

Alineamientos astronómicos en el sitio arqueológico Cerro de la Estrella, D.F.

Ivan Šprajc*

RESUMEN: *El artículo explora el significado que tiene la orientación de la pirámide posclásica en el Cerro de la Estrella, y de los alineamientos hacia algunos picos prominentes en el horizonte local. Se argumenta que los alineamientos, marcando salidas y puestas de sol en las fechas separadas por intervalos calendáricamente significativos, facilitaban la programación de las labores agrícolas y rituales asociados en el ciclo anual.*

ABSTRACT: *The article explores the significance of the orientation of the Postclassical pyramid at Cerro de la Estrella, as well as of the alignments to some prominent peaks on the local horizon. Since various sunrise and sunset dates corresponding to the alignments are separated by calendrically significant intervals, it is argued they allowed the scheduling of agricultural and associated ritual activities in the yearly cycle*

Investigaciones arqueoastronómicas realizadas de manera sistemática durante las últimas décadas, han revelado que las orientaciones arquitectónicas en Mesoamérica manifiestan una distribución claramente no-aleatoria y que los edificios cívico-ceremoniales fueron orientados predominantemente con base en consideraciones astronómicas, ante todo hacia las posiciones del sol en el horizonte, en ciertas fechas del año trópico. [Aveni, 1975, 1980, 1991; Aveni y Gibbs, 1976; Aveni y Hartung, 1986; Tichy, 1991; Šprajc 1997] Mientras que los alineamientos hacia las salidas y puestas de sol en los solsticios y equinoccios han sido encontrados en diversos sitios arqueológicos, los grupos de orientaciones más frecuentes corresponden a otras fechas cuyo significado es menos obvio. De acuerdo con varias hipótesis propuestas hasta el momento, las fechas solares registradas por las orientaciones pueden interpretarse en términos de su relevancia en el ciclo agrícola y en los cálculos relacionados con el sistema calendárico. Se ha sugerido, por ejemplo, que las fechas señaladas por los alineamientos están separadas por intervalos calendáricamente significativos. El modelo más elaborado de este tipo ha sido propuesto por Tichy [1991], quien argumenta que estos intervalos son múltiplos de 13 y de 20 días y, por

* INAH/Dirección de Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas.

otra parte, sugiere que las orientaciones están distribuidas de acuerdo a un sistema geométrico basado en la unidad de medida angular de 4.5° . Algunos investigadores reconstruyeron posibles calendarios de horizonte para sitios particulares, asumiendo que los picos prominentes del horizonte local servían como marcadores naturales de las salidas y puestas del sol en las fechas relevantes. [E.g. Ponce de León, 1982; Aveni, *et al.* 1988; Tichy, 1991:59 y s.; Broda, 1993:258s.; Iwaniszewski, 1994; Galindo, 1994:129 y s.; Morante, 1993, 1996]

Con el motivo de verificar tales hipótesis, emprendí mediciones precisas de los alineamientos en 37 sitios arqueológicos del Preclásico, Clásico y Posclásico en el centro de México. No sólo medí las orientaciones de las estructuras cívico-ceremoniales sino también los alineamientos hacia los cerros prominentes en el horizonte local, situados dentro del ángulo de desplazamiento anual del sol. Los análisis de los datos obtenidos muestran que las fechas de salidas y puestas del sol registradas tanto por las orientaciones arquitectónicas como por los montes prominentes del horizonte local, exhiben patrones consistentes, estando separadas por intervalos que son predominantemente múltiplos de 13 y de 20 días y, por tanto, son significativos en términos del sistema calendárico mesoamericano; además, las fechas más recurrentes, señaladas en un gran número de sitios, aparentemente marcaban momentos claves de un ciclo agrícola ritual. Las regularidades detectadas sugieren que las más importantes estructuras ceremoniales fueron construidas en lugares cuidadosamente seleccionados, con el motivo de emplear ciertos picos circundantes como marcadores naturales de calendarios de horizonte. Tanto las orientaciones incorporadas en la arquitectura monumental de un sitio particular —a veces dominando toda la traza urbana— como los rasgos prominentes del horizonte local, permitían el uso de un *calendario observacional* que, considerando que el año calendárico no mantenía una concordancia perpetua con el año trópico, era necesario para predecir importantes cambios estacionales y para programar de manera eficaz las actividades agrícolas correspondientes. Sin embargo, es evidente que esta función práctica de los calendarios observacionales estaba profundamente imbuida en el ritual e íntimamente relacionada con la organización social, la religión y la ideología (la argumentación detallada y las evidencias que la sostienen se presentan exhaustivamente en Šprajc. [Šprajc:2000a, 1999a, 1999b, 2000b, 2000c])

Los resultados de mi investigación en el México central concuerdan con algunas ideas generales expresadas anteriormente por otros autores, pero difieren en detalles importantes que conciernen a la estructura y el funcionamiento de los calendarios observacionales. Mientras que algunos de los modelos de Tichy [1991], por ejemplo, tienen bases reales —aunque sus hipótesis específicas no quedan corroboradas—, su esquema geométrico de orientaciones resulta ser difícilmente aceptable. [Šprajc, 2000a]

El Cerro de la Estrella, uno de los sitios arqueológicos incluidos en el estudio citado, ejemplifica la función observacional y calendárica de los alineamientos comunes en el centro de México a partir del periodo Preclásico. El sitio se ubica en la ciudad de México, en la parte alta del Cerro de la Estrella, en Iztapalapa (longitud: 99° 05' 23" W; latitud: 19° 20' 35" N; altura sobre el nivel del mar 2 450 m). Los vestigios arqueológicos son de distintos periodos [Blanton, 1972:164, figuras 44, 47 y 50; Sánchez Caero, 1992], pero los restos arquitectónicos datan del Posclásico Tardío. En la mera cumbre se localiza la pirámide del Fuego Nuevo, construida en tres etapas y orientada con su escalinata hacia el oeste. En la ladera inmediata hacia el poniente al pie de un peñasco, se encuentra una pequeña escalinata orientada hacia el poniente, contemporánea con la última fase de la pirámide. [Sánchez, 1992:27] Las dos estructuras formaban parte de un pequeño recinto cívico-ceremonial aislado, sin ocupación permanente (sitio Ix-A-74 de Blanton [1972:164s]).

ORIENTACIÓN DE LA PIRÁMIDE DEL FUEGO NUEVO

En el Cuadro I se presentan los datos que corresponden a la orientación de la pirámide del Fuego Nuevo en el Cerro de la Estrella. Los acimuts medios este-oeste y norte-sur (con márgenes de error estimados) aparecen en la segunda columna (A), en tanto que las alturas del horizonte correspondiente se encuentran en la tercera columna (*h*). Las declinaciones astronómicas calculadas para cada acimut y altura del horizonte, tomando en consideración los efectos de refracción atmosférica, aparecen en la cuarta columna (\bullet),¹ mientras que la quinta columna presenta las fechas en las que el sol tenía estas declinaciones.² En la última columna se señala la correspondencia de la orientación de la estructura hacia el este con la dirección hacia un cerro prominente del horizonte local.

¹ Los factores de refracción utilizados en estos cálculos [tomados de Hawkins [1968:52, Tabla 1] Thom [1971:28s, Tabla 3.1] Aveni [1991:148] fueron corregidos para la altitud sobre el nivel del mar, empleando la fórmula (7) de Hawkins [1968:53].

² Las fechas se dan en el calendario gregoriano (proléptico, *i. e.* reconstruido para el pasado antes de su instauración real), que representa la aproximación más cercana al año trópico. Debido a las variaciones precesionales en la oblicuidad de la elíptica, por una parte, y en la longitud heliocéntrica del perihelio de la órbita de la Tierra, por la otra (este último elemento determina la duración de las estaciones astronómicas), una misma declinación solar no necesariamente corresponde, en cualquier época, a exactamente la misma fecha del año trópico. Las fechas en el Cuadro I son válidas para el siglo XIV d. C. y fueron determinadas con base en las posiciones del sol dadas en las tablas de Tuckerman [1964]. El procedimiento se describe detalladamente en Šprajc. [1999a; 2000a]

CUADRO I. Datos sobre la orientación de la pirámide en el Cerro de la Estrella

Estructura	A	h	•	Fechas	Alineamiento hacia
Pirámide	101° 50' ± 15'	1° 43' ± 5'	-10 39' ± 20'	feb 21, oct 21 ± 1 ^d	volcán Guadalupe
	281° 50'	1° 26' ± 5'	11 33' ± 20'	abr 20, ago 22 ± 1 ^d	
	12° 20' ± 15'				
	± 15'				

La escalinata en la ladera inmediatamente al poniente de la pirámide del Fuego Nuevo, parece desviada aproximadamente 16° hacia el norte del oeste, pero esta orientación no se ha tomado en cuenta en los análisis, ya que las líneas que pueden medirse son cortas y sus acimutes muy divergentes, por lo que es demasiado grande el posible margen de error.

La orientación este-oeste de la pirámide fue determinada con base en las mediciones a lo largo de los taludes sur de sus varias etapas constructivas, paralelos entre sí y claramente alineados hacia la cumbre del volcán Guadalupe, conocido también como cerro Santa Catarina, al oriente, como observó Ponce de León [1982:26, 28, foto 5], usando para este monte el nombre Huitlaxochíotl. El acimut norte-sur citado en la Cuadro I, basado en las mediciones a lo largo de los escalones en el lado poniente de la pirámide, concuerda con el acimut de 282° 24' que, según Aveni (comunicación personal a Johanna Broda, abril de 1977) corresponde a la perpendicular a la base del edificio. La desviación de 10° 15' al sur del oriente, asignada al eje de esta estructura por Ponce de León [1982:26, 28], es un dato erróneo que no coincide con su propia aserción —comprobada fotográficamente [*ibid.*:29, foto 6]— de que el sol sale alineado con la pirámide el día 20 de febrero.

ALINEAMIENTOS HACIA

LAS PROMINENCIAS DEL HORIZONTE

Los acimutes (A), las alturas (h), las declinaciones (•) y las fechas de salida y puesta del sol, correspondientes a los picos prominentes ubicados dentro del ángulo de desplazamiento anual del sol por el horizonte se presentan en las Cuadro II y III, son válidas para una observación desde la pirámide del Fuego Nuevo.³

³ Las fechas en las últimas columnas de los Cuadros II y III son válidas para el siglo XIV d. C. (v. *Supra* nota 2).

CUADRO II. *Datos sobre el horizonte este del Cerro de la Estrella*

<i>Prominencia</i>	<i>A</i>	<i>h</i>	<i>•</i>	<i>Fechas</i>
Cerro Tlaloc	70° 09'	2° 12'	10° 54'	abr 18, ago 25
Cerro Telapón	85° 32'	2° 12'	4° 52'	abr 2, sep 10
Cerro Papayo	90° 32'	1° 29'	-4° 49'	mar 8, oct 2
Volcán Iztaccíhuatl	110° 58'	2° 55'	-18° 45'	ene 26, nov 25

CUADRO III. *Datos sobre el horizonte oeste del Cerro de la Estrella*

<i>Prominencia</i>	<i>A</i>	<i>h</i>	<i>•</i>	<i>Fechas</i>
Cerro San Miguel	251° 00'	2° 48'	-16° 58'	feb 1, nov 8
Cerro La Malinche	290° 13'		19° 31'	
		1° 40'		may 17, jul 26

La selección de los rasgos del horizonte considerados en los Cuadros II y III se basa en los criterios metodológicos empleados en mi estudio comparativo de los alineamientos. [Šprajc, 1999a; 2000a] Aunque es obvio que tanto los picos como los cortes y hendiduras, incluso poco prominentes, pudieron haber servido como marcadores de las posiciones del sol sobre el horizonte en las fechas relevantes [cf. Thom, 1971; Zeilik, 1985:S10, S14, S20, figuras 2 y 4; Morante, 1996:82], sólo he tomado en consideración las cumbres prominentes; aunque se han identificado numerosas estructuras orientadas hacia las cimas en el horizonte local, no se han observado alineamientos hacia otro tipo de rasgos del horizonte. Puesto que es posible argumentar que las orientaciones en la arquitectura cívica y ceremonial mesoamericana son predominantemente astronómicas [Šprajc, 1997; 2000n], las cúspides de las montañas hacia las que están alineados los edificios servían como marcadores exactos de los fenómenos a los que se referían las orientaciones, facilitando de este modo las observaciones. Por consiguiente, si los alineamientos arquitectónicos corresponden exclusivamente a las cumbres de las montañas, podemos asumir que también los demás marcadores astronómicos de horizonte eran del mismo tipo.

DISCUSIÓN

La orientación de la pirámide del Fuego Nuevo pertenece al grupo de alineamientos particularmente frecuentes en el centro de México durante el Posclásico (desvia-

ciones entre aproximadamente 10° y 13° al sur del oriente). Las orientaciones que registran las fechas cerca del 21 de febrero y 21 de octubre (salida del sol) y 20 de abril y 22 de agosto (puesta de sol) están incorporadas, por ejemplo, en el templo de Ehécatl de Tlatelolco, en la estructura principal del sitio denominado por Parsons [1971:98 y s., figura 14] Tx-A-20 y ubicado sobre el cerro Azteca (al noreste de Texcoco), en el templo piramidal de Los Reyes, las estructuras 1A y 2D de Teotenango, el edificio de San Marcos en Huexotla, la calzada de acceso de la estructura sobre el cerro Tláloc, y la etapa tardía del Palacio de Yautepec. [Šprajc, 2000a] Para el grupo de alineamientos que pertenecen a la llamada familia de 17° y que parecen ser los más comunes en el centro de México a partir del Clásico, se ha argumentado que estaban relacionados con el ciclo agrícola. [*Ibid.*; Iwaniszewski, 1991] Es probable que también los alineamientos del grupo al que pertenece la orientación de la pirámide en el Cerro de la Estrella tuvieran un significado comparable, considerando que las fechas señaladas no son muy distantes de las que corresponden a los alineamientos de la familia de 17°. Las fechas en febrero tal vez marcaban el fin de la temporada de heladas y el inicio de los trabajos preparativos en la milpa, mientras que las de abril anunciaban el comienzo de la época de lluvias y de la siembra del maíz, que en las tierras de temporal normalmente se realiza en mayo; las fechas en agosto podrían haber tenido alguna relación con los primeros elotes, y las de octubre con la época de la cosecha.

Sin embargo, aunque las series de fechas señaladas tanto por uno como por el otro grupo de alineamientos pueden interpretarse como significativas en términos del ciclo climático y agrícola anual, hay que recordar que los fenómenos cíclicos en la naturaleza y, por tanto, las actividades agrícolas no se asocian con precisión y continuamente con las mismas fechas del año. Por consiguiente, las fechas registradas por los alineamientos deben haber sido *canónicas*, establecidas con base en consideraciones calendáricas y numerológicas. [Šprajc, 2000a; 2000c:409 y s] Los distintos grupos de orientaciones más frecuentes parecen reflejar diferentes esquemas de calendarios observacionales que, aun cuando todos servían para permitir una programación eficaz de las actividades agrícolas y rituales asociados, e incluso se basaban en los mismos principios calendáricos, no todos incorporaban las mismas secuencias de fechas y de intervalos intermedios.⁴

Las orientaciones del grupo al que pertenece la orientación de la pirámide del Fuego Nuevo no reflejan un esquema de fechas e intervalos tan claro y uniforme como el que corresponde a los alineamientos de la familia de 17°. En algunos casos parece que eran importantes los intervalos de 120 (*e.g.* Estructura 2D de Teotenan-

⁴ Por el momento debe quedar irresuelta la cuestión acerca de si estas variaciones reflejan diferencias climáticas regionales o pueden relacionarse (lo que parece más probable) con diferentes tradiciones o distintas reglas impuestas por ciertas entidades políticas.

go, San Marcos de Huexotla, estructura principal de Tx-A-20) o de 130 días (e.g. pirámide de Los Reyes, calzada en el cerro Tláloc, etapa tardía del Palacio de Yautepec), a veces en combinación con los intervalos de 60 o de 52 días, pero en otros casos los intervalos intencionados no son claramente determinables. Las incertidumbres se deben a que el estado actual de los edificios no siempre permite determinar sus orientaciones con suficiente precisión. [Šprajc, 2000a]

Comúnmente las orientaciones arquitectónicas contemporáneas y los alineamientos hacia ciertas prominencias en el horizonte local de un sitio marcan fechas que subdividen todo el año en intervalos que son, en su mayoría, múltiplos de 13 y de 20 días. Para algunos sitios, sin embargo, no se han podido reconstruir calendarios observacionales “completos”, es decir, compuestos por intervalos calendáricamente significativos que abarquen todo el año. El Cerro de la Estrella es uno de estos casos, pero llama la atención que algunos intervalos entre las fechas señaladas por los montes prominentes son múltiplos de 13 y de 20 días. Por ejemplo, las salidas del sol sobre el Iztaccíhuatl y el volcán Guadalupe, hacia el cual está orientada la pirámide, están separadas por intervalos de 26 (del 26 de enero al 21 de febrero) y 25 días (del 21 de octubre al 15 de noviembre); el primero equivale exactamente a 2 treceñas. Por otra parte, los intervalos entre las fechas de la puesta de sol sobre el cerro San Miguel y la salida del sol sobre el volcán Guadalupe son de 20 y de 18 días (del 1 al 21 de febrero, y del 21 de octubre al 8 de noviembre), en tanto que las salidas del sol sobre el volcán Guadalupe y el cerro Telapón están separadas por intervalos de 40 y 41 días (del 21 de febrero al 2 de abril, y del 10 de septiembre al 21 de octubre; cf. Cuadros I, II y III). Parece significativo que los intervalos que separan las fechas en la mitad seca del año, en la que las observaciones astronómicas cuya función era programar las actividades agrícolas deben haber sido particularmente importantes, son todos múltiplos *exactos* de treceñas y de veintenás, regularidad que se observa también en otros sitios. [Šprajc, 2000a]

Podemos agregar que las fechas 1 de febrero y 17 de mayo, por una parte, y 26 de julio y 8 de noviembre, por la otra, señaladas por las puestas de sol sobre los cerros San Miguel y La Malinche (Cuadro III), dividen el año en intervalos de 105 y 260 días; el último parece particularmente significativo, ya que separa las mismas fechas del calendario de 260 días. Además, el cerro La Malinche marcaba las puestas de sol en los días de su paso por el cenit del lugar.⁵

La presencia de santuarios prehispánicos en las cumbres de numerosos cerros,

⁵ En latitudes tropicales el sol dos veces al año pasa a mediodía local por el cenit (teniendo la altura de 90°), lo que sucede cuando su declinación es igual a la latitud del lugar de observación (en el Trópico de Cáncer/Capricornio, es decir, en la latitud de 23.5° N/S, el tránsito del sol por el cenit ocurre una sola vez al año, coincidiendo con el solsticio de junio/diciembre). Como se observa, la declinación que corresponde al cerro La Malinche (19° 31'; Cuadro III) es casi igual a la latitud de la cumbre del Cerro de la Estrella (19° 20' 35").

tanto en el Atiplano Central de México como en otras partes de Mesoamérica, es comprensible en vista del importante papel que tenían las montañas en la cosmología mesoamericana. [Broda, 1982*b*, 1991*a*, 1991*b*, 1993] Es de suponer que la localización del templo sobre el Cerro de la Estrella fue dictada, en primer lugar, por creencias relacionadas con las montañas, así como por la presencia de cuevas y manantiales [Broda, 1982*a*:147], por lo que resulta comprensible que las fechas registradas por los cerros prominentes en el horizonte local no pudieron componerse en un calendario observacional “ideal” que abarcara todo el año. No obstante, el hecho de que diversos montes, como vistos desde la cumbre del Cerro de la Estrella, marcaban fechas de salida o puesta de sol separadas por intervalos significativos, tal vez contribuyó a la importancia especial del lugar, manifiesta particularmente en la costumbre de los mexicas de encender, cada 52 años, sus fuegos nuevos encima de este cerro, el antiguo Huixachtécatl. [Broda, 1982*a*] Además, la dirección hacia el volcán Guadalupe correspondía al grupo de alineamientos preferidos en la época y la región. Orientando la pirámide del Fuego Nuevo hacia el cerro, los constructores no sólo siguieron una regla común en el centro de México, seguramente relacionada con el culto a las montañas, sino que a la vez incorporaron en su templo el alineamiento astronómico y calendáricamente significativo, las fechas de salida del sol sobre el volcán Guadalupe eran marcadas también por la orientación de la pirámide. Cabe agregar que la misma orientación correspondía a las puestas de sol en las fechas 20 de abril y 22 de agosto, que caían 78 días (6 treceñas) después y antes de las puestas de sol sobre el cerro San Miguel (1 de febrero y 8 de noviembre; Cuadros I y III).⁶

COMENTARIOS FINALES

Considerando que los intervalos que separan las fechas registradas por los alineamientos en los sitios arqueológicos del México central se concentran alrededor de

⁶ Podemos advertir que el acimut de orientación este-oeste en el Cuadro I corresponde a los taludes sur de varias etapas constructivas de la pirámide, claramente alineados hacia la cumbre más alta del volcán Guadalupe. Considerando que los paramentos de las fachadas opuestas de los edificios prehispánicos no siempre son exactamente paralelos entre sí [cf. Šprajc, 2000*r*], no podemos descartar la posibilidad de que el acimut de orientación intencionada de la pirámide del Fuego Nuevo fuese algo mayor, tal vez cercano al que corresponde a la perpendicular a la escalinata, cuyo acimut es 12° 20' (Cuadro I). De ser así (lo que podría verificarse sólo con base en la medición de los taludes norte, que actualmente no están expuestos), podríamos conjeturar que la estructura señalaba las puestas de sol los días 22 de abril y 20 de agosto, separados por 120 días (6 veintenas) entre sí y por 20/21 días de las salidas del sol sobre el cerro Telapón (2 de abril y 10 de septiembre; cf. Cuadro II). En este caso el eje este-oeste de la pirámide prolongado hacia el oriente no pasaría por la cumbre más alta del volcán Guadalupe (aunque todavía por el cráter); en el calendario observacional probablemente no hubieran sido relevantes las fechas de salida del sol correspondientes a la orientación de la pirámide, sino las que marcaba la cumbre más alta del volcán Guadalupe (21 de febrero y 21 de octubre) y que hubieran caído 60/62 días (3 veintenas) antes/después de las puestas de sol en el eje del edificio (22 de abril/20 de agosto).

los valores que son múltiplos de 13 y de 20 días, no es probable que todos los intervalos indicados por los alineamientos en el Cerro de la Estrella y discutidos arriba fueran fortuitos. Podemos suponer que las fechas (por lo menos algunas) señaladas por la orientación de la pirámide, representaban momentos claves de un ciclo agrícola ritual e inauguraban oficialmente las épocas de ciertas actividades y rituales correspondientes en el ciclo anual. De acuerdo con el estudio de las prácticas agrícolas actuales en el Valle de México [Sanders, *et al.*, 1979:222 y s], las épocas idóneas para la siembra del maíz y para las demás labores agrícolas varían considerablemente, en función de la zona ecológica y la variedad del maíz sembrada. Por consiguiente, es obvio que las fechas que corresponden a la orientación de la pirámide del Fuego Nuevo si es que estaban relacionadas con la agricultura deben haber tenido importancia *canónica*, atribuible a la significación calendárica de los intervalos que las separaban pudieron haber marcado momentos críticos para realizar ciertas ceremonias, pero la programación exacta de los trabajos agrícolas particulares dependía de otras consideraciones, tanto prácticas como religiosas. [cf. Šprajc 2000a, 2000b]

Por otra parte, las fechas registradas en ciertos montes en el horizonte local probablemente no eran importantes por su relación directa con determinados momentos del año trópico y del ciclo agrícola, sino porque marcaban intervalos significativos, recordemos que los días separados por múltiplos de 13 tenían el mismo numeral de trecena, en tanto que los fenómenos separados por múltiplos de 20 días ocurrían en las fechas que tenían el mismo signo de veintena en la cuenta de 260 días; es decir, los calendarios observacionales compuestos por intervalos con estas características eran fácilmente manejables mediante el sistema calendárico formal. Seguramente las condiciones adversas de tiempo a veces impedían la observación directa de las salidas y puestas del sol a lo largo de los alineamientos; si los observadores de una comunidad contaban con varios alineamientos que registraban los fenómenos solares en intervalos característicos, pudieron predecir las fechas importantes con facilidad. Como ya se argumentó [Šprajc, 2000a, 2000b; c.f. Zeilik, 1985], es precisamente este aspecto *anticipatorio* con el que puede relacionarse la utilidad práctica y, por ende, la función más importante de los calendarios observacionales en el México central prehispánico.

BIBLIOGRAFÍA

Aveni, Anthony F.

- 1975 "Possible Astronomical Orientations in Ancient Mesoamerica", en Aveni, A. F. (ed.), *Archaeoastronomy in Pre-Columbian America*, Austin-London, University of Texas Press, pp. 163-190.

- 1980 "Conceptos de astronomía posicional empleados en la arquitectura mesoamericana antigua", en Aveni, A. F. (ed.), *Astronomía en la América antigua*, México, Siglo XXI Editores, pp. 23-42 [trad. L. F. Rodríguez J.; orig. *Native American astronomy*, Austin: University of Texas Press, 1977].
- 1991 *Observadores del cielo en el México antiguo*, México, FCE, [trad. J. Ferreiro, orig.: *Skywatchers of ancient Mexico*, Austin: University of Texas Press, 1980].

Aveni, Anthony F., E. E. Calnek y H. Hartung

- 1988 "Myth, Environment and the Orientation of the Templo Mayor of Tenochtitlan", en *American Antiquity*, vol. 53, núm. 2, pp. 287-309.

Aveni, Anthony F., y Sharon L. Gibbs

- 1976 "On the Orientation of Precolumbian Buildings in Central Mexico", en *American Antiquity*, vol. 41, núm. 4, pp. 510-517.

Aveni, Anthony F., y Horst Hartung

- 1986 *Maya City Planning and the Calendar*, Philadelphia, Transactions of the American Philosophical Society, vol. 76, part 7.

Blanton, Richard Edward

- 1972 *Prehispanic Settlement Patterns of the Ixtapalapa Peninsula Region, Mexico*, Pennsylvania, The Pennsylvania State University, University Park, Occasional Papers in Anthropology, núm. 6.

Broda, Johanna

- 1982a "La fiesta azteca del Fuego Nuevo y el culto de las Pléyades", en Tichy, F. (ed.), *Space and Time in the Cosmivision of Mesoamerica*, München, Universität Erlangen-Nürnberg-Wilhelm Fink Verlag, Lateinamerika Studien 10, pp. 129-157.
- 1982b "El culto mexicana de los cerros y del agua", en *Multidisciplina*, vol. 3, núm. 7, pp. 45-56.
- 1991a "Cosmovisión y observación de la naturaleza: el ejemplo del culto de los cerros en Mesoamérica", en Broda, J., S. Iwaniszewski y L. Maupomé (eds.), *Arqueoastronomía y etnoastronomía en Mesoamérica*, México, UNAM-Instituto de Investigaciones Históricas, pp. 461-500.
- 1991b "The Sacred Landscape of Aztec Calendar Festivals: Myth, Nature and Society", en Carrasco, D. (ed.), *To Change Place: Aztec Ceremonial Landscapes*, Niwot, University Press of Colorado, pp. 74-120.
- 1993 "Astronomical Knowledge, Calendrics and Sacred Geography in Ancient Mesoamerica", en Ruggles, C. L. N. y N. J. Saunders (eds.), *Astronomies and Cultures*, Niwot, University Press of Colorado, pp. 253-295.

Galindo Trejo, Jesús

- 1994 *Arqueoastronomía en la América antigua*, México, CONACyT, Editorial Equipo Sirius.

Hawkins, Gerald S.

- 1968 "Astro-archaeology", en *Vistas in Astronomy*, núm. 10, pp. 45-88.

Iwaniszewski, Stanislaw

- 1991 "La arqueología y la astronomía en Teotihuacan", en Broda, J., S. Iwaniszewski y L. Maupomé (eds.), *Arqueoastronomía y etnoastronomía en Mesoamérica*, México, UNAM-Instituto de Investigaciones Históricas, pp. 269-290.
- 1994 "Archaeology and Archaeoastronomy of Mount Tlaloc, Mexico: A reconsideration", en *Latin American Antiquity*, vol. 5, núm. 2, pp. 158-176.

Morante López, Rubén Bernardo

- 1993 "Evidencias del conocimiento astronómico en Xochicalco, Morelos", tesis de maestría, sin publicar, México, ENAH.
- 1996 "Evidencias del conocimiento astronómico en Teotihuacan", tesis de doctorado, sin publicar, México, UNAM-Facultad de Filosofía y Letras.

Parsons, Jeffrey R.

- 1971 *Prehistoric Settlement Patterns in the Texcoco Region, Mexico*, Memoirs of the Museum of Anthropology, Ann Arbor, University of Michigan, núm. 3.

Ponce de León H., Arturo

- 1982 *Fechamiento arqueoastronómico en el Altiplano de México*, México, DDF, Dirección General de Planificación.

Sánchez Caero, Óscar F.

- 1992 "Expediente técnico del sitio arqueológico 'Cerro de la Estrella'", manuscrito, México, INAH, Dirección de Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas.

Sanders, William T., Jeffrey R. Parsons, y Robert S. Santley

- 1979 *The Basin of Mexico: Ecological Processes in the Evolution of a Civilization*, New York-San Francisco-London, Academic Press.

Šprajc, Ivan

- 1997 "La astronomía en Mesoamérica", en Manzanilla, L. y L. López Luján, (eds.), *Historia antigua de México*, 2ª ed., México, INAH, UNAM, M. A. Porrúa, vol. 4, (en prensa).
- 1999a "Study of Astronomical Alignments in Archaeological Sites of Central Mexico: Some Methodological Considerations", en *Anthropological Notebooks*, vol. 5, núm. 1, pp. 9-29.
- 1999b "Alineamientos astronómicos en el Templo Mayor de Tenochtitlan", en *Arqueología: Revista de la Coordinación Nacional de Arqueología del INAH*, México, 2ª época, núm. 21, pp. 73-98.
- 2000a *Orientaciones astronómicas en la arquitectura prehispánica del centro de México*, México, INAH, (en prensa).
- 2000b "Architectural Alignments and Observational Calendars in Prehispanic Central Mexico", en Esteban, C. y J. A. Belmonte (eds.), *Oxford VI and SEAC 99: "Astronomy and cultural diversity"*, La Laguna, Tenerife, Organismo Autónomo de Museos del Cabildo de Tenerife, pp. 107-114.
- 2000c "Astronomical Alignments at Teotihuacan, Mexico", en *Latin American Antiquity*, vol. 11, núm. 4, pp. 403-415.

Thom, A.

1971 *Megalithic Lunar Observatories*, Oxford, Oxford University Press.

Tichy, Franz

1991 *Die geordnete Welt indianischer Völker: Ein Beispiel von Raumordnung und Zeitordnung im vorkolumbischen Mexiko*, Das Mexiko-Projekt der Deutschen Forschungsgemeinschaft 21, Franz Steiner Verlag, Stuttgart.

Tuckerman, Bryant

1964 *Planetary, Lunar, and Solar Positions: A. D. 2 to A. D. 1649*, Filadelfia, The American Philosophical Society.

Zeilik, Michael

1985 "The Ethnoastronomy of the Historic Pueblos, I: Calendrical Sun watching", en *Archaeoastronomy* (supplement de *Journal for the History of Astronomy*), núm. 8, vol. 16, S1-S24.