada de 20 de Elul de 5479. Desde el 1 de enero de 1718 hasta el 1 de Tishri de 5479 hay, como calculado en c), 269 días. Desde el 1 de Tishri del 5479 hasta 20 de Elul de 5479 hay, como calculado en b), 344 días. Entonces los días entre el comienzo del año 1718 hasta la fecha es $269 + 344 - 1 = 612$, donde hemos restado 1 para evitar contar el día 1 de Tishri dos veces.

e) Como el año no es bisiesto, le restamos al anterior resultado 365 que es la duración del año 1718, y obtenemos 247. De nuevo vamos a la tabla 39 pero operando a la inversa, buscamos en la columna de año común, pues el año 1719 no es bisiesto, y vemos que hasta comienzo de septiembre hay 243 días, por tanto el día buscado es $247 - 243 = 4$. Por tanto la fecha gregoriana buscada es el 4 de septiembre de 1719.

3.7. Conversión de fechas gregorianas a hebreas por medio de tablas

Para hacer la conversión de una fecha gregoriana a hebrea se sigue una técnica similar a la descrita en el epígrafe anterior, pero ahora es necesario utilizar la tabla B, conjuntamente con las tablas 38 y 39. Los pasos a seguir son los siguientes:

- a) *Buscar en la tabla B la fecha hebrea del comienzo del año gregoriano.*
- b) *Hallar los días desde el 1 de enero del año considerado hasta la fecha gregoriana que se quiere convertir:*

-De la tabla 39 se hallan los días desde el principio del año hasta el principio de mes de la fecha.

-Se le suma al anterior resultado los días del mes, con lo que se determina los días desde el comienzo del año hasta la fecha, esta incluida.

- c) *Hallar los días desde el 1 de Tishri hasta el comienzo del año gregoriano de la fecha:*

-De la tabla 38 y conociendo el género y la especie del año hebreo correspondiente se hallan los días desde el principio del año hasta el principio del mes.

-Se le suma al anterior resultado los días del mes en que comienza el año gregoriano.

- d) *Hallar los días transcurridos desde el 1 de Tishri hasta la fecha gregoriana:*

-Se suma los resultados de los apartados a) y b) y se le resta una unidad.

- e) *Determinar la fecha hebrea:*

-Si lo encontrado en el apartado c) es un número superior a la duración del año hebreo, se le resta el número de días de ese año.

-En la tabla 38 hallamos el mes y el día de la fecha hebrea.

Ejemplo 43: Hallar la fecha hebrea correspondiente al 20 de octubre del año 1600

a) De la tabla B encontramos que el 1 de enero del año 1600 fue el 14 de Tevet del 5360 de la era de la creación. También se encuentra que el año 5360 tiene de tipo 2a, es decir su carácter es 2, su género común y la especie es abundante.

b) De la tabla 39 comprobamos que desde el 1 de enero al comienzo de octubre hay 274 días pues el año 1600 es bisiesto. Si le sumamos los 20 días de octubre encontramos que entre el comienzo del año 1600 y el 20 de octubre hay 294 días, incluido los dos días extremos.

c) De la tabla 38 calculamos los días que median entre el 1 de Tishri del año 5360 al 14 de Tevet. Teniendo en cuenta que el año 5360 es común abundante encontramos en la tabla 38 que desde el inicio de este año hasta el comienzo del mes de Tevet hay 90 días, que al sumarle el día

de la fecha se encuentra 104 días entre el comienzo del año hebreo y el comienzo del año 1600, contando como viene siendo habitual los días extremos.

d) A continuación hay que calcular los días que van del 1 de Tishri del año 5360 al 20 de octubre de 1600: $294 + 104 - 1 = 397$.

e) Como el año 5360 es común y abundante tiene una duración de 355 días, por tanto el día 397 calculado en el apartado d) excede al año, quiere esto decir que la fecha buscada corresponde al año 5361, y por la tabla B encontramos que tiene el díptico 0D. Los días transcurridos en este año son $397 - 355 = 42$.

Ahora volvemos a la tabla 38 y miramos en la columna de los años embolísmicos defectivos encontrando que hasta el comienzo de Hechvan han pasado 30 días, por lo que el día buscado es el 12 de ese mes ($42 - 30 = 12$) . Por lo tanto la fecha hebrea buscada es el 12 de Hechvan del año 5361.

Capítulo 8

Tablas

Calendario hebreo*Wenceslao Segura González*

ISBN: 978-84-617-9114-9

Tabla A

La siguiente tabla corresponde a los años que van desde el 5360 al 5989 de la creación del mundo, o desde el año 1599 al 2228 de la era cristiana. La tabla se encuentra dividida en varias columnas, que nos dan, primero, el año de la era hebrea, posteriormente la fecha gregoriana del comienzo del año hebreo, es decir la fecha gregoriana del 1 de Tishri del año considerado. La última columna nos da las características del año hebreo. El número (que va del 0 al 6) indica el día de la semana del primer día del año, es decir su carácter, la letra que le sigue nos dice si el año es defectivo (d o D), regular (r o R) o abundante (a o A). Si la letra es mayúscula el año es embolísmico, en caso contrario es común.

Esta tabla permite convertir las fechas hebreas a gregorianas con una técnica que se desarrolla en el capítulo 7.

Año hebreo	Comienzo del año			Tipo de año	Comienzo del año			Tipo de año	Comienzo del año			Tipo de año		
	Día	Mes	Año		Día	Mes	Año		Día	Mes	Año			
5360	20	Sept.	1599	2 a	5390	18	Sept.	1629	3 r	5420	18	Sept.	1659	5 r
5361	9	Sept.	1600	0 D	5391	7	Sept.	1630	0 A	5421	6	Sept.	1660	2 D
5362	27	Sept.	1601	5 r	5392	27	Sept.	1631	0 a	5422	24	Sept.	1661	0 a
5363	16	Sept.	1602	2 a	5393	16	Sept.	1632	5 r	5423	14	Sept.	1662	5 D
5364	6	Sept.	1603	0 A	5394	5	Sept.	1633	2 D	5424	2	Oct.	1663	3 r
5365	25	Sept.	1604	0 d	5395	23	Sept.	1634	0 a	5425	20	Sept.	1664	0 a
5366	13	Sept.	1605	3 R	5396	13	Sept.	1635	5 D	5426	10	Sept.	1665	5 A
5367	2	Oct.	1606	2 a	5397	30	Sept.	1636	3 r	5427	30	Sept.	1666	5 r
5368	22	Sept.	1607	0 a	5398	19	Sept.	1637	0 a	5428	19	Sept.	1667	2 d
5369	11	Sept.	1608	5 D	5399	9	Sept.	1638	5 A	5429	6	Sept.	1668	5 A
5370	29	Sept.	1609	3 r	5400	29	Sept.	1639	5 r	5430	26	Sept.	1669	5 r
5371	18	Sept.	1610	0 a	5401	17	Sept.	1640	2 d	5431	15	Sept.	1670	2 a
5372	8	Sept.	1611	5 A	5402	5	Sept.	1641	5 A	5432	5	Sept.	1671	0 D
5373	27	Sept.	1612	5 r	5403	25	Sept.	1642	5 r	5433	22	Sept.	1672	5 r
5374	16	Sept.	1613	2 d	5404	14	Sept.	1643	2 D	5434	11	Sept.	1673	2 A
5375	4	Sept.	1614	5 A	5405	1	Oct.	1644	0 a	5435	1	Oct.	1674	2 a
5376	24	Sept.	1615	5 r	5406	21	Sept.	1645	5 r	5436	21	Sept.	1675	0 d
5377	12	Sept.	1616	2 0	5407	10	Sept.	1646	2 A	5437	8	Sept.	1676	3 R
5378	30	Sept.	1617	0 a	5408	30	Sept.	1647	2 d	5438	27	Sept.	1677	2 a
5379	20	Sept.	1618	5 r	5409	17	Sept.	1648	5 a	5439	17	Sept.	1678	0 a
5380	9	Sept.	1619	2 A	5410	7	Sept.	1649	3 R	5440	7	Sept.	1679	5 D
5381	28	Sept.	1620	2 d	5411	26	Sept.	1650	2 a	5441	24	Sept.	1680	3 r
5382	16	Sept.	1621	5 r	5412	16	Sept.	1651	0 d	5442	13	Sept.	1681	0 A
5383	5	Sept.	1622	2 A	5413	3	Sept.	1652	3 R	5443	3	Oct.	1682	0 d
5384	25	Sept.	1623	2 a	5414	22	Sept.	1653	2 a	5444	21	Sept.	1683	3 r
5385	14	Sept.	1624	0 D	5415	12	Sept.	1654	0 A	5445	9	Sept.	1684	0 A
5386	2	Oct.	1625	5 r	5416	2	Oct.	1655	0 d	5446	29	Sept.	1685	0 a
5387	21	Sept.	1626	2 a	5417	19	Sept.	1656	3 r	5447	19	Sept.	1686	5 r
5388	11	Sept.	1627	0 D	5418	8	Sept.	1657	0 A	5448	8	Sept.	1687	2 D
5389	28	Sept.	1628	5 a	5419	28	Sept.	1658	0 a	5449	25	Sept.	1688	0 a

Año hebreo	Comienzo del año			Tipo de año	Comienzo del año			Tipo de año	Comienzo del año			Tipo de año		
	Día	Mes	Año		Año hebreo	Día	Mes		Año hebreo	Día	Mes	Año		
5450	15	Sept.	1689	5 r	5480	14	Sept.	1719	5 A	5510	13	Sept.	1749	0 D
5451	4	Sept.	1690	2 A	5481	3	Oct.	1720	5 r	5511	1	Oct.	1750	5 r
5452	24	Sept.	1691	2 d	5482	22	Sept.	1721	2 a	5512	20	Sept.	1751	2 a
5453	11	Sept.	1692	5 A	5483	12	Sept.	1722	0 D	5513	9	Sept.	1752	0 A
5454	1	Oct.	1693	5 r	5484	30	Sept.	1723	5 r	5514	29	Sept.	1753	0 d
5455	20	Sept.	1694	2 a	5485	18	Sept.	1724	2 a	5515	17	Sept.	1754	3 r
5456	10	Sept.	1695	0 D	5486	8	Sept.	1725	0 D	5516	6	Sept.	1755	0 A
5457	27	Sept.	1696	5 r	5487	26	Sept.	1726	5 a	5517	25	Sept.	1756	0 a
5458	16	Sept.	1697	2 a	5488	16	Sept.	1727	3 r	5518	15	Sept.	1757	5 D
5459	6	Sept.	1698	0 D	5489	4	Sept.	1728	0 A	5519	3	Oct.	1758	3 r
5460	24	Sept.	1699	5 a	5490	24	Sept.	1729	0 d	5520	22	Sept.	1759	0 a
5461	14	Sept.	1700	3 R	5491	12	Sept.	1730	3 R	5521	11	Sept.	1760	5 D
5462	3	Oct..	1701	2 a	5492	1	Oct.	1731	2 a	5522	29	Sept.	1761	3 r
5463	23	Sept.	1702	0 d	5493	20	Sept.	1732	0 a	5523	18	Sept.	1762	0 a
5464	11	Sept.	1703	3 R	5494	10	Sept.	1733	5 D	5524	8	Sept.	1763	5 A
5465	29	Sept.	1704	2 a	5495	28	Sept..	1734	3 r	5525	27	Sept.	1764	5 r
5466	19	Sept.	1705	0 a	5496	17	Sept.	1735	0 a	5526	16	Sept.	1765	2 d
5467	9	Sept.	1706	5 D	5497	6	Sept.	1736	5 A	5527	4	Sept.	1766	5 A
5468	27	Sept.	1707	3 r	5498	26	Sept.	1737	5 r	5528	24	Sept.	1767	5 r
5469	15	Sept.	1708	0 a	5499	15	Sept.	1738	2 D	5529	12	Sept.	1768	2 A
5470	5	Sept.	1709	5 A	5500	3	Cot.	1739	0 a	5530	2	Oct.	1769	2 d
5471	25	Sept.	1710	5 r	5501	22	Sept.	1740	5 r	5531	20	Sept.	1770	5 r
5472	14	Sept.	1711	2 D	5502	11	Sept.	1741	2 D	5532	9	Sept.	1771	2 A
5473	1	Oct.	1712	0 a	5503	29	Sept.	1742	0 a	5533	28	Sept.	1772	2 a
5474	21	Sept.	1713	5 r	5504	19	Sept.	1743	5 r	5534	18	Sept.	1773	0 d
5475	10	Sept.	1714	2 D	5505	7	Sept.	1744	2 A	5535	6	Sept.	1774	3 R
5476	28	Sept..	1715	0 a	5506	27	Sept.	1745	2 d	5536	25	Sept.	1775	2 a
5477	17	Sept.	1716	5 r	5507	15	Sept.	1746	5 a	5537	14	Sept.	1776	0 D
5478	6	Sept.	1717	2 A	5508	5	Sept.	1747	3 R	5538	2	Oct.	1777	5 a
5479	26	Sept.	1718	2 d	2209	23	Sept.	1748	2 a	5539	22	Sept.	1778	3 r

Año hebreo	Comienzo del año			Tipo de año	Comienzo del año			Tipo de año	Comienzo del año			Tipo de año		
	Día	Mes	Año		Día	Mes	Año		Día	Mes	Año			
5540	11	Sept.	1779	0 A	5570	11	Sept.	1809	2 D	5600	9	Sept.	1839	2 A
5541	30	Sept.	1780	0 a	5571	29	Sept.	1810	0 a	5601	28	Sept.	1840	2 d
5542	20	Sept.	1781	5 r	5572	19	Sept.	1811	5 r	5602	16	Sept.	1841	5 r
5543	9	Sept.	1782	2 D	5573	7	Sept.	1812	2 D	5603	5	Sept.	1842	2 A
5544	27	Sept.	1783	0 a	5574	25	Sept.	1813	0 a	5604	25	Sept.	1843	2 a
5545	16	Sept.	1784	5 r	5575	15	Sept.	1814	5 A	5605	14	Sept.	1844	0 D
5546	5	Sept.	1785	2 D	5576	5	Oct.	1815	5 r	5606	2	Oct.	1845	5 r
5547	23	Sept.	1786	0 a	5577	23	Sept.	1816	2 d	5607	21	Sept.	1846	2 a
5548	13	Sept.	1787	5 A	5578	11	Sept.	1817	5 A	5608	11	Sept.	1847	0 D
5549	2	Oct.	1788	5 r	5579	1	Oct.	1818	5 r	5609	28	Sept.	1848	5 r
5550	21	Sept.	1789	2 d	5580	20	Sept.	1819	2 a	5610	17	Sept.	1849	2 a
5551	9	Sept.	1790	5 A	5581	9	Sept.	1820	0 D	5611	7	Sept.	1850	0 A
5552	29	Sept.	1791	5 r	5582	27	Sept.	1821	5 r	5612	27	Sept.	1851	0 d
5553	17	Sept.	1792	2 a	5583	16	Sept.	1822	2 a	5613	14	Sept.	1852	3 R
5554	7	Sept.	1793	0 D	5584	6	Sept.	1823	0 D	5614	3	Oct.	1853	2 a
5555	25	Sept.	1794	5 r	5585	23	Sept.	1824	5 a	5615	23	Sept.	1854	0 a
5556	14	Sept.	1795	2 A	5586	13	Sept.	1825	3 R	5616	13	Sept.	1855	5 D
5557	3	Oct.	1796	2 d	5587	2	Oct.	1826	2 a	5617	30	Sept.	1856	3 r
5558	21	Sept.	1797	5 a	5588	22	Sept.	1827	0 d	5618	19	Sept.	1857	0 a
5559	11	Sept.	1798	3 R	5589	9	Sept.	1828	3 R	5619	9	Sept.	1858	5 A
5560	30	Sept.	1799	2 a	5590	28	Sept.	1829	2 a	5620	29	Sept.	1859	5 r
5561	20	Sept.	1800	0 d	5591	18	Sept.	1830	0 a	5621	17	Sept.	1860	2 d
5562	8	Sept.	1801	3 R	5592	8	Sept.	1831	5 D	5622	5	Sept.	1861	5 A
5563	27	Sept.	1802	2 a	5593	25	Sept.	1832	3 r	5623	25	Step.	1862	5 r
5564	17	Sept.	1803	0 a	5594	14	Sept.	1833	0 A	5624	14	Sept.	1863	2 D
5565	6	Sept.	1804	5 D	5595	4	Oct.	1834	0 a	5625	1	Oct.	1864	0 a
5566	24	Sept.	1805	3 r	5596	24	Sept.	1835	5 r	5626	21	Sept.	1865	5 r
5567	13	Sept.	1806	0 A	5597	12	Sept.	1836	2 D	5627	10	Sept.	1866	2 A
5568	3	Oct.	1807	0 a	5598	30	Sept.	1837	0 a	5628	30	Sept.	1867	2 d
5569	22	Sept.	1808	5 r	5599	20	Sept.	1838	5 r	5629	17	Sept.	1868	5 r

Año hebreo	Comienzo del año			Tipo de año	Comienzo del año			Tipo de año	Comienzo del año			Tipo de año		
	Día	Mes	Año		Año hebreo	Día	Mes		Año hebreo	Día	Mes	Año		
5630	6	Sept.	1869	2 A	5660	5	Sept.	1899	3 R	5690	5	Oct.	1929	0 d
5631	26	Sept.	1870	2 a	5661	24	Sept.	1900	2 a	5691	23	Sept.	1930	3 r
5632	16	Sept.	1871	0 D	5662	14	Sept.	1901	0 D	5692	12	Sept.	1931	0 A
5633	3	Oct.	1872	5 r	5663	2	Oct.	1902	5 a	5693	1	Oct.	1932	0 a
5634	22	Sept.	1873	2 a	5664	22	Sept.	1903	3 r	5694	21	Sept.	1933	5 r
5635	12	Sept.	1874	0 D	5665	10	Sept.	1904	0 A	5695	10	Sept.	1934	2 D
5636	30	Sept.	1875	5 a	5666	30	Sept.	1905	0 a	5696	28	Sept.	1935	0 a
5637	19	Sept.	1876	3 r	5667	20	Sept.	1906	5 r	5697	17	Sept.	1936	5 r
5638	8	Sept.	1877	0 A	5668	9	Sept.	1907	2 D	5698	6	Sept.	1937	2 A
5639	28	Sept.	1878	0 a	5669	26	Sept.	1908	0 a	5699	26	Sept.	1938	2 d
5640	18	Sept.	1879	5 r	5670	16	Sept.	1909	5 D	5700	14	Sept.	1939	5 A
5641	6	Sept.	1880	2 D	5671	4	Oct.	1910	3 r	5701	3	Oct.	1940	5 r
5642	24	Sept.	1881	0 a	5672	23	Sept.	1911	0 a	5702	22	Sept.	1941	2 a
5643	14	Sept.	1882	5 D	5673	12	Sept.	1912	5 A	5703	12	Sept.	1942	0 D
5644	2	Oct.	1883	3 r	5674	2	Oct.	1913	5 r	5704	30	Sept.	1943	5 r
5645	20	Sept.	1884	0 a	5675	21	Sept.	1914	2 d	5705	18	Sept.	1944	2 a
5646	10	Sept.	1885	5 A	5676	9	Sept.	1915	5 A	5706	8	Sept.	1945	0 D
5647	30	Sept.	1886	5 r	5677	28	Sept.	1916	5 r	5707	26	Sept.	1946	5 r
5648	19	Sept.	1887	2 d	5678	17	Sept.	1917	2 a	5708	15	Sept.	1947	2 A
5649	6	Sept.	1888	5 A	5679	7	Sept.	1918	0 D	5709	4	Oct.	1948	2 a
5650	26	Sept.	1889	5 r	5680	25	Sept.	1919	5 r	5710	24	Sept.	1949	0 d
5651	15	Sept.	1890	2 D	5681	13	Sept.	1920	2 A	5711	12	Sept.	1950	3 R
5652	3	Oct.	1891	0 a	5682	3	Oct.	1921	2 a	5712	1	Oct.	1951	2 a
5653	22	Sept.	1892	5 r	5683	23	Sept.	1922	0 d	5713	20	Step.	1952	0 a
5654	11	Sept.	1893	2 A	5684	11	Sept.	1923	3 R	5714	10	Sept.	1953	5 D
5655	1	Sept.	1894	2 d	5685	29	Sept.	1924	2 a	5715	28	Sept.	1954	3 r
5656	19	Sept.	1895	5 a	5686	19	Sept.	1925	0 a	5716	17	Sept.	1955	0 a
5657	8	Sept.	1896	3 R	5687	9	Sept.	1926	5 D	5717	6	Sept.	1956	5 A
5658	27	Sept.	1897	2 a	5688	27	Sept.	1927	3 r	5718	26	Sept.	1957	5 r
5659	17	Sept.	1898	0 d	5689	15	Sept.	1928	0 A	5719	15	Sept.	1958	2 D

Año hebreo	Comienzo del año			Tipo de año	Comienzo del año			Tipo de año	Comienzo del año			Tipo de año		
	Día	Mes	Año		Día	Mes	Año		Día	Mes	Año			
5720	3	Oct.	1959	0 a	5750	30	Sept.	1989	0 a	5780	30	Sept.	2019	2 a
5721	22	Sept.	1960	5 r	5751	20	Sept.	1990	5 r	5781	19	Sept.	2020	7 d
5722	11	Sept.	1961	2 D	5752	9	Sept.	1991	2 A	5782	7	Sept.	2021	3 R
5723	29	Sept.	1962	0 a	5753	28	Sept.	1992	2 d	5783	26	Sept.	2022	2 a
5724	19	Sept.	1963	5 r	5754	16	Sept.	1993	5 a	5784	16	Sept.	2023	0 D
5725	7	Sept.	1964	2 A	5755	6	Sept.	1994	3 R	5785	3	Oct.	2024	5 a
5726	27	Sept.	1965	2 d	5756	25	Sept.	1995	2 a	5786	23	Sept.	2025	3 r
5727	15	Sept.	1966	5 A	5757	14	Sept.	1996	0 D	5787	12	Sept.	2026	0 A
5728	5	Oct.	1967	2 r	5758	2	Oct.	1997	5 r	5788	2	Oct.	2027	0 a
5729	23	Sept.	1968	2 a	5759	21	Sept.	1998	2 a	5789	21	Sept.	2028	5 r
5730	13	Sept.	1969	0 D	5760	11	Sept.	1999	0 A	5790	10	Sept.	2029	2 D
5731	1	Oct.	1970	5 r	5761	30	Sept.	2000	7 d	5791	28	Sept.	2030	0 a
5732	20	Sept.	1971	2a	5762	18	Sept.	2001	3 r	5792	18	Sept.	2031	5 r
5733	9	Sept.	1972	0 D	5763	7	Sept.	2002	0 A	5793	6	Sept.	2032	2 D
5734	27	Sept.	1973	5 a	5764	27	Sept.	2003	0 a	5794	24	Sept.	2033	0 a
5735	17	Sept.	1974	3 r	5765	16	Sept.	2004	5 D	5795	14	Sept.	2034	5 A
5736	6	Sept.	1975	0 A	5766	4	Oct.	2005	3 r	5796	4	Oct.	2035	5 r
5737	25	Sept.	1976	5 d	5767	23	Sept.	2006	0 a	5797	22	Sept.	2036	2 d
5738	13	Sept.	1977	3 R	5768	13	Sept.	2007	5 D	5798	10	Sept.	2037	5 A
5739	2	Oct.	1978	2 a	5769	30	Sept.	2008	3 r	5799	30	Sept.	2038	5 r
5740	22	Sept.	1979	0 a	5770	19	Sept.	2009	0 a	5800	19	Sept.	2039	2 a
5741	11	Sept.	1980	5 D	5771	9	Sept.	2010	5 A	5801	8	Sept.	2040	0 D
5742	29	Sept.	1981	3 r	5772	29	Sept.	2011	5 r	5802	26	Sept.	2041	5 r
5743	18	Sept.	1982	0 a	5773	17	Sept.	2012	2 d	5803	15	Sept.	2042	2 A
5744	8	Sept.	1983	5 A	5774	5	Sept.	2013	5 A	5804	5	Oct.	2043	2 d
5745	27	Sept.	1984	5 r	5775	25	Sept.	2014	5 r	5805	22	Sept.	2044	5 a
5746	16	Sept.	1985	2 D	5776	14	Sept.	2015	2 A	5806	12	Sept.	2045	3 R
5747	4	Oct.	1986	0 a	5777	3	Oct.	2016	2 d	5807	1	Oct.	2046	2 a
5748	24	Sept.	1987	5 r	5778	21	Sept.	2017	5 r	5808	21	Sept.	2047	0 d
5749	12	Sept.	1988	2 D	5779	10	Sept.	2018	2 A	5809	8	Sept.	2048	3 R

Año hebreo	Comienzo del año			Tipo de año	Comienzo del año			Tipo de año	Comienzo del año			Tipo de año		
	Día	Mes	Año		Día	Mes	Año		Día	Mes	Año			
5810	27	Sept.	2049	2 a	5840	26	Sept.	2079	3 r	5870	26	Sept.	2109	5 r
5811	17	Sept.	2050	0 a	5841	14	Sept.	2080	0 A	5871	15	Sept.	2110	2 D
5812	7	Sept.	2051	5 D	5842	4	Oct.	2081	0 a	5872	3	Oct.	2111	0 a
5813	24	Sept.	2052	3 r	5843	24	Sept.	2082	5 r	5873	22	Sept.	2112	5 r
5814	13	Sept.	2053	0 A	5844	13	Sept.	2083	2 D	5874	11	Sept.	2113	2 A
5815	3	Oct.	2054	0 a	5845	30	Sept.	2084	0 a	5875	1	Oct.	2114	2 d
5816	23	Sept.	2055	5 r	5846	20	Sept.	2085	5 r	5876	19	Sept.	2115	5 r
5817	11	Sept.	2056	2 D	5847	9	Sept.	2086	2 D	5877	7	Sept.	2116	2 A
5818	29	Sept.	2057	0 a	5848	27	Sept.	2087	0 a	5878	27	Sept.	2117	2 a
5819	19	Sept.	2058	5 r	5849	16	Sept.	2088	5 r	5879	17	Sept.	2118	0 D
5820	8	Sept.	2059	2 D	5850	5	Sept.	2089	2 A	5880	5	Oct.	2119	5 r
5821	25	Sept.	2060	0 a	5851	25	Sept.	2090	2 d	5881	23	Sept.	2120	2 a
5822	15	Sept.	2061	5 A	5852	13	Sept.	2091	5 D	5882	13	Sept.	2121	0 D
5823	5	Oct.	2062	5 r	5853	2	Oct.	2092	5 r	5883	1	Oct.	2122	5 a
5824	24	Sept.	2063	2 d	5854	21	Sept.	2093	2 a	5884	21	Sept.	2123	3 r
5825	11	Sept.	2064	5 A	5855	11	Sept.	2094	0 D	5885	9	Sept.	2124	0 A
5826	1	Oct.	2065	5 r	5856	29	Sept.	2095	5 r	5886	29	Sept.	2125	0 a
5827	20	Sept.	2066	2 a	5857	17	Sept.	2096	2 a	5887	19	Sept.	2126	5 r
5828	10	Sept.	2067	0 D	5858	7	Sept.	2097	0 A	5888	8	Sept.	2127	2 D
5829	27	Sept.	2068	5 r	5859	27	Sept.	2098	0 d	5889	25	Sept.	2128	0 a
5830	16	Sept.	2069	2 a	5860	15	Sept.	2099	3 R	5890	15	Sept.	2129	5 D
5831	6	Sept.	2070	0 D	5861	1	Oct.	2100	2 a	5891	3	Oct.	2130	3 r
5832	24	Sept.	2071	5 a	5862	24	Sept.	2101	0 a	5892	22	Sept.	2131	0 a
5833	13	Sept.	2072	3 R	5863	14	Sept.	2102	5 D	5893	11	Sept.	2132	5 A
5834	2	Oct.	2073	2 a	5864	2	Oct.	2103	3 r	5894	1	Oct.	2133	5 r
5835	22	Sept.	2074	0 d	5865	20	Sept.	2104	0 a	5895	20	Sept.	2134	2 d
5836	10	Sept.	2075	3 R	5866	10	Sept.	2105	5 A	5896	8	Sept.	2135	5 A
5837	28	Sept.	2076	2 a	5867	30	Sept.	2106	3 r	5897	27	Sept.	2136	5 r
5838	18	Sept.	2077	0 a	5868	19	Sept.	2107	2 d	5898	16	Sept.	2137	2 D
5839	8	Sept.	2078	5 D	5869	6	Sept.	2108	5 A	5899	4	Oct.	2138	0 a

Año hebreo	Comienzo del año			Tipo de año	Comienzo del año			Tipo de año	Comienzo del año			Tipo de año		
	Día	Mes	Año		Día	Mes	Año		Día	Mes	Año			
5900	24	Sept.	2139	5 r	5930	21	Sept.	2169	5 a	5960	21	Sept.	2199	0 a
5901	12	Sept.	2140	2 A	5931	11	Sept.	2170	3 R	5961	11	Sept.	2200	5 D
5902	2	Oct.	2141	2 d	5932	30	Sept.	2171	2 a	5962	29	Sept.	2201	3 r
5903	20	Sept.	2142	5 a	5933	19	Sept.	2172	0 a	5963	18	Sept.	2202	0 a
5904	10	Sept.	2143	3 R	5934	7	Sept.	2173	3 R	5964	8	Sept.	2203	5 A
5905	28	Sept.	2144	2 a	5935	26	Sept.	2174	2 a	5965	17	Sept.	2204	5 r
5906	18	Sept.	2145	0 a	5936	16	Sept.	2175	0 A	5966	16	Sept.	2205	2 D
5907	6	Sept.	2146	2 a	5937	5	Oct.	2176	0 d	5967	4	Oct.	2206	0 a
5908	25	Sept.	2147	2 a	5938	23	Sept.	2177	3 r	5068	24	Sept.	2207	5 r
5909	14	Sept.	2148	0 D	5939	12	Sept.	2178	0 A	5969	12	Sept.	2208	2 D
5910	2	Oct.	2149	5 a	5940	2	Oct.	2179	0 a	5970	30	Sept.	2209	0 a
5911	22	Sept.	2150	3 r	5941	21	Sept.	2180	5 r	5971	20	Sept.	2210	5 r
5912	11	Sept.	2151	0 A	5942	10	Sept.	2181	2 A	5972	9	Sept.	2211	2 A
5913	30	Sept.	2152	0 a	5943	28	Sept.	2182	0 a	5973	28	Sept.	2212	2 d
5914	20	Sept.	2153	5 r	5944	18	Sept.	2183	5 r	5974	16	Sept.	2213	5 A
5915	9	Sept.	2154	2 D	5945	6	Sept.	2184	2 A	5975	6	Oct.	2214	5 r
5916	27	Sept.	2155	0 a	5946	26	Sept.	2185	2 d	5976	25	Sept.	2215	2 a
5917	16	Sept.	2156	5 D	5947	14	Sept.	2186	5 A	5977	14	Sept.	2216	0 D
5918	4	Oct.	2157	3 r	5948	4	Oct.	2187	5 r	5978	2	Oct.	2217	5 r
5919	23	Sept.	2158	0 a	5949	22	Sept.	2188	2 a	5979	21	Sept.	2218	2 a
5920	13	Sept.	2159	5 A	5950	12	Sept.	2189	0 D	5980	11	Sept.	2219	0 D
5921	2	Oct.	2160	5 r	5951	30	Sept.	2190	5 r	5981	28	Sept.	2220	5 a
5922	21	Sept.	2161	2 d	5952	19	Sept.	2191	2 a	5982	18	Sept.	2221	3 r
5923	9	Sept.	2162	5 A	5953	8	Sept.	2192	0 D	5983	7	Sept.	2222	0 A
5924	29	Sept.	2163	5 r	5954	26	Sept.	2193	5 r	5984	27	Sept.	2223	0 a
5925	17	Sept.	2164	2 a	5955	15	Sept.	2194	2 A	5985	14	Sept.	2224	3 R
5926	7	Sept.	2165	0 D	5956	5	Oct.	2195	2 a	5986	3	Oct.	2225	2 a
5927	25	Sept.	2166	5 r	5957	24	Sept.	2196	0 d	5987	23	Sept.	2226	0 a
5928	14	Sept.	2167	2 A	5958	12	Sept.	2197	3 R	5988	13	Sept.	2227	5 D
5929	3	Oct.	2168	2 d	5959	1	Oct.	2198	2 a	5989	30	Sept.	2228	3 r

Tabla B

La siguiente tabla corresponde a los años comprendidos entre 1600 y 2229 de la era cristiana, o desde el año 5360 al 5989 de la era de la creación del mundo. La tabla se encuentra dividida en tres bloques, que a su vez se encuentran divididos en varias columnas, que nos da, primero, el año civil o gregoriano, posteriormente la fecha hebrea del comienzo del año gregoriano, es decir la fecha hebrea del 1 de enero. La última de las columnas nos da las características del año hebreo en que comienza el año gregoriano. El número (que va de 0 a 6) indica el día de la semana del primer día del año (día de Roch-Hachaná), la letra que le sigue nos dice si el año es regular (r o R), abundante (a o A) o defectivo (d o D). Si la letra está en minúscula significa que el año es común de 12 meses, en caso contrario es embolísmico o de 13 meses.

Esta tabla permite convertir las fechas gregorianas a hebreas con una técnica que se desarrolla en el capítulo 7.

Año era cristiana	Comienzo del año			Tipo de año	Comienzo del año			Tipo de año	Comienzo del año			Tipo de año		
	Día	Mes	Año		Día	Mes	Año		Día	Mes	Año			
1600	14	Tev.	5360	2 a	1630	17	Tev.	5390	3 r	1660	17	Tev.	5420	5 r
1601	27	Tev.	5361	0 D	1631	27	Tev.	5391	0 A	1661	1	Che.	5421	2 D
1602	8	Tev.	5362	5 r	1632	7	Tev.	5392	0 a	1662	10	Tev.	5422	0 a
1603	18	Tev.	5363	2 a	1633	19	Tev.	5393	5 r	1663	22	Tev.	5423	5 D
1604	28	Tev.	5364	0 A	1634	2	Che.	5394	2 D	1664	3	Tev.	5424	3 r
1605	11	Tev.	5365	0 d	1635	11	Tev.	5395	0 a	1665	14	Tev.	5425	0 a
1606	22	Tev.	5366	3 R	1636	23	Tev.	5396	5 D	1666	24	Tev.	5426	5 A
1607	2	Tev.	5367	2 a	1637	5	Tev.	5397	3 r	1667	5	Tev.	5427	5 r
1608	12	Tev.	5368	0 a	1638	15	Tev.	5398	0 a	1668	17	Tev.	5428	2 d
1609	25	Tev.	5369	5 D	1639	25	Tev.	5399	5 A	1669	28	Tev.	5429	5 A
1610	6	Tev.	5370	3 r	1640	6	Tev.	5400	5 r	1670	9	Tev.	5430	5 r
1611	16	Tev.	5371	0 a	1641	19	Tev.	5401	2 d	1671	19	Tev.	5431	2 a
1612	26	Tev.	5372	5 A	1642	29	Tev.	5402	5 A	1672	2	Che.	5432	0 D
1613	8	Tev.	5373	5 r	1643	10	Tev.	5403	5 r	1673	13	Tev.	5433	5 r
1614	20	Tev.	5374	2 d	1644	22	Tev.	5404	2 D	1674	23	Tev.	5434	2 A
1615	1	Che.	5375	5 A	1645	3	Tev.	5405	0 a	1675	3	Tev.	5435	2 a
1616	11	Tev.	5376	5 r	1646	14	Tev.	5406	5 r	1676	15	Tev.	5436	0 d
1617	24	Tev.	5377	2 D	1647	24	Tev.	5407	2 A	1677	27	Tev.	5437	3 R
1618	4	Tev.	5378	0 a	1648	6	Tev.	5408	2 d	1678	7	Tev.	5438	2 a
1619	15	Tev.	5379	5 r	1649	17	Tev.	5409	5 a	1679	17	Tev.	5439	0 a
1620	25	Tev.	5380	2 A	1650	28	Tev.	5410	3 R	1680	29	Tev.	5440	5 D
1621	8	Tev.	5381	2 d	1651	8	Tev.	5411	2 a	1681	11	Tev.	5441	3 r
1622	19	Tev.	5382	5 r	1652	20	Tev.	5412	0 d	1682	21	Tev.	5442	0 A
1623	29	Tev.	5383	2 A	1653	3	Che.	5413	3 R	1683	3	Tev.	5443	0 d
1624	9	Tev.	5384	2 a	1654	12	Tev.	5414	2 a	1684	14	Tev.	5444	3 r
1625	22	Tev.	5385	0 D	1655	22	Tev.	5415	0 A	1685	25	Tev.	5445	0 A
1626	3	Tev.	5386	5 r	1656	4	Tev.	5416	0 d	1686	5	Tev.	5446	0 a
1627	13	Tev.	5387	2 a	1657	16	Tev.	5417	3 r	1687	16	Tev.	5447	5 r
1628	25	Tev.	5388	0 D	1658	26	Tev.	5418	0 A	1688	28	Tev.	5448	2 D
1629	6	Tev.	5389	5 a	1659	6	Tev.	5419	0 a	1689	9	Tev.	5449	0 a

Año era cristiana	Comienzo del año			Tipo de año	Comienzo del año			Tipo de año	Comienzo del año			Tipo de año		
	Día	Mes	Año		Año era cristiana	Día	Mes		Año era cristiana	Día	Mes			
1690	20	Tev.	5450	5 r	1720	20	Tev.	5480	5 A	1750	23	Tev.	5510	0 D
1691	1	Che.	5451	2 A	1721	2	Tev.	5481	5 r	1751	4	Tev.	5511	5 r
1692	12	Tev.	5452	2 d	1722	12	Tev.	5482	2a	1752	14	Tev.	5512	2a
1693	23	Tev.	5453	5 A	1723	24	Tev.	5483	0 D	1753	25	Tev.	5513	0 A
1694	4	Tev.	5454	5 r	1724	5	Tev.	5484	5 r	1754	7	Tev.	5514	0 d
1695	14	Tev.	5455	2 a	1725	16	Tev.	5485	2 a	1755	18	Tev.	5515	3 r
1696	26	Tev.	5456	0 D	1726	28	Tev.	5486	0 D	1756	28	Tev.	5516	0 A
1697	8	Tev.	5457	5 r	1727	8	Tev.	5487	5 a	1757	9	Tev.	5517	0 a
1698	18	Tev.	5458	2 a	1728	19	Tev.	5488	3 r	1758	21	Tev.	5518	5 D
1699	1	Che.	5459	0 D	1729	1	Che.	5489	0 A	1759	2	Tev.	5519	3 r
1700	10	Tev.	5460	5 a	1730	12	Tev.	5490	0 d	1760	12	Tev.	5520	0 a
1701	21	Tev.	5461	3 R	1731	23	Tev.	5491	3 R	1761	25	Tev.	5521	5 D
1702	1	Tev.	5462	2 a	1732	3	Tev.	5492	2 a	1762	6	Tev.	5522	3 r
1703	13	Tev.	5463	0 d	1733	14	Tev.	5493	0 a	1763	16	Tev.	5523	0 a
1704	24	Tev.	5464	3 R	1734	26	Tev.	5494	5 D	1764	26	Tev.	5524	5 A
1705	5	Tev.	5465	2 a	1735	7	Tev.	5495	3 r	1765	8	Tev.	5525	5 r
1706	15	Tev.	5466	0 a	1736	17	Tev.	5496	0 a	1766	20	Tev.	5526	2 d
1707	27	Tev.	5467	5 D	1737	28	Tev.	5497	5 A	1767	1	Che.	5527	5 A
1708	8	Tev.	5468	3 r	1738	9	Tev.	5498	5 r	1768	11	Tev.	5528	5 r
1709	19	Tev.	5469	0 a	1739	21	Tev.	5499	2 D	1769	22	Tev.	5529	2 A
1710	29	Tev.	5470	5 A	1740	1	Tev.	5500	0 a	1770	4	Tev.	5530	2 d
1711	10	Tev.	5471	5 r	1741	13	Tev.	5501	5 r	1771	16	Tev.	5531	5 r
1712	22	Tev.	5472	2 D	1742	25	Tev.	5502	2 D	1772	25	Tev.	5532	2 A
1713	3	Tev.	5473	0 a	1743	5	Tev.	5503	0 a	1773	6	Tev.	5533	2 a
1714	14	Tev.	5474	5 r	1744	16	Tev.	5504	5 r	1774	18	Tev.	5534	0 d
1715	26	Tev.	5475	2 D	1745	27	Tev.	5505	2 A	1775	29	Tev.	5535	3 R
1716	6	Tev.	5476	0 a	1746	9	Tev.	5506	2 d	1776	9	Tev.	5536	2 a
1717	18	Tev.	5477	5 r	1747	19	Tev.	5507	5 a	1777	22	Tev.	5537	0 D
1718	28	Tev.	5478	2 A	1748	1	Che.	5508	3 R	1778	2	Tev.	5538	5 a
1719	10	Tev.	5479	2 d	1749	11	Tev.	5509	2 a	1779	13	Tev.	5539	3 r

Año era cristiana	Comienzo del año			Tipo de año	Año era cristiana	Comienzo del año			Tipo de año	Año era cristiana	Comienzo del año			Tipo de año
	Día	Mes	Año			Día	Mes	Año			Día	Mes	Año	
1780	23	Tev.	5540	0 A	1810	25	Tev.	5570	2 D	1840	25	Tev.	5600	2 A
1781	4	Tev.	5541	0 a	1811	5	Tev.	5571	0 a	1841	8	Tev.	5601	2 d
1782	15	Tev.	5542	5 r	1812	16	Tev.	5572	5 r	1842	19	Tev.	5602	5 r
1783	27	Tev.	5543	2 D	1813	29	Tev.	5573	2 D	1843	29	Tev.	5603	2 A
1784	7	Tev.	5344	0 a	1814	9	Tev.	5574	0 a	1844	9	Tev.	5604	2 a
1785	19	Tev.	5545	5 r	1815	19	Tev.	5575	5 A	1845	22	Tev.	5605	0 D
1786	2	Che.	5546	2 D	1816	30	Kisl.	5576	5 r	1846	3	Tev.	5606	5 r
1787	11	Tev.	5547	0 a	1817	13	Tev.	5577	2 d	1847	13	Tev.	5607	2 a
1788	21	Tev.	5548	5 A	1818	23	Tev.	5578	5 A	1848	25	Tev.	5608	0 D
1789	3	Tev.	5549	5 r	1819	4	Tev.	5579	5 r	1849	7	Tev.	5609	5 r
1790	15	Tev.	5550	2 d	1820	14	Tev.	5580	2 a	1850	17	Tev.	5610	2 a
1791	25	Tev.	5551	5 A	1821	27	Tev.	5581	0 D	1851	27	Tev.	5611	0 A
1792	6	Tev.	5352	5 r	1822	8	Tev.	5582	5 r	1852	9	Tev.	5612	0 d
1793	17	Tev.	5553	2 a	1823	18	Tev.	5583	2 a	1853	21	Tev.	5613	3 R
1794	29	Tev.	5554	0 D	1824	1	Che.	5584	0 D	1854	1	Tev.	5614	2 a
1795	10	Tev.	5555	5 r	1825	11	Tev.	5585	5 a	1855	11	Tev.	5615	0 a
1796	20	Tev.	5556	2 A	1826	22	Tev.	5586	3 R	1856	23	Tev.	5616	5 D
1797	3	Tev.	5557	2 d	1827	2	Tev.	5587	2 a	1857	5	Tev.	5617	3 r
1798	13	Tev.	5558	5 a	1828	14	Tev.	5588	0 d	1858	15	Tev.	5618	0 a
1799	24	Tev.	5559	3 R	1829	26	Tev.	5589	3 R	1859	25	Tev.	5619	5 A
1800	4	Tev.	5360	2 a	1830	6	Tev.	5590	2 a	1860	6	Tev.	5620	5 r
1801	16	Tev.	5561	0 d	1831	16	Tev.	5591	0 a	1861	19	Tev.	5621	2 d
1802	27	Tev.	5562	3 R	1832	28	Tev.	5592	5 D	1862	29	Tev.	5622	5 A
1803	7	Tev.	5563	2 a	1833	10	Tev.	5593	3 r	1863	10	Tev.	5623	5 r
1804	17	Tev.	5564	0 a	1834	20	Tev.	5594	0 A	1864	22	Tev.	5624	2 D
1805	1	Che.	5565	5 D	1835	30	Kisl.	5595	0 a	1865	3	Tev.	5625	0 a
1806	11	Tev.	5566	3 r	1836	11	Tev.	5596	5 r	1866	14	Tev.	5626	5 r
1807	21	Tev.	5567	0 A	1837	24	Tev.	5597	2 D	1867	24	Tev.	5627	2 A
1808	1	Tev.	5368	0 a	1838	4	Tev.	5598	0 a	1868	6	Tev.	5628	2 d
1809	13	Tev.	5569	5 r	1839	15	Tev.	5599	5 r	1869	18	Tev.	5629	5 r

Año era cristiana	Comienzo del año			Tipo de año	Comienzo del año			Tipo de año	Comienzo del año			Tipo de año		
	Día	Mes	Año		Año era cristiana	Día	Mes		Año era cristiana	Día	Mes			
1870	28	Tev.	5630	2 A	1900	1	Che.	5660	3 R	1930	1	Tev.	5690	0 d
1871	8	Tev.	5631	2 a	1901	10	Tev.	5661	2 a	1931	12	Tev.	5691	3 r
1872	20	Tev.	5632	0 D	1902	22	Tev.	5662	0 D	1932	22	Tev.	5692	0 A
1873	2	Tev.	5633	5 r	1903	2	Tev.	5663	5 a	1933	3	Tev.	5693	0 a
1874	12	Tev.	5634	2 a	1904	13	Tev.	5664	3 r	1934	14	Tev.	5694	5 r
1875	24	Tev.	5635	0 D	1905	24	Tev.	5665	0 A	1935	26	Tev.	5695	2 D
1876	4	Tev.	5636	5 a	1906	4	Tev.	5666	0 a	1936	6	Tev.	5696	0 a
1877	16	Tev.	5637	3 r	1907	15	Tev.	5667	5 r	1937	18	Tev.	5697	5 r
1878	26	Tev.	5638	0 A	1908	27	Tev.	5668	2 D	1938	28	Tev.	5698	2 A
1879	6	Tev.	5639	0 a	1909	8	Tev.	5669	0 a	1939	10	Tev.	5699	2 d
1880	17	Tev.	5640	5 r	1910	20	Tev.	5670	5 D	1940	20	Tev.	5700	5 A
1881	1	Che.	5641	2 D	1911	1	Tev.	5671	3 r	1941	2	Tev.	5701	5 r
1882	10	Tev.	5642	0 a	1912	11	Tev.	5672	0 a	1942	12	Tev.	5702	2 a
1883	22	Tev.	5643	5 D	1913	22	Tev.	5673	5 A	1943	24	Tev.	5703	0 D
1884	3	Tev.	5644	3 r	1914	3	Tev.	5674	5 r	1944	5	Tev.	5704	5 r
1885	14	Tev.	5645	0 a	1915	15	Tev.	5675	2 d	1945	16	Tev.	5705	2 a
1886	24	Tev.	5646	5 A	1916	25	Tev.	5676	5 A	1946	28	Tev.	5706	0 D
1887	5	Tev.	5647	5 r	1917	7	Tev.	5677	5 r	1947	9	Tev.	5707	5 r
1888	17	Tev.	5648	2 d	1918	17	Tev.	5678	2 a	1948	19	Tev.	5708	2 A
1889	28	Tev.	5649	5 A	1919	29	Tev.	5679	0 D	1949	30	Tev.	5709	2 a
1890	9	Tev.	5650	5 r	1920	10	Tev.	5680	5 r	1950	12	Tev.	5710	0 d
1891	21	Tev.	5651	2 D	1921	21	Tev.	5681	2 A	1951	23	Tev.	5711	3 R
1892	1	Tev.	5652	0 a	1922	1	Tev.	5682	2 a	1952	3	Tev.	5712	2 a
1893	13	Tev.	5653	5 r	1923	13	Tev.	5683	0 d	1953	14	Tev.	5713	0 a
1894	23	Tev.	5654	2 A	1924	24	Tev.	5684	3 R	1954	26	Tev.	5714	5 D
1895	5	Tev.	5655	2 d	1925	5	Kisl.	5685	2 a	1955	7	Tev.	5715	3 r
1896	15	Tev.	5656	5 a	1926	15	Tev.	5686	0 a	1956	17	Tev.	5716	0 a
1897	27	Tev.	5657	3 R	1927	27	Tev.	5687	5 D	1957	28	Tev.	5717	5 A
1898	7	Tev.	5658	2 a	1928	8	Tev.	5688	3 r	1958	9	Tev.	5718	5 r
1899	19	Tev.	5659	0 d	1929	19	Tev.	5689	0 a	1959	21	Tev.	5719	2 D

Año era cristiana	Comienzo del año			Tipo de año	Año era cristiana	Comienzo del año			Tipo de año	Año era cristiana	Comienzo del año			Tipo de año
	Día	Mes	Año			Día	Mes	Año			Día	Mes	Año	
1960	1	Tev.	5720	0 a	1990	4	Tev.	5750	0 a	2020	4	Tev.	5780	2 a
1961	13	Tev.	5721	5 r	1991	15	Tev.	5751	5 r	2021	17	Tev.	5781	0 d
1962	25	Tev.	5722	2 D	1992	25	Tev.	5752	2 A	2022	28	Tev.	5782	3 R
1963	5	Tev.	5723	0 a	1993	8	Tev.	5753	2 d	2023	8	Tev.	5783	2 a
1964	16	Tev.	5724	5 r	1994	18	Tev.	5754	5 a	2024	20	Tev.	5784	0 D
1965	27	Tev.	5725	2 A	1995	29	Tev.	5755	3 R	2025	1	Tev.	5785	5 a
1966	9	Tev.	5726	2 d	1996	9	Tev.	5756	2 a	2026	12	Tev.	5786	3 r
1967	19	Tev.	5727	5 A	1997	22	Tev.	5757	0 D	2027	22	Tev.	5787	0 A
1968	30	Kisl.	5728	2 r	1998	3	Tev.	5758	5 r	2028	2	Tev.	5788	0 a
1969	11	Tev.	5729	2 a	1999	13	Tev.	5759	2 a	2029	14	Tev.	5789	5 r
1970	23	Tev.	5730	0 D	2000	23	Tev.	5760	0 A	2030	26	Tev.	5790	2 D
1971	4	Tev.	5731	5 r	2001	6	Tev.	5761	0 d	2031	6	Tev.	5791	0 a
1972	14	Tev.	5732	2 a	2002	17	Tev.	5762	3 r	2032	17	Tev.	5792	5 r
1973	27	Tev.	5733	0 D	2003	27	Tev.	5763	0 A	2033	1	Shev.	5793	2 D
1974	7	Tev.	5734	5 a	2004	7	Tev.	5764	0 a	2034	10	Tev.	5794	0 a
1975	18	Tev.	5735	3 r	2005	20	Tev.	5765	5 D	2035	20	Tev.	5795	5 A
1976	28	Tev.	5736	0 A	2006	1	Tev.	5766	3 r	2036	1	Tev.	5796	5 r
1977	11	Tev.	5737	5 d	2007	11	Tev.	5767	0 a	2037	14	Tev.	5797	2 d
1978	22	Tev.	5738	3 R	2008	23	Tev.	5768	5 D	2038	24	Tev.	5798	5 A
1979	2	Tev.	5739	2 a	2009	5	Tev.	5769	3 r	2039	5	Tev.	5799	5 r
1980	12	Tev.	5740	0 a	2010	15	Tev.	5770	0 a	2040	15	Tev.	5800	2 a
1981	25	Tev.	5741	5 D	2011	25	Tev.	5771	5 A	2041	28	Tev.	5801	0 D
1982	6	Tev.	5742	3 r	2012	6	Tev.	5772	5 r	2042	9	Tev.	5802	5 r
1983	16	Tev.	5743	0 a	2013	19	Tev.	5773	2 d	2043	19	Tev.	5803	2 A
1984	26	Tev.	5744	5 A	2014	29	Tev.	5774	5 A	2044	1	Tev.	5804	2 d
1985	8	Tev.	5745	5 r	2015	18	Tev.	5775	5 r	2045	15	Tev.	5805	5 a
1986	20	Tev.	5746	2 D	2016	20	Tev.	5776	2 A	2046	23	Tev.	5806	3 R
1987	30	Kisl.	5747	0 a	2017	3	Tev.	5777	2 d	2047	3	Tev.	5807	2 a
1988	11	Tev.	5748	5 r	2018	14	Tev.	5778	5 r	2048	15	Tev.	5808	0 d
1989	24	Tev.	5749	2 D	2019	24	Tev.	5779	2 A	2049	27	Tev.	5809	3 R

Año era cristiana	Comienzo del año			Tipo de año	Comienzo del año			Tipo de año	Comienzo del año			Tipo de año		
	Día	Mes	Año		Año era cristiana	Día	Mes		Año era cristiana	Día	Mes			
2050	7	Tev.	5810	2 a	2080	9	Tev.	5840	3 r	2110	9	Tev.	5870	5 r
2051	17	Tev.	5811	0 a	2081	20	Tev.	5841	0 A	2111	21	Tev.	5871	2 D
2052	29	Tev.	5812	5 D	2082	30	Kisl.	5842	0 a	2112	1	Tev.	5872	0 a
2053	11	Tev.	5813	3 r	2083	11	Tev.	5843	5 r	2113	13	Tev.	5873	5 r
2054	21	Tev.	5814	0 A	2084	23	Tev.	5844	2 D	2114	23	Tev.	5874	2 A
2055	1	Tev.	5815	0 a	2085	4	Tev.	5845	0 a	2115	5	Tev.	5875	2 d
2056	12	Tev.	5816	5 r	2086	15	Tev.	5846	5 r	2116	16	Tev.	5876	5 r
2057	25	Tev.	5817	2 D	2087	27	Tev.	5847	2 D	2117	27	Tev.	5877	2 A
2058	5	Tev.	5818	0 a	2088	7	Tev.	5848	0 a	2118	7	Tev.	5878	2 a
2059	16	Tev.	5819	5 r	2089	19	Tev.	5849	5 r	2119	19	Tev.	5879	0 D
2060	28	Tev.	5820	2 D	2090	29	Tev.	5850	2 A	2120	30	Kisl.	5880	5 r
2061	9	Tev.	5821	0 a	2091	11	Tev.	5851	2 d	2121	11	Tev.	5881	2 a
2062	19	Tev.	5822	5 A	2092	21	Tev.	5852	5 D	2122	23	Tev.	5882	0 D
2063	30	Kisl.	5823	5 r	2093	3	Tev.	5853	5 r	2123	3	Tev.	5883	5 a
2064	12	Tev.	5824	2 d	2094	13	Tev.	5854	2 a	2124	14	Tev.	5884	3 r
2065	23	Tev.	5825	5 A	2095	25	Tev.	5855	0 D	2125	25	Tev.	5885	0 A
2066	4	Tev.	5826	5 r	2096	6	Tev.	5856	5 r	2126	5	Tev.	5886	0 a
2067	14	Tev.	5827	2 a	2097	17	Tev.	5857	2 a	2127	16	Tev.	5887	5 r
2068	26	Tev.	5828	0 D	2098	27	Tev.	5858	0 A	2128	28	Tev.	5888	2 D
2069	8	Tev.	5829	5 r	2099	9	Tev.	5859	0 d	2129	9	Tev.	5889	0 a
2070	18	Tev.	5830	2 a	2100	20	Tev.	5860	3 R	2130	21	Tev.	5890	5 D
2071	1	Che.	5831	0 D	2101	30	Kisl.	5861	2 a	2131	2	Tev.	5891	3 r
2072	10	Tev.	5832	5 a	2102	10	Tev.	5862	0 a	2132	12	Tev.	5892	0 a
2073	22	Tev.	5833	3 R	2103	22	Tev.	5863	5 D	2133	23	Tev.	5893	5 A
2074	2	Tev.	5834	2 a	2104	3	Tev.	5864	3 r	2134	4	Tev.	5894	5 r
2075	14	Tev.	5835	0 d	2105	14	Tev.	5865	0 a	2135	16	Tev.	5895	2 d
2076	25	Tev.	5836	3 R	2106	24	Tev.	5866	5 A	2136	26	Tev.	5896	5 A
2077	6	Tev.	5837	2 a	2107	5	Tev.	5867	3 r	2137	8	Tev.	5897	5 r
2078	16	Tev.	5838	0 a	2108	17	Tev.	5868	2 d	2138	20	Tev.	5898	2 D
2079	28	Tev.	5839	5 D	2109	28	Tev.	5869	5 A	2139	30	Tev.	5899	0 a

Año era cristiana	Comienzo del año			Tipo de año	Año era cristiana	Comienzo del año			Tipo de año	Año era cristiana	Comienzo del año			Tipo de año
	Día	Mes	Año			Día	Mes	Año			Día	Mes	Año	
2140	11	Tev.	5900	5 r	2170	13	Tev.	5930	5 a	2200	13	Tev.	5960	0 a
2141	22	Tev.	5901	2 A	2171	24	Tev.	5931	3 R	2201	25	Tev.	5961	5 D
2142	4	Tev.	5902	2 d	2172	4	Tev.	5932	2 a	2202	6	Tev.	5962	3 r
2143	14	Tev.	5903	5 a	2173	17	Tev.	5933	0 a	2203	16	Tev.	5963	0 a
2144	25	Tev.	5904	3 R	2174	28	Tev.	5934	3 R	2204	26	Tev.	5964	5 A
2145	6	Tev.	5905	2 a	2175	8	Tev.	5935	2 a	2205	8	Tev.	5965	5 r
2146	18	Tev.	5906	0 a	2176	18	Tev.	5936	0 A	2206	20	Tev.	5966	2 D
2147	29	Tev.	5907	2 a	2177	1	Tev.	5937	0 d	2207	30	Kisl.	5967	0 a
2148	9	Tev.	5908	2 a	2178	12	Tev.	5938	3 r	2208	11	Tev.	5968	5 r
2149	22	Tev.	5909	0 D	2179	22	Tev.	5939	0 A	2209	24	Tev.	5969	2 D
2150	2	Tev.	5910	5 a	2180	2	Tev.	5940	0 a	2210	4	Tev.	5970	0 a
2151	13	Tev.	5911	3 r	2181	14	Tev.	5941	5 r	2211	15	Tev.	5971	5 r
2152	23	Tev.	5912	0 A	2182	26	Tev.	5942	2 A	2212	25	Tev.	5972	2 A
2153	4	Tev.	5913	0 a	2183	6	Tev.	5943	0 a	2213	8	Tev.	5973	2 d
2154	15	Tev.	5914	5 r	2184	17	Tev.	5944	5 r	2214	18	Tev.	5974	5 A
2155	27	Tev.	5915	2 D	2185	28	Tev.	5945	2 A	2215	29	Kisl.	5975	5 r
2156	7	Tev.	5916	0 a	2186	10	Tev.	5946	2 d	2216	9	Tev.	5976	2 a
2157	20	Tev.	5917	5 D	2187	20	Tev.	5947	5 A	2217	22	Tev.	5977	0 D
2158	1	Tev.	5918	3 r	2188	1	Tev.	5948	5 r	2218	3	Tev.	5978	5 r
2159	11	Tev.	5919	0 a	2189	12	Tev.	5949	2 a	2219	13	Tev.	5979	2 a
2160	21	Tev.	5920	5 A	2190	24	Tev.	5950	0 D	2220	25	Tev.	5980	0 D
2161	3	Tev.	5921	5 r	2191	5	Tev.	5951	5 r	2221	6	Tev.	5981	5 a
2162	15	Tev.	5922	2 d	2192	15	Tev.	5952	2 a	2222	17	Tev.	5982	3 r
2163	25	Tev.	5923	5 A	2193	28	Tev.	5953	0 D	2223	27	Tev.	5983	0 A
2164	6	Tev.	5924	5 r	2194	9	Tev.	5954	5 r	2224	9	Tev.	5984	0 a
2165	17	Tev.	5925	2 a	2195	19	Tev.	5955	2 A	2225	21	Tev.	5985	3 R
2166	29	Tev.	5926	0 D	2196	29	Tev.	5956	2 a	2226	1	Tev.	5986	2 a
2167	10	Tev.	5927	5 r	2197	12	Tev.	5957	0 d	2227	11	Tev.	5987	0 a
2168	20	Tev.	5928	2 A	2198	23	Tev.	5958	3 R	2228	23	Tev.	5988	5 D
2169	3	Tev.	5929	2 d	2199	3	Tev.	5959	2 a	2229	5	Tev.	5989	3 r

Capítulo 9

Bibliografía seleccionada

9

Bibliografía seleccionada

AGUSTÍ Y CASANOVAS, J.: *Manual de Cronología Española y Universal*, CSIC, Escuela de Estudios Medievales, Madrid, 1952.

Annuaire pour l'an 1959, Le Bureau des Longitudes, Gauthier-Villars, Paris.

BECKWITH, R. T.: *Calendar and Chronology, Jewish and Christian*, E J. Brill, Leiden., 1996.,

BOUCHET, U.: *Hémérologie ou traité pratique complet des calendries*, Paris, 1868.

BRETANGNON, P.; SIMON, J. L.: *Planetary Programs and Tables from -4000 to +2800*, Willmann-Bell, Virginia, 1986.

BUSHWICK, N.: *Understanding the Jewish Calendar*, Moznaim Publishing, New York, 1989.

CalendarHome, www.calendarhome.com.

DESHORWITZ, N.; REINGOLD, E. M.: *Calendrical Calculations*, Cambridge University Press, 1997.

DOGGET, L. E.: «Calendars», *Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac*, edited by P. Kenneth Seidelmann, University Science Books, Mill Valley, 1992.

DUFFETT-SMITH, P.: *Practical Astronomy with your calculator*, Cambridge University Press, 1988.

DUFFETT-SMITH, P.: *Astronomy with your Personal Computer*, Cambridge University Press, 1990.

Enciclopedia Judaica, Keter Publishing House, Jerusalem, 1971.

Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo-Americana, Espasa-Calpe, Madrid, 1989.

FELDMAN, W. M.: *Rabbinical Mathematics and Astronomy*, Sepher-Hermon Press, New York, 1978.

FOTHERINGHAM, J. K.: «Calendar», *The Nautical Almanac 1935*, London, 1934.

HAAG, H.: «Generalized Equations for Julian Day Numbers and Calendar Dates», *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society* **26** (1985) 151-155.

JUSUÉ, E.: *Tabla de reducción del cómputo hebreo al cristiano y viceversa*, Madrid, 1904.

JUSUÉ, E.: *Comprobación de fechas en documentos históricos*, Madrid, 1910.

KING, D.A.: *Astronomy in the service of Islam*, Galliard, 1993.

LANDAU, Remy: «Hebrew Calendar Science and Myths»,
<http://hebrewcalendar.tripod.com>

MARTIN, R.: *Mémoire sur le Calendrier Hébreu*, Angers, 1963.

MEUSS, J.: *Astronomical Algorithms*, Willmann-Bell, Virginia, 199

PARISOT, J. P.: «Additif to the Paper of D. A..Hatcher: Generalized Equations for Julian Day Numbers and Calendar Dates», *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society* **27** (1986) 506-507.

PARISOT, J. P.; SUAGHER, F.: *Calendriers et chronologie*, Masson, Paris, 1996.

RICHARDS, E. G.: *Mapping Time*, Oxford University Press, New York, 1998.

SEGURA GONZÁLEZ, Wenceslao: *Hemerología: la ciencia de los calendarios*, Editorial Acento 2000, 2006.

SEGURA GONZÁLEZ, Wenceslao: *Nuestro calendario. Una explicación científica, simple y completa del calendario lunisolar eclesiástico*, 2010.

SEGURA GONZÁLEZZ, Wenceslao: *La reforma del calendario gregoriano*, eWT Ediciones, 2012.

SPIER, A.: *The comprehensive hebrew calendar*, Feldheim Publishers, Jerusalem, New York, 1986.

STIOUI, R.: *Le calendrier hébraïque*, Les Editions Colbo, Paris, 1988.

VAINSTEIN, Y.: *El ciclo del año judío*, Departamento de Educación y Cultura Religiosa para la Diáspora de la Organización Sionista Mundial, Jerusalén, 1996.

VANDERKAM, J. C.: *Calendars in the Dead Sea Scrolls: Measuring Time*, Routledge, London, 1998.

WESTRHIEM, M.: *Calendars of the world*, Oneworld, Oxford, 1993.

WYLEN, S. M.: *The book of the jewish year*, UAHC, New York, 1996.

ZERUBAVEL, E.: *Hidden Rythms. Schedules and Calendars in Social Life*, The University of California Press, 1981.

ZARUBAVEL, E.: *The Seven Day Circle. The History and Meaning of the Week*, The University of Chicago Press, 1989.

.

