



Conceptos astronómicos en Naranjo, Guatemala

Daniel Flores
Bárbara Arroyo¹

Resumen

Naranjo fue un centro regional del Preclásico Medio establecido en el límite norte del valle central de Guatemala, testigo de actividades principalmente rituales y del calendario. Desde las primeras exploraciones en ese lugar se había notado la presencia de una larga estructura con dos plataformas y un montículo, además de varias filas de monumentos dispuestos en una gran plaza que en su conjunto posee una orientación norte sur, próxima a 14° al Este del Norte. Todo ello nos induce a pensar que en ese lugar se pudo haber aplicado el esquema calendárico mesoamericano, mediante cálculos y observaciones del Sol, la Luna y grupos de estrellas integrados en los conceptos astronómicos utilizados en Mesoamérica. Aquí se presenta un experimento numérico basado en los resultados de las investigaciones y rescate arqueológicos recientes en Naranjo, principalmente con los elementos de la cultura material: Plataformas Sur y Norte, Montículo 1, los monumentos 1 y 17, y sus relaciones observacionales con el Cerro al Este del sitio. Mostraremos como estos elementos nos llevan a considerarlos de gran importancia ancestral como parte de los orígenes conceptuales del calendario y la astronomía mesoamericanas, quizá conformados culturalmente en Naranjo.

Palabras clave: Estructuras orientadas, declinación magnética, coordenadas ecuatoriales y horizontales, calendario, Teotihuacan

Abstract

The Naranjo was a regional center of the Central Valley of Guatemala in the Middle Preclassic, where ritual and calendar activities were carried out. From the first explorations in this archaeological space, two long structures and a mound had been identified, as well as several rows of monuments located in a large square between a large hill and these structures. On the other hand these structures and monuments are immersed in a general orientation of the order of 14° East from North.

The last point has led us think that the Mesoamerican calendar system could have been applied in Naranjo, through a calendar and astronomical observations of the Sun, Moon and some stars groups. These work is a numerical experiment grounded in recently researches results on the material culture: southern and northern platforms, Mound 1 and the monuments 1 and 17. We will show how these archaeological elements they induced us to consider them of great ancestral importance.

¹ Daniel Flores del Instituto de Astronomía de la Universidad Autónoma de México (UNAM); y Bárbara Arroyo arqueóloga de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).



Keywords: Oriented building, magnetic declination, equatorial and horizontal coordinate, calendar, Teotihuacan

Generalidades

Durante el transcurso de los años y como resultado de la búsqueda y comprensión de la actividad astronómica mesoamericana, se ha logrado reconocer la preocupación de los grupos humanos por observar la bóveda celeste. Dicha búsqueda se ha estructurado a través de áreas del conocimiento que discurren entre mitos, tradiciones y cosmogonías como la historia, etnografía, etnoastronomía, iconografía, arqueología y astronomía. El trabajo se ha dividido en las siguientes temáticas:

- 1- Marco teórico en arqueología
- 2- Marco teórico en calendario y astronomía
- 3- Teotihuacan y el inicio del año
- 4- Cosmogonías, ciclos agrícolas y cotidianidad
- 5- Determinación de orientaciones a través del tiempo
- 6- Monumentos 1 y 17
- 7- Sucesos solares y lunares en las orientaciones de Naranjo
- 8- Elementos de cultura material de *Voladores en Naranjo*
- 9- Conclusiones

Marco teórico en arqueología

Diversos aspectos han sido estudiados durante las exploraciones arqueológicas de Naranjo efectuadas durante los siglos XIX y XX. El sitio consiste en un conjunto de estructuras alineadas norte sur que incluyen a las Plataformas Norte y Sur y el Montículo 1 al centro. El Montículo 2 cierra el conjunto al Norte y al Este se limita por un cerro natural (Cerro del Este) que encierra la gran plaza entre los edificios alineados Norte-Sur y la sección este del sitio (ver Figura 1). La gran plaza requirió de un enorme esfuerzo constructivo, nivelándose en secciones donde alcanzó depresiones de más de dos metros de profundidad. Sobre la misma se colocaron tres filas de monumentos lisos, con una cuarta ubicada en la base oeste del Montículo 1 y la Plataforma norte. Desafortunadamente esta última fila se localizó en el proceso de urbanización moderna del espacio y únicamente se pudo obtener una lectura tentativa de la orientación que confirma los 14⁰ grados al este del Norte. A partir de los trabajos de arqueología de rescate, entre los años 2005 a 2010, se documentó detalladamente el sistema constructivo de las plataformas y montículos en diferentes niveles (Arroyo, 2010; Pereira, et al, 2006). También se documentaron elementos de la cultura material de uso ritual (Arroyo, 2005 a



2013), como hachas en la base del monumento 17, multitud de figurillas en la Plataforma Sur y cerámica en la cima del Cerro del Este (Linares, 2009).

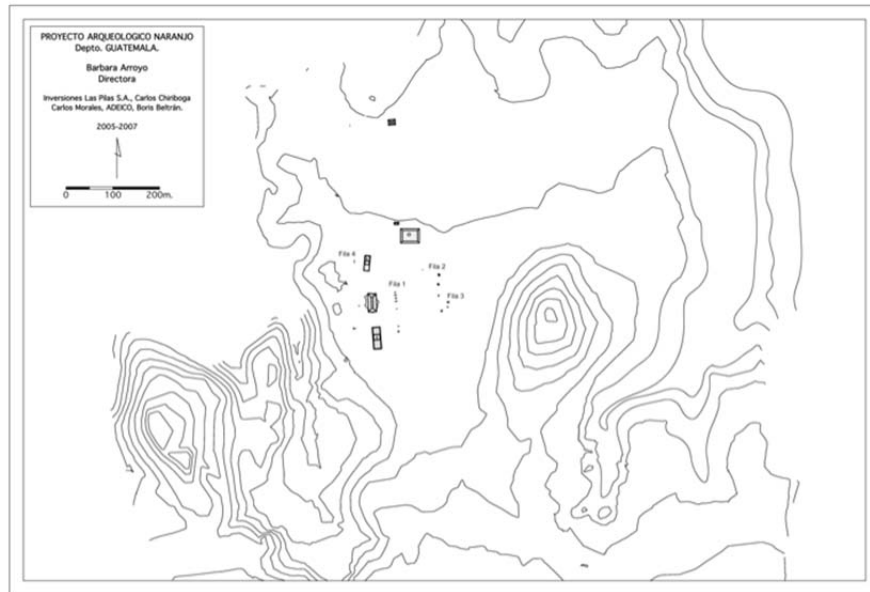


Figura 1. Mapa de Naranjo que muestra la disposición de algunos elementos de la cultura material de Naranjo, incluyendo su orografía aledaña con el Cerro del Este (Arroyo, 2010).

Mediante técnicas de análisis de la cerámica, figurillas y fechas de radiocarbono (C^{14}) se ha conformado un conjunto de nuevos datos que sustentan las épocas de ocupación de Naranjo hacia el Preclásico Medio entre los años 900 a.C. a 600 a.C., y 600 a.C. a 400 a.C., correspondientes a las fases Las Charcas y Providencia definidas por Shook (1957) y Hatch (1997) respectivamente, y por las determinaciones cronológicas recientes presentadas por Arroyo (2010; Tabla 3, 2013).

Los monumentos de las tres filas en la gran plaza consisten en basaltos columnares lisos así como macizos de piedra basáltica sin trabajo escultórico, exceptuando el monumento 32; su colocación en filas parecen conformarse como un sistema cronométrico, caracterizado por su orientación norte sur. Alguno de los monumentos cuentan con altares y el emblemático Monumento 1, ubicado como elemento central en la Fila 1, tiene un hueco inciso. La colocación de estos monumentos junto a la evidencia arqueológica del sitio ha llevado a Arroyo a concluir que este espacio fue utilizado como lugar de peregrinaje (Arroyo, 2010).

Calendario y astronomía

En las fuentes coloniales podemos observar el interés que hubo por conocer el funcionamiento del calendario y por saber cuándo celebraban los naturales el inicio de su año. De acuerdo con Sahagún (Códice Florentino) y otras fuentes ello ocurría en los primeros días de febrero, concretamente el día



2 del calendario Juliano, de la cual se puntualizaba que las fiestas del segundo día de febrero estaban dedicadas a Tláloc (Borunda, 1978).

León y Gama (15, 1792) describió el modo de llevar dicha cuenta de días

...De 18 de estos meses constaba su Año común, ó de 360 días útiles, a los cuales añadían otros cinco días, al fin del último mes, que nombraban Nemontemi, que tanto suena como vanos e inútiles, porque en ellos ni trabajaban, ni se empleaban en cosa alguna, manteniéndose siempre ociosos, y temerosos de que les viniesen en cualquiera de ellos muchas desgracias; creyendo, por un delirio de sus supersticiones, que en último de aquellos 5 días se había de acabar el mundo. ...

y que además contaban trece ciclos de cuatro años

...Representaban los 18 meses de su Año en forma circular, con otras tantas divisiones ó casillas donde figuraban los símbolos respectivos con que se conocía cada uno de los dichos meses. Llamaban a esta especie de rueda, Xiuhtlapohuali, o Cuenta del año, y en el centro de ella figuraban las imágenes del Sol. En la misma forma circular representaban su Ciclo, que era un período de 52 años, que nombraban Xiuhmolpilli, y significa, atadura de años: algunas veces pintaban dos ruedas concéntricas, la una que contenía los 18 meses, y la otra que estaba encima de ella era el período de los 52 años. ...

Orientación de Teotihuacán y el inicio del año en el calendario

Actualmente sabemos que los sucesos del inicio del año mencionados arriba, se dan en función de un concepto astronómico fundamental relacionado con la orientación de los edificios y la ciudad. Esto ha sido corroborado en varias ocasiones que la orientación de varios de los edificios de Teotihuacán y en particular la Calzada de los Muertos, tiene una dirección acimutal del orden de $15^{\circ} 30'$ y la Pirámide del Sol del orden de $106^{\circ} 50'$, estos valores corresponden a los publicados por Millon (1964), Dow (1967), Morante (1996), Sprajc (2001), Flores (2002) y Sarabia (2009-2010) y Enrique Aguilar (Aguilar, 2011).

A ello debemos agregar el aspecto notable de la observación del Sol desde un montículo ubicado en la esquina noroeste del cuadrante (W3, N2) del plano de Teotihuacan numerado por Millon, situado a casi un kilómetro de la Pirámide del Sol hacia el oeste y un acimut del orden de 106.5° . De acuerdo con una serie de observaciones solares efectuadas desde 1997 hasta el año 2011 (Flores, 2013), ha sido posible determinar que desde ahí se observaba cada año el avance del Sol relativo a la Pirámide del Sol entre los días 7 al 11 de febrero para culminar en el día 12 (Fig. 2). Esta fecha correspondía al 2 de febrero del calendario Juliano que señalaba el inicio del año según indica Sahagún en el Códice Florentino, y que puede vincularse con las tradicionales celebraciones del día de la Candelaria. Estos resultados se concatenan con las observaciones del 29 de octubre al 4 de noviembre (en este caso el movimiento aparente del Sol se da en sentido inverso al de febrero) también recorriendo, en este caso



de modo ascendente, el perfil superior de la Pirámide, lo cual nos hace ver que dicho elemento material funcionaba a manera de un instrumento cronométrico con el que se medía el transcurrir de los cinco días nemontemi (uayeb entre los mayas). Estos se han interpretado como días nefastos o sin cuenta, sin embargo en realidad fueron días de espera, ya que observando el devenir del movimiento aparente del Sol se completaban los trescientos sesenta días, y posteriormente agregando los cinco días restantes con los ortos solares observados en la Pirámide del Sol. Reportes de ello se encuentran implícitos en los trabajos de investigación arqueológica de Rubén Morante (1997) en Teotihuacan, Víctor Arribalzaga (2009-2010) en el Cerro Tláloc, Arturo Montero en el volcán Nevado de Toluca (2011), etcétera.

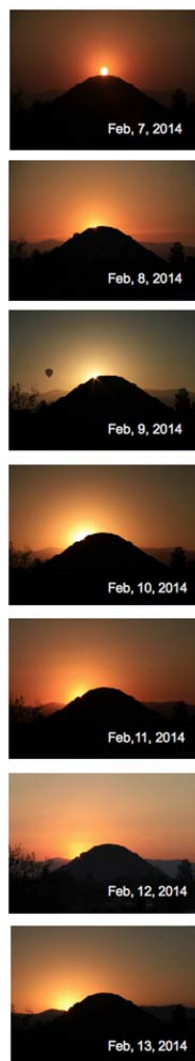


Figura 2. Observación del orto solar en la Pirámide del Sol desde el montículo del cuadrante (W3,N2) en la nomenclatura de Millon, a un kilómetro al oeste de la pirámide. Se muestra las fechas en que se observaban los cinco días que se sumaban al ciclo de trescientos sesenta días para completar el año solar. Para el año 2014 se dieron desde el día 8 de febrero al 12 de febrero, enmarcados por el último día del ciclo de trescientos sesenta días el 7 de febrero, y el inicio del nuevo ciclo el día 13 de febrero.



En dicha figura 2 se muestra las variaciones de posición aparente relativas a la salida del Sol día a día sobre la cima de la Pirámide, el día 7 de febrero se inicia la cuenta de los cinco días de espera, cuando el Sol sale al centro de la Pirámide, incluyendo el templo superior de la Pirámide propuesto por los arqueólogos debido al basamento encontrado en el último cuerpo. Para el día 8 de febrero el Sol surge de la esquina noroeste de dicho templo superior. El día 9 el sol estaría enmarcado por el arranque del quinto cuerpo de la Pirámide, el día 10 por el cuarto nivel y el 11 por el tercer nivel. Finalmente el día 12 de febrero el Sol sale en el horizonte del observador iniciándose un nuevo ciclo de trescientos sesenta días, que terminará de nueva cuenta el día 6 de febrero cuando el Sol surge nuevamente de la esquina suroeste de dicho templo. Ello depende de qué tanto se ha separado el fenómeno de la cuenta entera de días de los calendarios, propiciando el momento oportuno para una corrección a manera de un año bisiesto. Consideremos el mecanismo del calendario mesoamericano que ha sido enmarcado en intervalos de doscientos sesenta días además del ciclo solar anual, entre dos fechas significativas, una asociada al emblemático 13 de agosto de los mayas y la otra el 12 de febrero del altiplano mesoamericano.

Así, la fecha 13 de agosto se conoce como la fecha Era del año -3113 y la segunda como el inicio del año, que están ligadas a través de un modo de contar intervalos solares de doscientos sesenta días en su trayecto a través del año, como veremos enseguida. Sigamos el movimiento del sol en ese intervalo de tiempo, encontramos dos fechas donde los ortos y ocasos solares ocurren en el mismo punto del horizonte; la coordenada ecuatorial *declinación* alcanza un valor entre -13° y -15° las cuales se repiten en las fechas 12 de febrero y 29 de octubre, y entre 13° y 15° hacia el 29 de abril y el 12 de agosto. Así, tomando pares de fechas separadas esos doscientos sesenta días podemos dibujar un par de segmentos curvilíneos (Fig. 3) que se intersectan en dos puntos, señalando dos pares de fechas que marcan el orto y el ocaso del sol en el mismo lugar del horizonte, es decir que alcanzan el mismo acimut, por lo que pudieron convertirse en elementos simbólicos que se repetían año con año. Se muestran las variaciones de la declinación del sol, en forma compactada, a intervalos de doscientos sesenta días, lo cual se indica por las curvas en color azul y rojo. La curva azul inicia el 1 de enero y la roja doscientos sesenta días después el día 9 de septiembre, sucesivamente día a día, *ad infinitum*, para sus correspondientes parejas de fechas. De este modo en la fecha 12 de febrero, inicio del año, queda ligada al 13 de agosto, esta será equivalente observando el ocaso del sol en la Pirámide del Sol en un punto opuesto en el Este con un ángulo suplementario, en esta secuencia calendárica, lo cual indicaría el correcto avance de la cuenta calendárica. Cabe mencionar que cada una de las cuatro fechas pudo haberse elegido como inicio del ciclo solar.

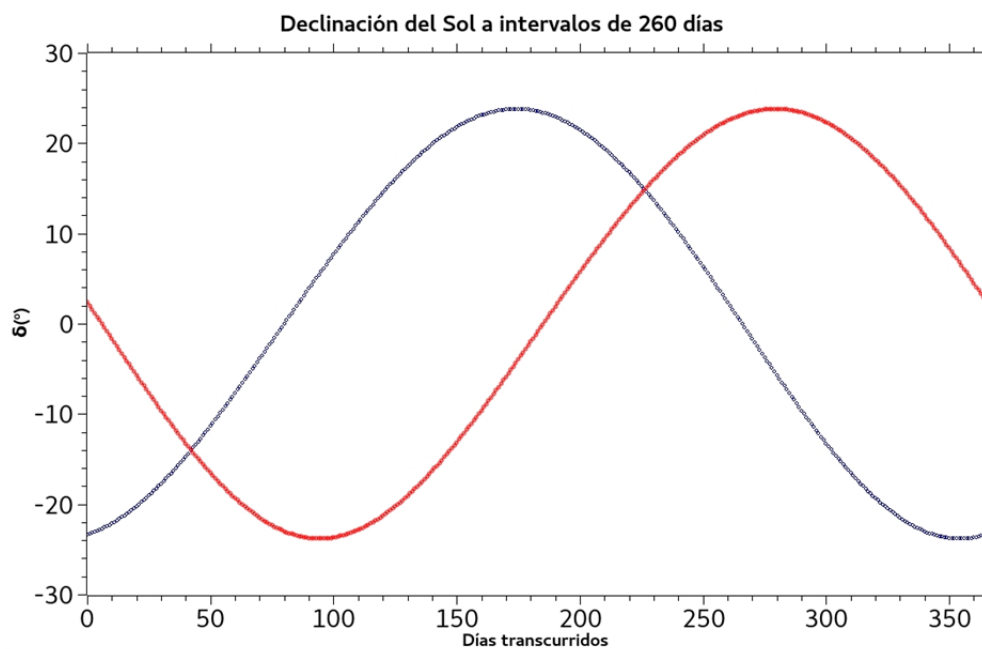


Figura 3 Ciclo solar seguido en intervalos de doscientos sesenta días Con el propósito de resumir el trayecto anual del sol en la bóveda celeste y visualizar los puntos de orto y ocaso del sol en dos pares de fechas. Se muestran dos segmentos curvilíneos que se intersectan en dos puntos, señalando dos pares de fechas que marcan el orto del sol en el mismo lugar del horizonte, ocurriendo algo semejante para el ocaso, alcanzando el mismo acimut. Se muestran las variaciones de la declinación del sol, en forma compactada, a intervalos de doscientos sesenta días, lo cual se indica por las curvas en color azul y rojo, y el lugar donde se intersectan. La curva azul inicia el 1 de enero y la roja doscientos sesenta días después el día 9 de septiembre, se encuentran dos fechas donde los ortos y ocasos solares ocurren en el mismo punto del horizonte, es decir la coordenada ecuatorial *declinación* alcanza un valor del orden de -14° las cuales se repiten en las fechas 12 de febrero y 29 de octubre, y del orden de 14° hacia el 29 de abril y el 12 de agosto.

Un aspecto histórico del estudio del calendario está dado a través de la propuesta de Zelia Nutall (1928) que la creación de la cuenta de doscientos sesenta día ocurrió en la zona de Izapa y Copán, ya que estos se encuentran a la latitud en la que ocurre el paso cenital del sol hacia el 13 de agosto señalándola como la fecha origen de la cuenta larga maya; por otro lado también indicó que la duración de doscientos sesenta días se aceptó como un ciclo ritual en base al período de gestación humana.

En varias fuentes coloniales de diversa índole, desde los primeros tratados de la calendárica en el siglo XVI por Fray Bernardino de Sahagún y tratados posteriores como los Duran, Echeverría y Veytia entre otros más, se indicaba que el inicio del año ocurría el 2 de febrero (calendario Juliano), fecha que corresponde al 12 de febrero del calendario Gregoriano.

Cosmogonías, ciclos agrícolas y cotidianidad

En el ámbito de la observación de la naturaleza y la acumulación gradual del conocimiento sobre los sucesos naturales, tratemos de visualizar ese proceso e imaginemos a varias generaciones de humanos establecidas en las márgenes de algún río, donde quizá se dieron cuenta de las variaciones climáticas del lugar. Aprendieron a reconocer la relación entre las lluvias intensas, los enormes torrentes, los deslaves y otros desastres que arrasaban con sus casas, familias y animales. Los sobrevivientes se



convirtieron en sabedores de dichos fenómenos y quedaron investidos como personajes capaces de predecir tales portentos y evitar males a su comunidad. Quizá en parte esta fue la historia de como el pensamiento humano fue creando sistemas de predicción y adivinación de sucesos naturales.

El ser humano también se dio cuenta que el Sol poseía un movimiento aparente, ya que percibieron su cambio de posición en el horizonte, día a día, entre sus ortos y ocasos, logrando con el tiempo establecer correlaciones entre tales cambios y variaciones del clima como lluvias, sequías, nevadas, etcétera. La comprensión de los fenómenos astronómicos, principalmente los movimientos planetarios periódicos, les condujo a la creación de sistemas calendáricos que dependían del objeto que los regía. Se crearon calendarios solares, lunisulares, de Marte o bien de Venus, con los que se logró predecir cuándo sucederían los solsticios y equinoccio, o las fases de la Luna.

Conocer la diversidad de los ciclos astronómicos permitió establecer intervalos de tiempo de larga duración delimitados por eventos astronómicos notables, en fechas que se repetían *ad infinitum*. Entre los *modus operandi* implícitos en los ciclos agrícolas se encuentra la observación de la bóveda celeste, es de suyo conocido las relaciones con el movimiento aparente del Sol, sin embargo existen evidencias que no sólo las observaciones solares fueron de interés durante el transcurso de los años, sino que también se observaban grupos de estrellas, como indicadores nocturnos de la temporalidad agrícola, con el propósito de normar las diferentes actividades de dichos ciclos agrícolas, las cuales se tratarán brevemente aquí.

Carlos Navarrete (Navarrete, 2018) en su temporada de campo de 1966 en los Lagos de Montebello del Municipio de La Trinitaria, en la población “Yalmuz” (en Tojolabal), descubrió una tradición sobre los modos de siembra y como esta comunidad consideraban que estaban indicados en la geometría de la Constelación de Orión.

En voz de Don Teódolo Juvenal de setenta y un años, y que aprendió de sus mayores cómo ver el cielo, explicaba que cuando se miraba por las noches a la Constelación de Orión, *quien él no sabía de este nombre*, pero la identificó como “Nuestra parcela” (Tabla 1).

Tabla 1
Orión como un campo de siembra

El terreno de siembra: trapecio de Orión	
α Ori	Betelgeuse
γ Ori	Bellatrix
κ Ori	Saiph
β Ori	Rigel
hoyos para el maíz: cinturón de Orión	
ζ Ori	Alnitak
ϵ Ori	Alnilam
δ Ori	Mintaka



hoyos para el frijol: espada de Orión	
ι Ori	Hatysa
θ^2 Ori	Mizan Batil II
ϵ Ori	Mizan Batil I

Dentro de terreno de siembra, Don Teódolo decía que tanto en el cinturón como la espada de Orión se mostraba el modo de proceder durante la siembra: que el cinturón de Orión indicaba los “tres golpes de coa” indicando que se hacían tres hoyos en la tierra, y que dentro de ellos se colocaban las semillas de maíz. Después de terminar con el maíz, seguía la siembra de frijol a “*media distancia*” con los golpes de coa.

Con los golpes de coa quizá se quiso decir la dirección de la espada o en la dirección perpendicular a la línea del maíz.

En su estudio sobre el sistema de sembradío de temporal en las comunidades totonacas, Martín Cruz Sánchez (Cruz, 2018) efectuó el siguiente registro etnográfico.

Entre las comunidades totonacas del Estado de Veracruz se recogen anualmente dos cosechas de temporal. La primera temporada se inicia con la preparación de la tierra, entre los meses de octubre y noviembre, con el corte y quemando de la hierba. Entre el 16 de diciembre y 10 de enero se siembran los granos del maíz en huecos hechos con el bastón plantador llamado “lichan”, en cantidades de dos a tres unidades y a una distancia entre 50 y 80 cm entre hueco y hueco -unidad de medida de un paso-, lográndose con ello el mejor desarrollo y aprovechamiento del maíz. Los cultivos también irán acompañados por granos de frijol en medio del camellón que hay entre las hileras de la milpa. El primer deshierbe se efectúa el 10 de febrero, y cuando el maíz ya está maduro durante el mes de abril se “dobla” para que seque bien la mazorca, procedimiento que los totonacos llaman “doblado -tzuntanankan-”. Después de ello, en el mes de mayo, se cosecha y almacena el maíz en el “pukushi” o casa para el maíz, que en náhuatl recibe el nombre de “cincal”.

Durante la segunda siembra de temporal siguen el mismo procedimiento que en la primera, iniciando la preparación de la tierra durante el mes de mayo y terminando a principios de junio. A partir de la segunda quincena de junio y hasta el 16 de julio se siembran los granos.

Durante el mes de septiembre se “dobla”, y en octubre se cosechan y almacenan los productos del cultivo. Esta segunda temporada es más corta debido a la abundancia de las lluvias, lo cual acelera el proceso de germinación de los granos cultivados.

Selección de las semillas



Si el terreno es pequeño el propietario selecciona con un día de anticipación las mejores y más grandes mazorcas, para desgranarlas después. Remoja los granos de maíz con abundante agua en un recipiente hondo de barro procurando cubrirlos totalmente. Y los olotes de estas mazorcas las atará en manojos, las colgará y guardará en el exterior de su casa, no los quemará ni tampoco los tirará. En el caso de superficies mayores seleccionará las mejores mazorcas con tres días de anticipación.

Durante la tarde y noche de los días en que remoja los granos, el hombre va de casa en casa a solicitar la ayuda de otros hombres de la comunidad para que le ayuden a sembrar, citándolos a temprana hora en el sitio donde se llevará a cabo esta actividad que nombran “macatum skujkan” o, en náhuatl, “tequio”. La mujer, como el hombre, también invitará -durante el transcurso del día anterior a la siembra- a otras mujeres para que le ayuden a cocinar para la siembra, llamando inicialmente entre la gente cercana a su familia, y después a otras que voluntariamente acuden a su llamado. La invitación la hará personalmente y de casa en casa.

Los alimentos los prepararán a la manera tradicional: gallinas y guajolotes serán sacrificados desde muy temprano, harán mole y tortillas. Lavarán los trastos y recibirán una porción de comida en gratitud a la ayuda aportada o “macjsquitit” en totonaco, que quiere decir “la que ayudó a preparar alimentos”.

Concertada la hora de trabajo, a las 5:00 am, los hombres llevarán un morral donde guardarán los granos remojados y escurridos, transportados por él dueño en un costal hasta el macatum skujkan donde se trabajará la siembra. Cabe señalar que el dueño después de escurrir los granos les echa agua bendita y ofrecerá una oración pidiendo a la lluvia, al viento y al sol, que tenga buena producción, pero también pidiendo al dios del viento que no intercepte ni derrumbe la milpa y que desvíe su camino a otro lugar. Al sol pedirá que no exceda de calor “ni calitayal chichini”, y al dios de la tierra que la siembra no sea en vano.

En el terreno a sembrar, cada hombre elaborará su propio lican y todos realizarán rápidamente la siembra, y al final de la jornada el hombre que los invitó, les ofrecerá una comida preparada con el propósito de agradecer su participación. Previamente la mujer de la casa ofrendará en su altar doméstico: mole, guajolote, gallina, velas, tortillas, y quemará incienso a las 11:00 am y derramará alcohol al pie del altar haciendo una cruz he indicando los cuatro rumbos del universo; dará de comer a los hombres al medio día y después de ellos comerán todas las mujeres, niños, niñas y todas las personas que se acerquen al convite.

Pasado el mediodía ofrecerán a los hombres aguardiente, y a las personas que trabajaron en la siembra y que no acudieron a dicho convite, los dueños les llevarán comida hasta su hogar. Utilizarán un recipiente de uso exclusivo para dicha ocasión



“mutlkau” en totonaco, que es una olla globular y cuello con paredes divergentes. En la parte frontal una boquilla y en el borde un asa plana con capacidad de un litro al que llenan las tres cuartas partes con mole y una pieza de carne, además de darles una servilleta con una porción generosa de tortillas recién hechas. Los alimentos los entregarán a la mujer del hombre que ayudó, y ella les devolverá el recipiente y la servilleta.

Dos o tres días después de la siembra el dueño va al terreno a cubrir con cal cada uno de los orificios para que ni las ratas, ratones, hormigas, aves, u otros animales dañinos se lleven los granos. Empleará un bote con orificios como coladera y en uno de los extremos un palo, a manera de asa, adherido a él.

Ocho días después de la siembra llevará a cabo la “resiembra” o “lakhapuchan”. También remojando el maíz una noche anterior, el dueño será el único que realice esta actividad.

En la actualidad, ante la presencia de los cambios climáticos, las fechas de cultivo de temporal se están modificando. Aun cuando algunas personas continúan tradicionalmente con las fechas asignadas, otros tomaron en cuenta estos cambios climáticos y modificaron sus fechas de cultivo obteniendo buena producción, en cambio los que no lo hicieron no obtuvieron buena cosecha.

En los modos de labor agrícola se pueden distinguir distintas fases que van desde la preparación de la tierra hasta la selección de semillas.

Dado el hallazgo en la comunidad Tojolabal (Navarrete, 2018), como ya hemos visto, su tradición oral indica la relación de la constelación de Orión con la parcela y los modos de sembrar, ello nos indujo la intención de comparar las fases del ciclo de siembra (del orden de siete) con algunos sucesos solares y grupos de estrellas, para conocer alguna relación entre ellos. De las constelaciones Orión, Tauro y la Cruz del Sur se dan las fechas de su conjunción con el Sol, es decir cuando culminan en el meridiano del lugar, al mediodía, junto con el Sol, las fechas de oposición cuando culminan a la media noche, y las fechas aproximadas del intervalo en que dejan de verse en el cielo nocturno sucesos que se muestran en la Tabla 2. También las fechas de los solsticios y equinoccios, y las del sol calendárico, es decir cuando el Sol alcanza las posiciones, en la actualidad, los días 12 de febrero, 29 de octubre, 29 de abril y 13 de agosto (Fig. 3), aproximadamente.



Tabla 2
Algunos ciclos agrícolas del maíz en México y Guatemala

			México		sucesos astronómicos	Guatemala
		Edo de México	Yalmuz, Chiapas	Comunidades totonacas, Veracruz		Momostenango
mes	día	fase	(Navarrete, 2018)	(Cruz, 2018)		(Tedlock, 1991)
ene	1	barbecho	selección semillas	espera		
ene	2	barbecho	selección semillas	espera		
ene	3	Barbecho-Ref. 2	selección semillas	espera		
ene	4	barbecho	selección semillas	espera		
-	-	-	-	espera	-	
ene	30	barbecho	selección semillas	espera		
ene	31	barbecho	selección semillas	espera		
feb	1	rastra	selección semillas	espera		
feb	2	Rastra-Ref. 3	bendición de las semillas	espera		
feb	3	rastra		-		
feb	4	rastra	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	
feb	10	rastra		Primer deshierbe		
feb	12	rastra		encalar	Sol calendárico (Fig. 2)	
feb	13	rastra		espera		
-	-	-	-	espera	-	
mar	2					inicia calendario solar
-	-	-	-	-	-	-
mar	12					Se inciense las semillas
mar	13					inicia siembra de la milpa
mar	16					termina siembra, luna llena
-	-	-	-	-	-	-
mar	19	espera		espera		
mar	20	Siembra-Ref. 1		De 20 marzo a 15 abril	equinoccio	



mar	21	siembra		resiembra: lakhapuchan		
mar	22	siembra		espera		
-	-	-	-	espera	-	
abr	11	siembra		doblado tzuntanankan-	-	
abr	12	siembra		dobla	Bradesfer (1998)	
abr	13	siembra		dobla		
abr	14	siembra		dobla		luna llena
abr	15	siembra		dobla		
abr	16	espera		dobla		
abr	17	espera		dobla		
-	-	-	-	espera	-	
abr	29	espera		espera		
abr	30	espera		espera	sol calendárico (Fig. 2)	
may	1	espera		cosecha y guardado del		
may	2	espera		maíz en el pukushi		paso cenital del sol
may	3	resiembra	colocación de la cruz	cosecha		
may	4	Resiembra- Ref. 4	en la milpa	cosecha		
may	5	resiembra		cosecha	Tauro inicia invisible	
may	6	resiembra		cosecha		
-	-	-	-	preparación de la tierra	-	
may	13					primer deshierbe
may	17	siembra		preparación de la tierra		
may	18	siembra		-		
may	19	siembra		-		
may	20	resiembra		-	Orión inicia invisible	
may	21	resiembra		-		
-	-	-	-	-	-	
may	29	resiembra		-		
may	30	resiembra		-	Tauro conjunción	
may	31	resiembra		preparación de la tierra		
jun	1	primera escarda-Ref. 2		-		



jun	2	primera escarda		-		
jun	3	primera escarda		preparación de la tierra		
-	-	-	-	espera	-	
jun	12					luna llena
-	-	-	-	-	-	
jun	14	primera escarda		espera		
jun	15	primera escarda		siembra	Orión conjunción	
jun	16	primera escarda		siembra		
jun	17	primera escarda	primera escarda	siembra		
jun	18	primera escarda	aplican coa	siembra		
jun	19	primera escarda-Ref. 2		siembra		
jun	20	primera escarda		siembra		
jun	21	primera escarda		siembra	Solsticio	
jun	22	primera escarda		siembra		
jun	23	primera escarda		siembra		
jun	24	primera escarda		siembra		
jun	25	primera escarda		siembra		
jun	26	primera escarda		siembra	Tauro termina invisible	
jun	27	primera escarda		siembra		
-	-	-	-	siembra	-	
jul	8	primera escarda		siembra		
jul	9	primera escarda		siembra		
jul	10	espera		siembra		
jul	11	espera		siembra	Orión termina invisible	segundo deshierbe,
jul	12	espera		siembra		luna llena
-	-	-	-	siembra	-	
jul	16	espera		siembra		



jul	17	espera		espera		
jul	18	segunda escarda		espera		
-	-	-	-	espera	-	
ago	9					maíz en elote
ago	11					sol en el cenit
ago	12	segunda escarda		espera		
ago	13	segunda escarda		espera	Sol calendárico	
ago	14	segunda escarda		espera		
ago	15	segunda escarda	bendición de la milpa	espera		
ago	16	segunda escarda-Ref. 2		espera		
-	-	-	-	espera	-	
ago	24	segunda escarda		espera		
ago	25	espera		espera		
-	-	-	-	espera	-	
sep	3	espera		Inicia doblado tzuntanankan-	-	
sep	4	espera		doblado tzuntanankan-	-	Cruz del Sur inicia invisible
sep	5	espera		doblado tzuntanankan-	-	
sep	6	espera		doblado tzuntanankan-	-	
sep	8					cosecha frijol
-	-	-	-	doblado tzuntanankan-	-	Lluna llena
sep	21	espera		doblado tzuntanankan-	-	
sep	22	espera		doblado tzuntanankan-	-	Equinoccio
sep	23	espera		espera		
-	-	-	-	espera	-	
sep	29	espera		espera		
sep	30	espera		espera	Cruz del Sur conjunción	
oct	1	espera		cosecha		
-	-	-	-	cosecha	-	



oct	13	espera		cosecha y guardado del		
oct	14	Espera-Ref. 1		maíz en el pukushi		
oct	15	cosecha		De 15 octubre a 30 noviembre		
oct	16	cosecha		cosecha		
-	-	-	-	cosecha	-	
oct	25	cosecha		cosecha		
oct	26	cosecha		cosecha	Cruz del Sur termina invisible	
oct	27	cosecha		cosecha		
oct	28	cosecha		cosecha		
oct	29	cosecha		cosecha		
oct	30	cosecha		cosecha	Sol calendárico (Fig. 2)	
oct	31	cosecha		cosecha		
-	-	-	-	espera	-	
nov	6					se recogen dieciocho mazorcas
nov	8					doblado del maíz
nov	29	cosecha		espera		
nov	30	cosecha		espera		
dic	1	Desgrane-Ref. 1		espera		doscientos sesenta días
dic	2	desgrane		espera		después de la siembra.
-	-	-	-	espera	-	tapisca comienza con maíz blanco
dic	6					luna llena
dic	13	desgrane		espera		
dic	14	desgrane		espera		
dic	15	desgrane	selección semillas	espera	Orión oposición	
dic	16	desgrane	selección semillas	espera		
dic	17					registro de plagas, inciensen mazorcas del maíz
-	-	-	-	-	-	guardado del maíz y mazorcas en la troje
-	-	-	-	-	-	
dic	21	desgrane	selección semillas	espera		
dic	22	desgrane	selección semillas	espera	Solsticio	fin de la cosecha, solsticio



dic	23	desgrane	selección semillas	espera		
-	-	-	-	espera	-	
dic	30	barbecho	selección semillas	espera		
dic	31	barbecho	selección semillas	espera		

Así, podemos notar que el final de la rastra se da hacia el día 12 de febrero y el inicio de la siembra hacia el 21 de marzo, día del equinoccio. Un aspecto interesante está dado por el suceso solar del 12 de abril en Kohunlich ya que es posible que la orientación de estas estructuras fue determinada para indicar, a toda la comunidad, cuando debería de finalizar la siembra.

Debe ser evidente que los intervalos de tiempo, analizados aquí, para las diferentes fases del ciclo agrícola dependen del lugar y sus condiciones meteorológicas por lo que este análisis es de modo generalizado.

Después de un tiempo de espera sigue la fase de resiembra con coa, la cual se efectúa hacia principios de mayo el día 30 de abril (Fig. 3), fechas cercanas al momento que deja de verse la constelación de Tauro en el cielo nocturno. El período de resiembra parece terminar cuando la constelación de Orión deja de verse en el cielo nocturno.

Del intervalo para la primera escarda observamos que se inicia cuando Tauro está en conjunción con el Sol y termina en el intervalo en que Tauro y Orión comienzan a verse nuevamente en el cielo nocturno. Después de algunos días, se da la segunda escarda al rededor del sol calendárico del trece de agosto (Fig. 2). El inicio de la cosecha se da quince días después de que ocurre el paso por el meridiano, al medio día, de la Cruz del Sur que se da entre el quince de octubre y 30 de noviembre.

Quince días después de iniciado el desgrane Orión se observa durante la noche, culminado hacia del 15 de diciembre. El desgrane termina hacia la fecha del Solsticio, cuando también se inicia el barbecho.

También presentamos la comparación de los ciclos agrícolas de dos regiones del Estado de México, una de Santa Juana y Minas y la otra de San Juan Jalpa. Damos las referencias de quienes indicaron los intervalos de tiempo para las diferentes etapas de la secuencia agrícola. Cabe señalar que parte de la información de las comunidades de Santa Juana y Mina fueron tomados del *blog* (García, 2014) en mayo del 2018, y comunicación personal de (Francisco, 2018).

Ref 1: Marcelina Cruz Cruz y Amelia Francisco Cruz (mayo, 2018) de San Juan Jalpa, San Felipe del Progreso del Estado de México

Ref. 2: Joaquin Sánchez Medina, del pueblo Santa Juana, Estado de México (García, 2014)



Ref. 3: María Concepción Galván del pueblo de Santa Juana, Estado de México (García, 2014)

Ref. 4: Felipe García Díaz de Mina Estado de México (García, 2014)

Determinación de orientaciones a través del tiempo

En la mayoría de los trabajos consultados se menciona que las orientaciones se obtuvieron a través de mediciones con brújula, indicándose que dichos ángulos contienen implícitamente la declinación magnética de la época, situación que tomaremos en cuenta en este experimento numérico, con el fin de dilucidar cuales son las orientaciones geográficas de los monumentos, plataformas y edificios en Naranjo.

Williamson (1885: 418-421, pie de página) determinó la orientación del cuadrángulo situado al extremo sur del sitio (Pelikan), señalando que sus muros poseen una orientación similar a Naranjo.

...This plain, partly inclosed as stated, is in the form of parallelogram, with its long sides running north and south or nearly so...

y en su pie de página

...The variation from a due north and south line, according to my compass, was about 5° to the West, and this variation seems to be uniform in all the mounds and lines of stones herein mentioned...

Se tiene que hacer notar que ahora se sabe que Pelikan es un sitio Clásico Tardío con plaza hundida y no tiene mayor relación con el original asentamiento que se estudia.

Sin embargo el que se haya preservado la orientación de Naranjo en esta estructura es indicativo de su importancia cultural, a través de los siglos, para normar los ciclos anuales.

Seis décadas más tarde, en 1943, Shook hizo un gran recorrido en la búsqueda de los antiguos asentamientos de Guatemala, particularmente los cercanos a Kaminaljuyú. En Naranjo inspeccionó la región y determinó la orientación de las filas de estelas lisas, y escribió en su famoso diagrama de la región central de Naranjo, la dirección “N 14° E” (Fig. 4), anotación que también puede leerse como: *acimut 14° al Este del Norte*.

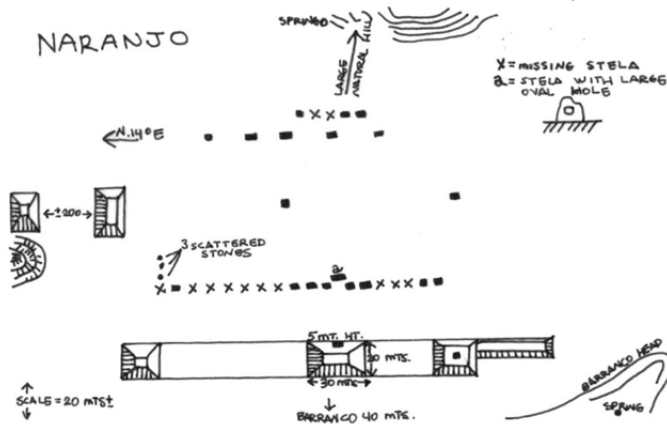


Fig. 4 Diagrama de Naranjo (Shook, 1943) que muestra la distribución de los edificios de Naranjo, incluyendo el Cerro del Este y el emblemático monumento liso con un hoyo inciso. Del conjunto de monumento edificios se induce la idea de que se constituían como un sistema cronográfico cuyos juegos de luz y sombra se repetían en ciclos anuales, incluso en períodos mas grandes relacionados con la Fase de Luna Llena.

De los recientes trabajos de Arroyo (2005, 2009), particularmente lo publicado por Karen Pereira et al. (2006) y Arroyo (2010, 2013), sobre los monumentos lisos y en general del urbanismo de Naranjo, Guatemala, obtuvimos digitalmente uno de los planos elaborados con estación total y brújula, donde se muestran las ubicaciones de los monumentos (Fig. 1, 5 y 6) mostrando sus arreglos lineales, de los cuales se reprodujo su condición de paralelismo ya determinado en los trabajos de campo.

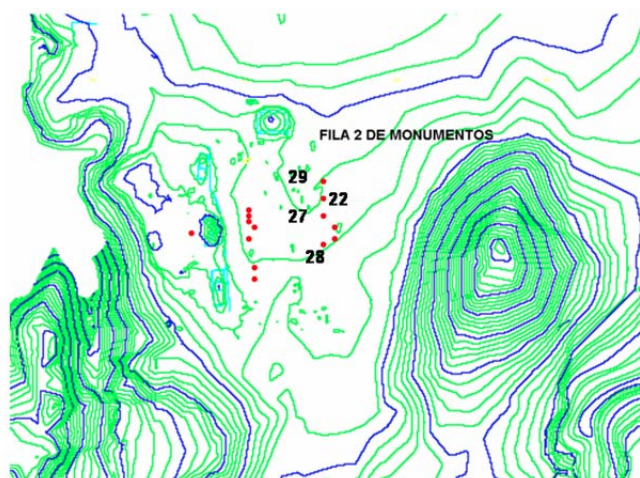


Fig. 5 Mapa de Naranjo que muestra la disposición de los elementos de la cultura material de Naranjo, incluyendo el Cerro del Este, con el que se ilustra el juego de líneas paralelas conformadas por monumentos lisos. Se muestra además la ubicación del monumento 17, en el arranque poniente del Montículo 1.

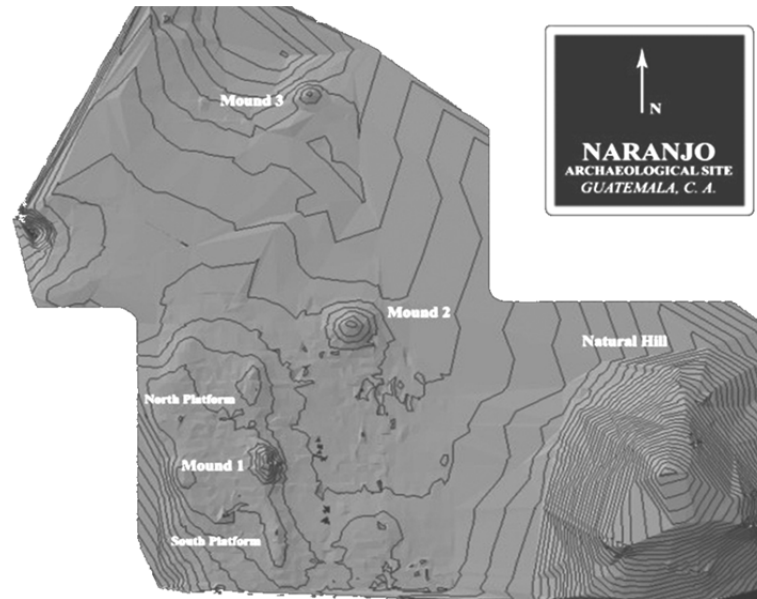


Fig. 6. Mapa de una vista general de Naranjo que muestra la nomenclatura y la disposición de los montículos, cerros y colinas de Naranjo (Morales et. al. 2007).

Para ello calculamos los ángulos acimutales entre pares de estelas, a partir de sus coordenadas cartesianas en ese plano. Dado que sólo nos interesa el valor de los ángulos nos fue suficiente considerar sólo las coordenadas locales en pixeles en el plano digital (Tabla 3). Numeramos los puntos correspondientes a cada monumento en las filas de norte a sur. La distribución de puntos en la Fila 1 es 1-1, 1-2, 1-3, 1-4 y 1-5 que corresponden a los monumentos (9, 8, 7, 1, 2) respectivamente; y en la Fila 2 es 2-1, 2-2, 2-3 y 2-4 que corresponden a los monumentos (29, 22, 27, 28) respectivamente.

Elegimos el tercer punto en ambas filas, para la Fila 1, la mas cercana a las Plataformas Norte y Sur de los diagramas de Bárbara Arroyo, tomamos el punto 1-3 a partir del cual determinamos las distancias entre pares de puntos y determinar los ángulos relativos entre los puntos 1-1, 1-2 y 1-5, que resultan ser 0° , 0° y 180° respectivamente. Para la segunda fila calculamos los ángulos entre los puntos 2-1, 2-2, y 2-4 relativos al punto 2-3 los cuales también arrojan los mismos valores acimutales 0° , 0° y 180° respectivamente. Estos resultados numéricos indican que ambas líneas son paralelas y en la dirección magnética *norte sur* del plano digital.

Ahora nos abocaremos a comparar las mediciones reportadas desde el siglo XIX hasta nuestros días. Inicialmente se hace necesario convertir todas las mediciones magnéticas a orientaciones referidas al norte geográfico (norte verdadero).

Para este propósito hemos determinado las variaciones de la declinación magnética en Naranjo, Guatemala durante el Preclásico a partir de los modelos del campo magnético terrestre de “International Geomagnetic References, 2010”. Hemos elegido las variaciones de la declinación magnética entre los años 1880 a 2020 (Tabla 4), intervalo que contiene todas las temporadas de exploraciones en esta zona de Guatemala.



Tabla 4. Declinación magnética en la región de Naranjo

Año	$\delta m(^{\circ})$	
1880	6,5	
1885	6,3	Williamson
1890	6,2	
1895	6,1	
1900	6,3	
1905	6,4	
1910	6,7	
1915	6,9	
1920	7,2	
1925	7,3	
1930	7,5	
1935	7,7	
1940	7,8	
1945	7,9	Shook
1950	7,6	
1955	7,4	
1960	7,1	
1965	6,6	
1970	6,1	
1975	5,6	
1980	5,2	
1985	4,7	
1990	4,2	
1995	3,7	
2000	3,2	
2005	2,7	Arroyo
2010	2,1	
2015	1,5	
2020	0,9	

Regresemos a las mediciones de Williamson, si tomamos en cuenta la anotación relacionada con la dirección 0° de su brújula, que señalaba aproximadamente 5° al Oeste de las orientaciones de las filas de monumentos y edificios, entonces las orientaciones referidas al norte geográfico se obtendrán al sumar, a esta orientación, el valor de la declinación magnética, lo cual implica que la orientación geográfica de los elementos arqueológicos de Naranjo, en los conceptos de Williamson, deberá ser de 13.7° aproximadamente; ahora bien, si comparamos este acimut geográfico con el indicado en el diagrama de Shook (fig 4), vemos que corresponde *grosso modo* al acimut de los monumentos y de los edificios de Naranjo en 14° del norte geográfico.



Ahora bien, del primer plano de Naranjo publicado digitalmente por Arroyo (FAMSI, 2005) determinamos su orientación utilizando coordenadas cartesianas de tres puntos arbitrarios entre el conjunto Plataforma Sur y Montículo 1 (Fig. 6, nomenclatura en Morales et. al. 2007: 1039), después de efectuar los cálculos el resultado muestra que poseen aproximadamente el mismo acimut geográfico de 14° . Debemos señalar que los autores indican que la *Plataforma sur es paralela a la fila 1*, con el mismo acimut geográfico, lo cual se corrobora con estas mediciones digitales.

Por todo ello, con el experimento numérico presentado aquí, encontramos que la mayoría de los elementos urbanos de Naranjo satisfacen las declinaciones magnéticas correspondientes a los planos publicados sobre el Rescate de Naranjo con la dirección 14° al Este del Norte.

Monumento 1 y 17

Aunque separado dos metros de la Fila 1, el monumento 1 ha sido considerado como parte de este arreglo de monumentos lisos; el mismo está inclinado 30° y su canto orientado con la dirección acimutal de 22° (Tabla 5.1 de Arroyo, 2013, pp.59). De acuerdo a la declinación magnética 2.7° para el año 2005, el canto tendrá la orientación geográfica 24.7° y su dirección de la perpendicular al lado Oeste tendrá un acimut geográfico de 294.7° , y desde luego dirigido a una altura 30° .

En el caso del monumento 17, ha sido ubicado prácticamente en el arranque del lado Oeste del montículo 1 a una distancia de 22m y acimut geográfico de 96.2° . En esa dirección la cima del montículo despliega 8m de altura, que implica una elevación angular de 20° aproximadamente. Este monumento 17 es el que incluyó a los otros tres monumentos en la Fila 4 (no analizada aquí). Es posible que sólo fueran dos monumentos y uno de ellos se encontró fraccionado en dos. Es difícil decirlo por la premura en que se sacaron y documentaron por ser un proyecto de rescate.

Sucesos solares o lunares implícitos en la orientaciones de Naranjo

Entre los aspectos más importantes en la búsqueda de fundamentos astronómicos mesoamericanos, se encuentra la identificación de sucesos solares o lunares que puedan caracterizar algún signo de ritualidad conocido, o bien a la orientación de alguna estructura, considerándolos como parte de los conceptos astronómicos creados por los grupos humanos locales y adaptados a sus necesidades culturales.

Para acercarnos a esos fundamentos se hace necesario la aplicación de métodos de cálculo astronómicos para determinar los sucesos que fueron de interés en Naranjo. En este caso, requerimos conocer la posición del Sol o de la Luna en el horizonte del observador dada la orientación de algún edificio o lugar de observación, para conocer la fecha en la que ocurre el suceso de interés.

Debemos aplicar las ecuaciones de transformación de las coordenadas horizontales acimut y altura (A,a) para determinar las coordenadas ángulo horario y declinación (h, δ) relacionado a la posición de algún objeto en la bóveda celeste, observado desde el punto geográfico de latitud ϕ a un ángulo horario h.



Sistema de ecuaciones de transformación:

$$\cos a \cos A = -\cos \varphi \sin \delta + \sin \varphi \cos \delta \cos h$$

$$\cos a \sin A = \cos \delta \sin h$$

$$\sin a = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos h$$

Como ya hemos evaluado los valores angulares del acimut y la altura, en el horizonte natural o el cultural dado por algún edificio, ya es posible calcular el valor de la declinación δ del Sol o de la Luna, y con ello determinar la fecha del suceso astronómico en la dirección del lugar de observación. Hemos escogido la caracterización del Montículo 1, los monumentos 1 y 17, y el Cerro del Este mostrados en la Tabla 3, para analizar que sucesos solares, lunares o de conjuntos de estrellas, están indicados por las orientaciones.

Desde el Montículo 1 y el Monumento 1 (Tabla 5-a) se observa la cima del Cerro del Este, desde ellos despliegan acimut y altura de (108°, 8°) y (107°, 7°) respectivamente, resultando las declinaciones -15.4° y -14.5°, los cuales corresponden a la posición del sol hacia el día 12 de febrero que corresponde al inicio del año el 2 de febrero de la calendárica mesoamericana, de modo similar a lo observado en Teotihuacan y muchos lugares mesoamericanos como en el asentamiento del volcán Nevado de Toluca (Montero, 2011), en el Cerro Tlaloc (Arribalzaga, 2009-2010), o en el marcador astronómico en Tuitán, Durango (Flores, 2008, 2016). Estas coordenadas nos da indicios de una aproximación a la fecha del paso cenital en Izapa y Copán (Malmström, 1978 a y b), fecha que asociada a diferentes sitios mesoamericano y ahora surge en Naranjo, hallazgo que se reviste de gran importancia dada por su temporalidad ubicada en el Preclásico.

Tabla 5 (a, b y c) Acimut, altura y declinación asociados a monumentos

a- hacia el Cerro del Este			
Objeto	A(°)	a(°)	δ(°)
Monumento 1	108	8	-15.4
Monticulo 1 (centro)	107	7	-14.5
b- hacia Montículo 1			
Monumento 1	280	8	11.5
Monumento 17	96	-0.7	20
c- Monumento 1			
Monumento 1	295	45	27,7
Monumento 1	295	30	28,5
Monumento 1	295	15	27,1



En la Tabla 5-b se muestra la relación visual entre el Monumento 17 y la cima del Montículo 1, el cual indica que el monumento está dirigido hacia donde surge el ecuador celeste, suceso que se observa desde muchos edificios de Mesoamérica (Flores, 2013), incluyendo el Área Maya.

Finalmente en la Tabla 5-c se presenta el suceso astronómico asociado con el Monumento 1 en su orientación de 295° , como está inclinado hacia el Este, la altura asociada al acimut del monumento es 30° . El suceso astronómico corresponde a una declinación de 29° aproximadamente (todos los cálculos se efectuaron en los sistemas de cómputo del Instituto de Astronomía, las efemérides del Sol y de la Luna se efectuaron a partir de las efemérides para los planetas, el Sol y Luna, y de DE431/LE431 del JPL Planetary and Lunar Ephemeris (los cálculos se efectuaron en los sistemas de cómputo del Instituto de Astronomía). Dadas las condiciones del movimiento de precesión del eje de rotación de la Tierra y del movimiento del sol a lo largo de la eclíptica, podemos calcular que su declinación es de casi 24° para el Preclásico.

Dada esta situación y constatar que, en este caso particular, el Monumento 1 no se relaciona con algún suceso solar, queda la posibilidad de que sea un suceso lunar. Así, cuando la luz proveniente de Luna incide perpendicularmente al monumento desde el lado poniente (Fig. 7), considerando el suceso de Luna Llena en esa dirección, se debe imaginar que hacia las cuatro de la mañana la luz de la luna hace que el monumento proyecte una sombra que enmarcaría a la luz de la Luna que pasa a través del hueco inciso.

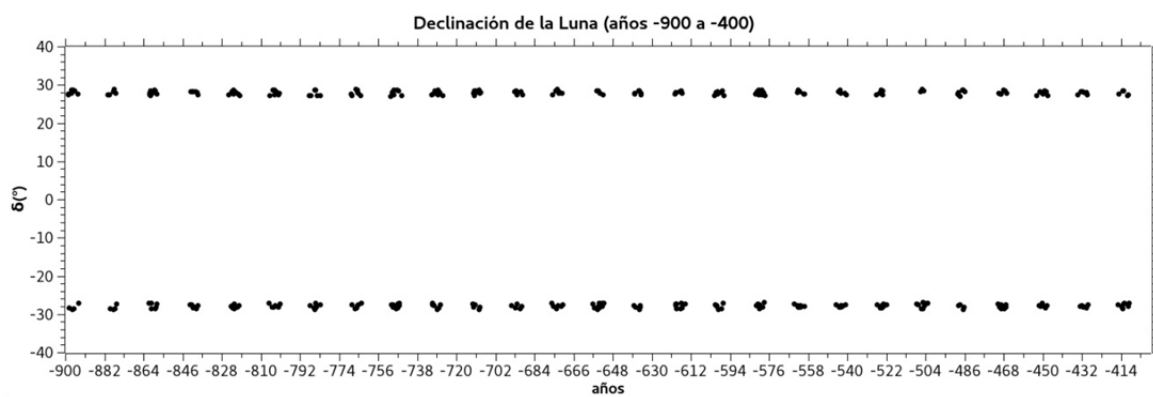


Fig. 7. Movimiento aparente de la Luna. Se muestran las posiciones extremas de la Luna al sur y norte de la bóveda celeste, que podemos llamar lunisticios al sur y norte, por su breve estadía en dichos extremos lunares (algunos estudiosos les llaman paradas mayores o menores). El intervalo de tiempo elegido es entre los años -900 a -400 (notación astronómica). Este conjunto de datos es el resultado de haber elegido, entre la gran cantidad de fechas en que se ocurrieron las lunas llenas en este intervalo de tiempo, solo aquellos plenilunios ocurridos en la vecindad de las declinaciones -24° y 24° . Un concepto extremadamente importante es que ello se da en sub intervalos de dieciocho años, el llamado ciclo de eclipses, pero que en la realidad es un ciclo de la luna (Saros de la Luna) en la que se repite una fase lunar en el mismo fondo de estrellas de la bóveda celeste.

Este hecho, aparentemente de poca importancia, nos conduce a fundamentos astronómicos de gran relevancia implícita en los ciclos de la Luna, relativos a sus posiciones aparentes en la bóveda celeste. Se muestran las posiciones extremas de la Luna al sur y norte de la bóveda celeste que es posible nombrar lunisticios, al sur y norte, por su breve estadía en dichos extremos lunares (algunos



estudiosos les llaman paradas mayores o menores). El intervalo de tiempo elegido es entre los años -900 a -400 (notación astronómica). Este conjunto de datos es el resultado de haber elegido, entre la gran cantidad de fechas en que se ocurrieron lunas llenas en este intervalo de tiempo, habiéndose elegido solo aquellos plenilunios ocurridos en la vecindad de las declinaciones -24° y 24° . Algo extremadamente importante es la obtención de intervalos con duraciones de dieciocho años que es llamado *ciclo de eclipses*, pero que en la realidad debemos verlo como un ciclo de la luna o *Saros de la Luna*, en la que se repite una fase lunar en el mismo fondo de estrellas en la bóveda celeste. Si dado un segmento elegido, ocurriese un eclipse, este se repetirá después de transcurrido este intervalo *Saros de la Luna*.

Otro aspecto interesante que nos hace incluir aquí sucesos de conjuntos de estrellas e indirectamente con la experiencia en la comunidad de Yalmuz, es el echo de que en la dirección del cerro del Este, visto desde la Plataforma Sur, surgía la constelación de Orión. Este suceso también se observaba, aunque más tardíamente, en muchos sitios mesoamericanos, como en la Gran Tenochtitlán (Flores, 2016), Teotihuacan, Monte Albán, Chichen Itzá, Tikal, Casas Grandes en Chihuahua, etcétera. En este sentido debemos destacar lo representado en la ciudad maya de Chacchoben en Quintana Roo, en un altar bajo la pirámide, de cuatro escalinatas, orientado hacia el Este (Romero et. al., 2002). En este elemento de la cultura material maya se aprecia una pintura mural abstracta que muestra cinco glifos mariposa-tortuga, y un conjunto de 313 sartaes. De acuerdo con la interpretación de los autores se representan las conjunciones de Venus con la constelación de Orión cada ocho años, además de indicar los intervalos de tiempo en los que Orión permanece invisible durante cincuenta y dos días alrededor de su conjunción con el Sol.

Elementos de cultura material indicadores de Voladores en Naranjo

Se ha comentado brevemente los modos de contar el transcurso de intervalos de cincuenta y dos años, en cuyos completamientos se efectuaban las celebraciones de Fuego Nuevo. En Teotihuacan, aunque no se han documentado de modo completo esas celebraciones, se tienen ejemplos indirectos de representaciones de llamas o fuego en pintura mural y monumentos esculpidos, además de un gran incensario (Batres, 1905) localizado en el edificio adosado a la Pirámide del Sol (Flores, 2016), que muestra cuerdas anudadas a manera de ataduras.

En las recientes exploraciones en Naranjo (Arroyo, 2010) se tuvo el gran hallazgo de una base o perforación (Fig. 8) de la que se ha considerado que se asentaba un *Palo volador*, al oeste del Monumento 17, se encontró una estructura de material perecedero que rodeaba un círculo de barro quemado que pudo haber sido la base de un palo volador.

Si bien, es posible que no se llegue a conocer con certeza el origen del ritual del Volador, es evidente de que tratamos con ciertos aspectos de la cultura inmaterial distribuida en toda Mesoamérica (Urcid, 2010, Jáuregui, 2004, Expediente Técnico UNESCO, 2008, Trejo, 2012, López, 2015). Se ha documentado la existencia de ritos de voladores en Nayarit, Hidalgo, Veracruz, Puebla, desde luego en Guatemala y El Salvador, etcétera. Además de aspectos arqueológicos como las maquetas en



Nayarit (Yale Arte Gallery, 2018, Ceremonial Village Scene with a Flying Figure 100 B.C.–A.D. 250, Ceramic with pigment).



Fig. 8. Palo Volador en Naranjo (Arroyo, 2010), recientemente se tuvo el gran hallazgo de una perforación a manera de la base que asentaba un Palo volador, al oeste del Monumento 17. Se encontró material perecedero rodeando al círculo de barro quemado.

Así, la propuesta de que el ritual de volador proviene de entre los años 600 a.C a 200 d.C. (Stresser-Péan, 2005), con este hallazgo del palo volador nos hace ver que proviene de épocas más tempranas, que puede asociarse al control del calendario en Naranjo, documentándolo como un centro de celebraciones calendáricas. Ello se reviste de gran importancia en función de los sistemas cronométricos, analizados aquí, y la posible existencia de *Voladores de Naranjo*.

Conclusiones

Por todo ello, los resultados astronómicos aquí presentados confirman la propuesta de Arroyo sobre el sitio como un lugar de peregrinajes donde los monumentos lisos jugaron un papel importante para conmemorar los sucesos especiales de los grupos humanos. Los astros como el sol y la luna debieron de ser claves de estos eventos calendáricos y la propuesta presentada aquí, complementa los datos arqueológicos, fortaleciendo las interpretaciones sobre el papel e importancia que poseían los monumentos lisos en Naranjo durante el periodo Preclásico.



Además varios aspectos debemos considerar de la astronomía de Naranjo, pensados como la intencionalidad de observar eventos astronómicos y quizá aplicarlos a la actividad cotidiana de los ciclos agrícolas, la calendárica y la ritualidad de esta región maya. Hemos documentado los aspectos del control de la cuenta de trescientos sesenta días, la cuenta de los uayeb y el referente calendárico asociado al 2 de febrero y 13 de agosto, además de la función del Monumento 1 para el registro del ciclo Saros de la Luna. También a sido posible discernir la determinación de la ubicación del ecuador celeste en el pasado de Naranjo, así como la consecuente observación de la Constelación de Orión ubicado, en ese entonces, al sur del ecuador.

Agradecimientos

Este trabajo se llevó a cabo con el apoyo del Instituto de Astronomía y al Proyecto 1N 401717 “El culto al agua en la consolidación de las sociedades indígenas americanas” del Instituto de Investigaciones Estéticas, ambos de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Se agradece a Beatriz Juárez Santamaría de la biblioteca del Instituto de Astronomía por los esfuerzos realizados en la búsqueda bibliográfica de algunas de las publicaciones de difícil acceso.



Referencias

Aguilar Montalvo, Enrique (2011). Teotihuacan, estudio de la geografía, arquitectura y el calendario agrícola. Pueblos de América.

Arribalzaga, Víctor, Informe Técnico Proyecto Cerro Tlálloc (2009-2010). México. Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Arroyo Bárbara (2007). Proyecto de rescate en Naranjo: nuevos datos de la Guatemala del preclásico. FAMSI.

_____ (2006). Proyecto de rescate Naranjo: nuevos datos del preclásico en el Valle de Guatemala. XX Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala. Editores J. P. Laporte, B. Arroyo y H. Mejía, pp. 1081-1100. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala (Versión digital).

_____ (2010). Entre cerros, cafetales y urbanismo en el Valle de Guatemala, Academia de Geografía e Historia de Guatemala, Publicación Especial Número 47.

Batres, Leopoldo, Teotihuacán (1906). Memorias, Imprenta de Fidencio S. Soria, México, D.F.

Bonfiglioli Carlo, Arturo Gutiérrez, Marie-Areti Hers, María Eugenia Olavarría (2008). Las vías del noroeste II: propuesta para una perspectiva sistémica e interdisciplinaria. Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.

Borunda, Joseph Ignacio (1798). Clave General de Jeroglíficos Mexicanos, París.

Broda Johanna, Stanislaw Iwaniszewski y Lucrecia Maupomé, Eds. (1991). Arqueoastronomía y etnoastronomía en Mesoamérica. Universidad Nacional Autónoma de México.

Cortés de Brasdefer Fernando (1987a). La astronomía como principio de urbanismo en Mesoamérica: el caso de Kohunlich, vol. 9, No. 3, pp. 65-67, Mexican.

_____ (1998b). Kohunlich, ciudad del sol. Instituto de Seguridad Social de los Trabajadores. Editora Norte- sur, Chetumal, Quintana Roo, México.

Cruz Sánchez Martín, julio 2018. Comunicación personal: Sistema de sembradío de temporal en las comunidades totonacas del estado de Veracruz.

Dow, J., (1967). Astronomical Orientations at Teotihuacan: A case study in astro-archaology. American Antiquity, No. 32, pp. 326-334.

Duran, Diego, (1984). Historia de las Indias de la Nueva España, Editorial Porrúa, México, D.F..

Fernández de Echeverría y Veytia (1907). Los calendarios mexicanos, México. Edición del Museo Nacional de México.



Flores Gutiérrez José Daniel y Wallrath Boller Mathew (2002). Teotihuacan: ciudad orientada mediante observación de estrellas circumpolares. Editor María Elena Ruíz Gallut, Ideología y política a través de materiales, imágenes y símbolos, pp. 248. México. Universidad Nacional Autónoma de México.

Flores Gutiérrez J. Daniel, Marie-Areti Hers y Antonio Porcayo (2008). Sobre el trópico en un mar de lava: Análisis astronómico, arqueológico e iconográfico en el septentrión mesoamericano en Bonfiglioli Carlo, Arturo Gutiérrez, Marie-Areti Hers, María Eugenia Olavarría, Las vías del noroeste II: propuesta para una perspectiva sistémica e interdisciplinaria, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.

Flores Gutiérrez José Daniel, 2013. Revista Digital Universitaria 1 de junio de 2013 vol.14, No.6. ISSN: 1607 - 6079 | Publicación mensual, Universidad Nacional Autónoma de México.

Flores Gutiérrez J. Daniel, 2016. Conceptos astronómicos asociados a Tláloc en Alrededor de la lluvia: imágenes pasadas y presentes en América. Ed. María Elena Ruíz Gallut. San Salvador, El Salvador, MUNA.

García Sánchez Juan Manuel, 2014. Blog <http://cicloagricolamaiz.blogspot.com/p/bibliografia.html>. Mayo, 2018.

International Geomagnetic References (2010), International Association of Geomagnetism and Aeronomy (IAGA), mediante *The 12 th Generation International Geomagnetic Reference Field, April, 2010*

Jáuregui Jesús (2011). Una comparación estructural del ritual del Volador. Conferencia Magistral XXIII Feria del Libro de Antropología e Historia, Museo Nacional de Antropología, México D.F., 28 de septiembre a 2 de octubre.

León y Gama Antonio (1792). Descripción histórica y cronológica de las dos piedras. México. Imprenta de Don Felipe de Zúñiga.

López de Llano Héctor (2015). Los voladores de Papantla. Una mirada desde la musicología. Coordinación de Estudios de Posgrado, Universidad Nacional Autónoma de México.

Malmström Vincent Herschel (1978a). A Reconstruction of the Chronology of Mesoamerican Calendarical System. Journal for History of Astronomy, vol. 9, pp. 105-116, London.

_____ (1997b). Cycles of the sun, mysteries of the moon: the calendar in Mesoamerican civilization. Universidad de Texas

Millon Rene (1964). The Teotihuacan Mapping Project, en American Antiquity, Salt Lake City, Society for American Archaeology: XXIX (3), pp. 345-352.



Montero García, Arturo (2011). “Montañas y astros”: una conjunción trascendente, en *Legado Astronómico*. Editores: J. Daniel Flores Gutiérrez, Margarita Rosado Solís y José Franco. Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México.

Morante López, Rubén (1996). *Evidencias del conocimiento astronómico en Teotihuacan*. Tesis de doctorado, Facultad de Filosofía y Letras. México. Universidad Nacional Autónoma de México.

Morales Aguilar Carlos, Bárbara Arroyo y Karen Pereira (2006). El sitio Naranjo, Departamento de Guatemala y su distribución espacial, XX Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2006. Editores J. P. Laporte, B. Arroyo y H. Mejía, pp. 1081-1100. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala (Versión digital), 2007.

Navarrete Cáceres Carlos Alberto, junio 2018. Comunicación personal: La constelación de Orión en la tradición oral Tojolabal.

Romero María Eugenia, Daniel Flores y Jesús Mora Echeverría (2001). *De cuentas y avatares: un calendario de Venus en Chacchoben, Quintana Roo*. La pintura mural prehispánica en México, II. Área maya. Tomos IV, Estudios. Editor: Beatriz de la Fuente y Leticia Staines Cicero. México. Universidad Nacional Autónoma de México.

Sarabia Gómez, Alejandro. *Proyecto Pirámide del Sol, 2009-2010*, México. Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Shook, E. M., (1952). Lugares arqueológicos del altiplano central de Guatemala. *Antropología e Historia de Guatemala*, vol. IV, No. 2.

Sprajc, Ivan (2001). *Orientaciones astronómicas en la arquitectura prehispánica del centro de México*. Colección Científica. Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Stresser-Péan Guy (2005). El volador. Datos históricos y simbolismo de la danza. *Arqueología Mexicana* Vol. XIII, núm. T6, pp. 20-27.

Tedlock, Bárbara (1991). La dialéctica de la agronomía y astronomía de los Maya-Quichés, pp: 179-192 en Broda, Iwaniszewski y Maupome, 1991.

Trejo González Jesús (2012). *Los que siguen volando*. La danza de los voladores entre los totonacos de Papantla. Tesis, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa.

Urcid, Javier (2006). Antigüedad y distribución de la danza de los Voladores. Águilas que descienden, corazones que ascienden. *Arqueología Mexicana*, Vol. XIV, núm. 81, pp. 70-74.

UNESCO, Expediente Técnico 2008: Ceremonia Ritual de Voladores, Estados Unidos Mexicanos.

Villa Corta, Carlos A. (1927). Vestigios de un edificio arcaico, Miraflores, Kaminaljuyu, en *Anales de la Sociedad de Geografía e Historia de Guatemala* 4:51-64, Guatemala.



Williamson, Hon. Geo. (1885), *Antiquities In Guatemala, Ethnology*, (Hon. Geo. Williamson, United States Minister to Central America), en *Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institutions*, 1877.

año	mes	día	declinación		mes	día	declinación	
			°	'			°	'
2014	feb	7	-15	19	oct	30	-13	46
2014	feb	8	-15	0	oct	31	-14	5
2014	feb	9	-14	41	nov	1	-14	25
2014	feb	10	-14	22	nov	2	-14	44
2014	feb	11	-14	2	nov	3	-15	3
2014	feb	12	-13	42	nov	3	-15	22
año	mes	día	declinación		mes	día	declinación	
			°	'			°	'
-400	feb	13	-15	19	nov	1	-13	18
-400	feb	14	-14	51	nov	2	-13	39
-400	feb	15	-14	31	nov	3	-13	59
-400	feb	16	-14	12	nov	4	-14	19
-400	feb	17	-13	52	nov	5	-14	39
-400	feb	18	-13	32	nov	6	-14	58
-400	may	2	13	50	ago	17	15	16
-400	may	3	14	9	ago	18	14	57
-400	may	4	14	28	ago	19	14	38
-400	may	5	14	47	ago	20	14	19
-400	may	6	15	5	ago	21	14	0
-400	may	7	15	23	ago	22	13	40



-900 8 de mayo cenital

año	mes	día	declinación		mes	día	declinación	
			°	'			°	'
2018	feb	7	-15	18	oct	30	-13	46
2018	feb	8	-15	00	oct	31	-14	6
2018	feb	9	-14	41	nov	1	-14	25
2018	feb	10	-14	21	nov	2	-14	44
2018	feb	11	-14	2	nov	3	-15	3
2018	feb	12	-13	42	nov	4	-15	21
2018	abr	27	13	50	ago	10	15	33
2018	abr	28	14	8	ago	11	15	16
2018	abr	29	14	27	ago	12	14	58
2018	abr	30	14	46	ago	13	14	40
2018	may	1	15	4	ago	15	14	3
2018	may	2	15	22	ago	16	13	44

sol en el solsticio de junio-julio (Verano)

-900 jul 1 23° 44.4'

-800 jun 29 23° 43.9'

-700 jun 29 23° 43.7'

Agradecimientos Beatriz Juárez Santamaría