

EL AJUSTE DEL TIEMPO DE ROTACIÓN DE LA TIERRA EN LA ÉPOCA PREHISPÁNICA

THE ADJUSTMENT OF THE EARTH TIME ROTATION IN PRE-COLUMBIAN TIME

Salvador **Miranda-Colín**¹, Arturo **Santos-González**¹ y Eduardo **Casas-Díaz**²

¹Especialidad de Genética. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. ²Instituto de Socioeconomía, Estadística e Informática. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Estado de México. 56230. Tel. 58 04 59 00 ó 95 2 02 00 Ext. 1551, Fax. 58 04 59 62 ó (595) 2-02-62. (smiranda@colpos.colpos.mx)

RESUMEN

Los resultados de esta investigación muestran que el hombre precolombino descubrió que la rotación de la Tierra tenía una duración de 23 horas, 56 minutos y cuatro segundos. Para registrar este movimiento se generó el día solar medio de 24 horas. Cada hora tenía 60 minutos y cada minuto 60 segundos. En un día la rotación de la tierra se adelantaba al día solar medio cuatro minutos menos cuatro segundos y esta diferencia ascendía a un día menos 24 minutos en un año de 360 días. Este año, a su vez, se homologó con un segundo, por lo que en 60 años, equivalentes a 60 segundos (un minuto), la rotación de la tierra se adelantaba al día solar medio, 60 días menos un día completo. Por ello, el minuto fue una unidad importante en la computación del tiempo de la rotación de la tierra. En esta homologación una hora equivale a 3600 años, dando una diferencia de 10 años de 360 días, menos dos lunaciones de 30 días cada una. Al completarse 24 horas, equivalentes a 86 400 años, la rotación de la tierra se adelantaba al día solar medio 240 años de 360 días, menos cuatro años de 360 días. Para registrar este movimiento las constelaciones Osa Mayor y Cassiopeia se usaron como marcadores celestes, desde hace más 10 000 años. Dada la presencia reiterada de los modelos utilizados para ajustar el tiempo de la rotación de la tierra, en los sitios arqueológicos de México, se concluye que ésta fue una de las causas principales del desarrollo cultural del hombre prehispánico.

Palabras clave: Días solar medio, medición del tiempo.

INTRODUCCIÓN

La tierra se ubica en el tercer lugar a partir del sol, el cual ocupa el centro del sistema planetario. Antes de establecer esta aseveración se propusieron diversas hipótesis, entre las cuales sobresalen las siguientes: en el segundo siglo de nuestra era, el astrónomo Ptolomeo Ptolomei propuso que la tierra es el centro del universo y que alrededor de ella se mueven: la luna, los planetas, el sol y las estrellas. Esta idea estuvo vigente hasta principios del siglo XVI, cuando Nicolás Copérnico (1473-1539) postuló que el sol ocupa el centro del universo y en torno a él giran: Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno y las estrellas (Valencia, 1980). Hoy sabemos que el

ABSTRACT

The results of this investigation show that the pre-Columbian man discovered that the Earth's rotation lasted 23 hours, 56 minutes and four seconds. In order to register this movement, the pre-Columbian man invented the average solar day of 24 hours, here the hour had 60 minutes and every minute 60 seconds. In a day, the Earth's rotation was ahead to the average solar day by four minutes minus four seconds, but this difference was of a day less 24 minutes in a year of 360 days. This year, on the other hand, was homologized with a second, so when 60 years had passed, equivalents to 60 seconds (a minute), the Earth's rotation was ahead to the average solar day by about 60 days minus a complete day. By such reason, the minute was another important unit in the computation of the time of Earth's rotation. In this homologation one hour, equivalents to 3600 years, this difference amounts to 10 years of 360 days, less two lunations of 30 days each one. In affinity, when the cycle of 24 hours equivalents to 86 400 years was completed, the Earth rotation was ahead of the average solar day by 240 years of 360 days, minus four years of 360 days. In order to register this movement, the constellations called Mayor Osa and Cassiopeia were used like celestial markers for a period of time that surpassed 10 000 years from today. Considering the reiterated presence of the used models to adjust the Earth's time rotation in archaeological sites of Mexico, it is concluded that this was one of the main causes of the pre-Hispanic cultural development.

Key words: Average solar day, time's measurement.

INTRODUCTION

The Earth is the third planet from the sun. The sun occupies the center of the planetary system. But before this was known, many hypotheses were proposed. In the second century of our era, the astronomer Ptolomeo Ptolomei suggested that the Earth was the center of the universe and the moon, the sun, the stars and the planets moved around it. This idea was present up to the beginning of the XVI century, when

sol ocupa el centro del sistema solar y que a su alrededor describen órbitas elípticas Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno, Plutón, así como diversos asteroides y cometas. Aunque la tierra tiene varios movimientos, analizamos su rotación en el presente trabajo, que se da alrededor de su eje y ocurre de Oeste a Este. Durante su desarrollo se observa que los planetas y las estrellas giran en sentido opuesto, lo que es una mera apariencia.

Debido a la rotación, los diferentes puntos de la tierra se ubican sucesivamente frente al sol, dando origen al día, o se van oponiendo, generando la noche. El tiempo que transcurre entre dos pasos consecutivos de una estrella por el mismo meridiano equivale a la rotación de la tierra, o sea el tiempo que tarda en dar un giro de 360° sobre su eje. Cuando se mide la duración del día sideral o rotación de la tierra, el arco de órbita es prácticamente nulo debido a la enorme distancia que separa al planeta de las estrellas; esto determina que la rotación de la tierra sea uniforme durante el año y tenga una duración de 23 horas, 56 minutos y 4 segundos de tiempo medio (Valencia, 1980; Arochi, 1981; García y Gross, 1983). Según el movimiento aparente del sol en torno a la tierra, el Día Solar Verdadero (DSV) es el tiempo que transcurre entre dos pasos consecutivos del centro del sol por un meridiano. Como la velocidad de la tierra cambia de acuerdo a su posición en la órbita, la duración del DSV cambia también, siendo mayor cuando la tierra está más próxima al sol (perihelio) y menor cuando está más lejos (afelio) (Valencia, 1980). La diferente duración del DSV, hace difícil su aplicación en la vida civil, ya que sería necesario ajustar los relojes diariamente según el movimiento aparente del sol. Por ello en 1816 se introdujo el concepto de Día Solar Medio (DSM) (Arochi, 1981), que es el tiempo que transcurre entre dos pasos consecutivos de el centro del Sol Medio por el antimeridiano del lugar. Este Sol Medio se mueve uniformemente en el plano del ecuador; sigue una órbita circular y su tiempo es equivalente al promedio de los DSV de un año, o sea 24 horas civiles (Valencia, 1980; Arochi, 1981; García y Gross, 1983). La duración del DSM es mayor que la del día sideral, debido a que la tierra, al tiempo que gira sobre su eje, también se desplaza sobre la órbita que describe alrededor del sol. Esta diferencia de tiempo la tomó en cuenta el hombre prehispánico para considerar al cuarto de día, equivalente a seis horas, como la unidad de tiempo, ya que durante este período la rotación de la tierra se adelanta al DSM, un minuto menos un segundo (Miranda, 1991); consecuentemente esta diferencia de tiempo suma cuatro minutos menos cuatro segundos en las 24 horas que dura el DSM. Dados estos antecedentes, el objetivo del presente trabajo fue demostrar que el hombre prehispánico conocía el

Nicolas Copernico (1473-1539) postulated that the sun occupied the center of the universe and Mercury, Venus, the Earth, Mars, Jupiter, Saturn and the stars rotated around the sun. (Valencia, 1980). Today, we know that the sun is the center of the solar system and that Mercury, Venus, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptune, Pluto, asteroids and the comets move around the circumference of the sun describing elliptic orbits. Usually, the Earth realizes several movements, but the objective of this essay is the Earth's rotation around its axle which occurs from west to east. During this development, the planets and the stars rotate in an opposite way, but such movements are a mere appearance.

Because of this rotation, the different points of the Earth placed themselves successively in front of the sun, giving birth to a new day, or opposing themselves to generate the night. The time that passes between two consecutive steps of one star by the same meridian is equal to the Earth's rotation (ER), this means, the time that our planet takes to make a turn of 360° in its axle. When we measured the duration of the Sidereal Day or the ER is measured, the arc of the orbit is practically null because of the enormous distance that separates the planet from the stars; this determinates that the ER could be uniform during the whole year and that it lasts 23 hours, 56 minutes and 4 seconds of average time (Valencia, 1980; Arochi, 1981, Garcia y Gross, 1983). According to the apparent movement of the Sun, around the Earth, the True Solar Day (TSD) is the time that passes between two consecutive passing of the center of the sun by the meridian of the place. As the speed of the Earth changes according to its position in the orbit, the duration of the TSD also changes, increasing when the Earth is nearest to the sun (perihelion) or decreasing when it is far away from the sun (aphelion) (Valencia, 1980). The different duration of the TSD makes difficult its application in ordinary life, because it will be necessary to adjust the clocks every day, so they could follow the apparent movement of the sun. In search of the solution to this problem, the Average Solar Day (ASD) was introduced in 1816; this day refers to the time that passes between two consecutive steps of the center of the Average Sun by the antemeridian of the place. This Average Sun moves in a uniform way in the place of the Ecuador and follows a circular orbit and its time is equivalent to the average of the TSD of the whole year, so it is equivalent to 24 civil hours (Valencia, 1980; Arochi, 1981, Garcia y Gross, 1983). The duration of the ASD is more than the duration of the Sidereal Day because the Earth, at the time it rotates in its axle, also moves on the orbit that spins around the sun. The pre-Hispanic man thought in this time difference to consider the quarter of the day, equivalent to six hours, like the unit of time, because during this period the rotation of the Earth was ahead to the ASD, one minute minus one

movimiento de rotación de la tierra y lo registraba en forma muy organizada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este trabajo se estudió la Cueva del Maíz y sus alrededores. Esta cueva está ubicada en el municipio de San José Tilapa, Puebla, pero muchos de los montículos que forman parte del calendario al que pertenece la cueva (Miranda, 1996 b), están dispersos en el municipio de Coxcatlán, Puebla. La cueva se ubica a una altitud de 1200 m; $18^{\circ} 12' 34''$ N y $97^{\circ} 07' 25''$ O. La precipitación pluvial en la zona es 500 mm anuales. La Cueva del Maíz está orientada al Norte y observada desde este punto cardinal adquiere la forma de un pentágono. Le rodea un gran tablero que exhibe cuatro franjas horizontales hacia el lado oriente de la cueva y tres más hacia el costado poniente. Las tres franjas inferiores del lado oriente hacen contacto con el perfil de la cueva, mientras que la superior está sobre ese perfil (Figura 1).

Por las noches, frente a la cueva se observa la Estrella Polar y en torno a ella giran las constelaciones denominadas Osa Mayor (el carro) y Cassiopeia. En la primera sobresalen siete estrellas agrupadas en conjuntos de cuatro (el cuerpo del carro) y tres (el cordel del carro); mientras que la Cassiopeia está integrada por cinco estrellas dispuestas en forma de M mayúscula (Figura 2).

Esas constelaciones se utilizaron como marcadores celestes, y con las 12 estrellas de ambas se diseñó tanto el tablero o boca de la serpiente como el cuerpo de la misma. Así, las cinco estrellas de la Cassiopeia sirvieron para construir la cueva pentagonal, mientras que a las siete de la Osa Mayor se convirtieron en bandas, ubicando cuatro al oriente y tres al poniente de la cueva. Por la longitud de las bandas se infiere que la cueva se superpone a las tres que se ubican en el lado poniente; esto se debe a que la Cassiopeia y el cordel del carro (parte de la Osa Mayor) ocupan posiciones opuestas en el espacio sideral (Figura 2). La forma y longitud de las bandas también indican movimiento sideral del oriente hacia el poniente, lo cual es congruente con el movimiento aparente de las constelaciones mencionadas, cuando se les observa de sur a norte. Los conjuntos de tres, cuatro y cinco estrellas, convertidas en las siete bandas y en los cinco lados de la cueva, son las cifras que se requieren para ajustar la rotación de la tierra, mediante la suma o multiplicación de ellas.

En la Figura 1 aparece también el cuerpo de la serpiente con dos colas en direcciones opuestas, indicando el movimiento de dos serpientes opuestas, indicando el movimiento de dos serpientes cada una, incluido el tablero o la boca del reptil. El ofidio, de forma circular, lleva en su cola siete cascabeles reagrupados en conjuntos de tres y cuatro, como ocurre con las estrellas de la Osa Mayor. Opuesta a estos cascabeles

second (Miranda, 1991). Consecutively this difference of time increase to four minutes minus four seconds in the 24 hours that lasts the ASD. If we consider this background, the purpose of this essay is to demonstrate that the pre-Hispanic man knew the rotation movement of the Earth and that he registered it in a very organized form.

MATERIALS AND METHODS

The materials used in this essay correspond to the investigation of the Cave of the Corn and its surroundings. This Cave is located in the municipality of San José Tilapa, Puebla, but many of the hillocks that formed the part of the calendar, to which belongs the cave (Miranda, 1996 b), are spread in several lands of the municipality of Coxcatlán, Puebla. The cave is located at an altitude of 1200 msnm, its north latitude is $18^{\circ} 12' 34''$ and its longitude to the Occident of the Meriden of Greenwich is of $97^{\circ} 07' 25''$. The fluvial precipitation in this zone is of 500 mm. annuals. The Cave of the Corn is north's oriented and observed from this cardinal point, it gets the form of a pentagon. The board surrounds the cave and the board

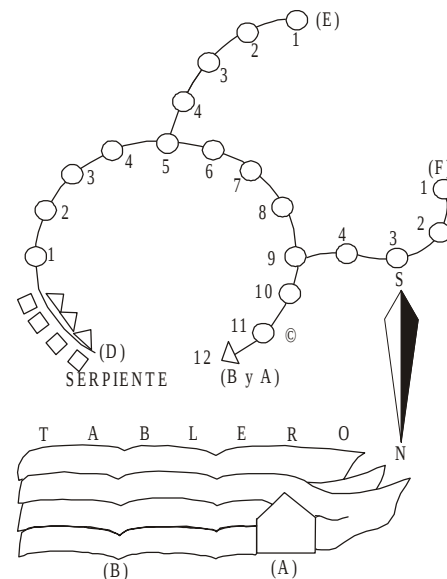


Figura 1. Sitio denominado la Cueva del maíz, Coxcatlán, Puebla, mostrando: la cueva (A), el tablero (B), la serpiente con su cabeza (C), sus dos colas (D y E) y la sección anexa (F). El tablero y la cueva se ubican en el lado Noreste de la cabeza del reptil, y son equivalentes a la boca del mismo.

Figure 1. This is the site denominated the Cave of Corn, Coxcatlán, Puebla. In this picture we can see the Cave (A), the Board (B), the snake with its head (C), its two ties (D and E) and the attached section (F). The Board and the Cave are localized in the northeast side of the reptile's head and they are equivalents to the mouth of the snake.

está la cola de la otra serpiente con cinco segmentos, imitando así a las cinco estrellas de la Cassiopeia. El extremo de esta cola termina en un gran corte artificial que el hombre hizo en la sierra, que se dirige hacia el sur, para delimitar el cuerpo de la serpiente y para dar salida a las aguas que provienen de los cerros ubicados al oriente de esa cola durante el periodo de lluvias. Con la información consignada en las Figuras 1 y 2 se ajustaba la rotación de la tierra siguiendo los procedimientos que se describen enseguida.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la época prehispánica la rotación de la tierra o Día Sideral, se registraba en función del DSM, y a partir de un periodo donde estuviera presente la unidad. Por ejemplo, en el Cuadro 1 se muestra que en un día la rotación de la tierra se adelanta al DSM cuatro minutos menos cuatro segundos, lo que indica que cada seis horas dicha diferencia se reduce a un minuto menos un segundo. De ahí que el periodo de seis horas haya sido la unidad de tiempo para iniciar el ajuste del tiempo de rotación de la tierra (Miranda, 1991). En la Figura 1 el tablero muestra, al oriente de la cueva, cuatro franjas divididas en dos partes

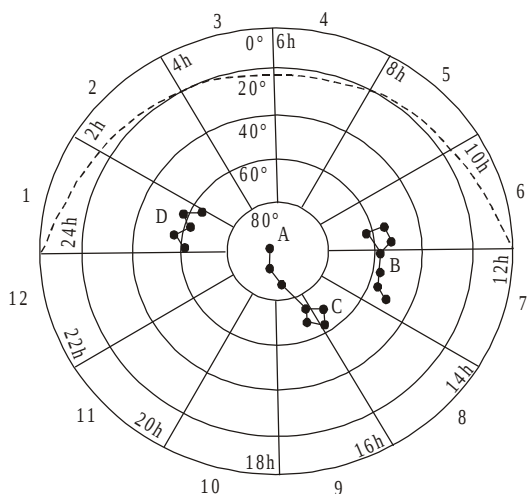


Figura 2. Hemisferio Norte mostrando: La Estrella Polar (A), La Osa Mayor (B), La Osa Menor (C), la Cassiopeia (D) y las constelaciones denominadas: Piscis (1), Aries (2), Taurus(3), Gemini (4), Cáncer (5), Leo (6), Virgo (7), Libra (8), Scorpius (9), Sagittarius (10), Capricornus (11) y Acuario (12).

Figure 2. North Hemisphere showing: the Polar Star (A), the Mayor Osa (B), the Minor Osa (c), the Cassiopeia (D) and the constellations denominated Piscis (1), Aries (2), Taurus (3), Gemini (4), Cancer (5), Leo (7), Virgo (8), Scorpius (9), Capricorn (11) and Aquarius (12).

exhibits four horizontal stripes towards the oriental side of the cave and three more towards the west side. The three inferior stripes of the east side make contact with the outline of the cave, meanwhile, the superior stripe maintains itself above the mentioned outline (Figure 1).

In the nights, in front of the cave we observe the Polar Star and how several constellations move around it: the Mayor Osa (the car) and the Cassiopeia. In the first one, seven stars organize in four groups (the body of the car) and three (the cord of the car) stand out, meanwhile, the Cassiopeia is integrated with five stars organized in the form of a capital M (Figure 2).

These constellations were used as celestial markers and with the 12 stars of both constellations the board or the mouth of the snake and its body was designed. So five stars of the Cassiopeia were useful to built the cave in a pentagonal form, meanwhile, the seven stars of the Mayor Osa were transformed in bands, four located in the east and three in the west side of the cave. Because of the longitude of the bands we can concluded that the cave is situated on top of the three bands that are located in the west side, this has to do with the fact that Cassiopeia and the cord of the car (part of the Mayor Osa) occupy opposite positions in the sidereal space (Figure 2). The form and the longitude of the bands also indicate a sidereal movement from east to west, which is congruent with the apparent movement of the mentioned constellations, when they are observed from south to north. The groups of three, four and five stars, transformed in the seven bands and in the five sides of the cave, are the figures (the keys) required to adjust the rotation of the Earth by means of addition or multiplication of the same groups of stars.

In Figure 1 we can see the body of the snake exhibiting two tails that follow opposite directions, indicating with it the movement of two snakes that have 12 segments each one, including the board or the mouth of the reptile. The snake, in circular form, has seven bells in its tail; these are organized in groups of three and four, like the stars of the Mayor Osa. Opposed to these bells, we can find the other tail of the snake; this tail has five segments like the five stars of the Cassiopeia. The stream of this tail ends in a great artificial cut that the man made in the mountain, that points to the south, with the purpose to delimitate the snake's body and give an exit to the flow of fluvial waters that comes from the hills located in the east side of the snake's tail. With the information consignad in Figures 1 and 2, the rotation of the Earth was adjusted according to the procedures indicated below.

RESULTS AND DISCUSSION

The results mentioned in this essay show that, in the pre-Hispanic era, the rotation of the Earth or Sidereal Day was registered in function of the ASD and starting

cada una por salientes y depresiones, indicando que en 24 horas la rotación de la tierra se adelanta al DSM, cuatro minutos menos cuatro segundos (Cuadro 1).

En el cuerpo de la serpiente se puede apreciar que del número 6 al 11 existen seis segmentos o colinas equivalentes a seis horas (Figura 1); pero, además, en el lado poniente del cuerpo se ubican otras cuatro colinas (sección anexa), cada una de las cuales se refiere al conjunto de seis horas. Las dos colas de la serpiente siguen direcciones opuestas indicando suma y resta, pero además, cada una tiene cuatro segmentos, implicando que mientras en una se suman los minutos, en la otra se restan los segundos. Así que a las seis de la mañana, la rotación de la tierra se adelantaba, del DSM, un minuto menos un segundo; a las 12 horas la diferencia era dos minutos menos dos segundos; a las 18 horas tres minutos menos tres segundos y a las 24 horas cuatro minutos menos cuatro segundos. Cuando se observa el tamaño de las colinas al poniente del cuerpo de la serpiente, se nota que la tercera es la de mayor volumen, indicando que el ajuste de las 18 horas era el más relevante, tal vez porque coincidía con la puesta del sol en una fecha importante relacionada con la posición geográfica del calendario.

Considerando que en un día la rotación de la tierra se adelantaba al DSM, cuatro minutos menos cuatro segundos, en 15 días esta diferencia ascendía a 60 minutos menos 60 segundos, equivalentes a una hora menos un minuto por lo cual el periodo de 15 días conformaba otra unidad importante para registrar a la rotación de la tierra (Cuadro 2). Estos 15 días podían reagruparse en cinco conjuntos de tres días, atendiendo a los cinco lados de la cueva; o en tres grupos de cinco días, en respuesta a las tres franjas que ocupan el poniente de la cueva en la Figura 1. El cuerpo de la serpiente suma en total 15 segmentos o colinas, respondiendo a la necesidad de conformar el primer grupo de 15 días, para llegar a la diferencia de una hora menos un minuto (Cuadro 2).

Repetiendo los 15 días, 24 veces para arribar a los 360 días del año; aunque el mismo resultado se obtiene repitiendo el proceso de 15 días dos veces, para completar los 30 días que conforman una lunación; después este periodo se repite 12 veces para llegar a los 360 días (Cuadro 3). La rotación de la tierra se adelanta al DSM un día menos 24 minutos. Las 12 lunaciones del Cuadro 3 pueden reagruparse en conjuntos de tres, repetidos cuatro veces, para aludir a las cuatro estaciones del año en el ciclo de 360 días o, en conjuntos de cuatro lunaciones, repetidas cuatro veces, para señalar a las cuatro estaciones del ciclo de 480 días que se usaba en el ajuste del cuatrienio trópico; aunque sólo tres de estas estaciones astronómicas cabían en el ciclo de 360 días. En otras palabras, el hombre prehispánico consideraba dos tipos de estaciones astronómicas: las que constaban de tres lunaciones y sumaban en total cuatro, y las

Cuadro 1. El tiempo de la rotación de la tierra (TRT) y su diferencia con relación al Día Solar Medio (DSM) de 24 horas.

Table 1. The rotation of the Earth (ER) and its difference in relation with the Average Solar Day (ASD) of 24 hours.

Rotación de la tierra		Tiempo invertido
RT ¹	=	23 Hrs+56'+0.4"
RT	=	24 Hrs-(3'+56")
RT	=	24 Hrs-(4'-4")
RT	=	DSM-(4'-4 ")
DSM-RT ²	=	4'-4"

¹ RT = 23 horas, 56 minutos y 4 segundos.

² DSM - RT = 4 minutos menos 4 segundos.

from a period of time where this unit could be present. For example, in the first synoptic chart we can see that in one day, the rotation of the Earth was ahead to the ASD for about four minutes minus four seconds, which indicate that every six hours such difference will be reduced to a minute less one second. That is why, the period of six hours had been the unit of time used to initiate the adjustment of the rotation movement (Miranda, 1991). In Figure 1 the board shows, at the west side of the cave, four stripes divided in two parts each one by outgoings and depressions, indicating that in 24 hours the rotation

Cuadro 2. Adelanto del tiempo de la rotación de la tierra (TRT) con relación al Día Solar Medio (DSM), a partir de un día de 24 horas.

Table 2. Advance of the rotation of the Earth (ER) in relation with the Average Solar Day (ASD), starting with a day of 24 hours.

Repeti- ciones	Días	DSM	-	RT
1	1	4 minutos	-	4 segundos
2	2	8 minutos	-	8 segundos
3	3	12 minutos	-	12 segundos
4	4	16 minutos	-	16 segundos
5	5	20 minutos	-	20 segundos
6	6	24 minutos	-	24 segundos
7	7	28 minutos	-	28 segundos
8	8	32 minutos	-	32 segundos
9	9	36 minutos	-	36 segundos
10	10	40 minutos	-	40 segundos
11	11	44 minutos	-	44 segundos
12	12	48 minutos	-	48 segundos
13	13	52 minutos	-	52 segundos
14	14	56 minutos	-	56 segundos
15	15 ¹	(60 minutos	-	60 segundos) = (1 hora-1 minuto)

¹ En 15 días: DSM - RT = 1 hora - 1 minuto.

En 30 días: DSM - RT = 2 horas - 2 minutos.

30 días = 1(30) mes = 1 lunación.

integradas por cuatro lunaciones y daban un total de tres estaciones por año. Estos conjuntos de tres y cuatro lunaciones están representados por los grupos de tres y cuatro bandas que aparecen a los lados de la cueva en el tablero que se muestra en la Figura 1. Ya se ha mencionado que después de 360 días, la rotación de la tierra se adelantaba, al DSM, un día menos 24 minutos (Cuadro 3).

El hombre prehispánico descubrió que este primer año equivalía a un segundo de tiempo por las siguientes razones:

1. Cuatro años de 360 días suman 1 440 días.
2. Un día de 24 horas es igual a 1 440 minutos.
3. 1 440 minutos equivalen a 1 440 días, lo anterior por las equivalencias establecidas previamente.

Considerando que al transcurrir un año de 360 días, la rotación de la tierra se adelantaba al DSM un día menos 24 minutos, esos minutos fueron tomados en cuenta para igualar el año a un segundo y proseguir con el ajuste de la rotación.

Para convertir los 24 minutos en horas completas el año, equivalente a un segundo, se repetía cinco veces; tiempo requerido para que la rotación se adelantara cinco días menos dos horas al DSM (Cuadro 4). Estas cinco repeticiones se representaban por los cinco lados de la cueva (Figura 1).

Para recuperar 60 segundos, cada conjunto de cinco en el Cuadro 4 se repetía 12 veces (Cuadro 5). Las 12 repeticiones provenían de multiplicar las tres por las cuatro bandas registradas en el tablero, o también aludiendo

Cuadro 3. Adelanto del tiempo de la rotación de la tierra (TRT) con relación al Día Solar Medio (DSM); a partir de 30 días equivalentes a una lunación.

Table 3. Advance of the rotation of the Earth (ER) in relation with the Average Solar Day (ASD) starting with 30 days equivalents to one lunation.

Repeti- ciones	Lunaciones	DSM	-	RT
1	1 (30)	2 horas	-	2 minutos
2	2 (30)	4 horas	-	4 minutos
3	3 (30)	6 horas	-	6 minutos
4	4 (30)	8 horas	-	8 minutos
5	5 (30)	10 horas	-	10 minutos
6	6 (30)	12 horas	-	12 minutos
7	7 (30)	14 horas	-	14 minutos
8	8 (30)	16 horas	-	16 minutos
9	9 (30)	18 horas	-	18 minutos
10	10 (30)	20 horas	-	20 minutos
11	11 (30)	22 horas	-	22 minutos
12	12 (30) ¹	(24 horas) ²	-	24 minutos) =(1 día - 24 minutos)

¹ 12 (30) Lunaciones = 1 (360) año.

² 24 horas = 1 día.

Cuadro 4. Adelanto del tiempo de rotación de la tierra (TRT) con relación al Día Solar Medio (DSM); a partir de un año (360 días) equivalentes a un segundo.

Table 4. Advance of the rotation of the Earth (ER) in relation with the Average Solar Day (ASD), starting in a year (360 days) equal to a second.

Repeti- ciones	Lunaciones	DSM	-	RT
1	1	1 día	-	24 minutos
2	2	2 días	-	48 minutos
3	3	3 días	-	72 minutos
4	4	4 días	-	96 minutos
5	5	(5 días	-	120 minutos) ¹ = (5 días - 2 horas)

¹120 minutos = 2 horas.

of the Earth gets ahead to the ASD, four minutes minus four seconds (Table 1).

In the body of the snake it can be appreciated, from number 6 to 11, six segments equivalents to six hours (Figure 1). Besides that, in the east side of the body we can find four hills (attached section), and each one refer to the group of six hours. So by multiplying six by four we get a total of 24 hours. In the other hand, the two tails of the snake follow opposite directions indicating a sum and a subtract at the same time, but also, each tail has four segments, so this make us think that in one case the minutes are added and in the other case the seconds are subtracted. So at 6 o'clock in the morning, the rotation of the Earth was ahead to the ASD, one minute minus one second. At noon, the difference grew to two minutes minus two seconds; at the 18 hours, the generated difference was of 3 minutes minus 3 seconds, and at 24 hours, the difference was of four minutes minus four seconds. When we observe the hills that are in the west side of the snake's body, we can notice that the third hill is greater, indicating that the 18 hours' adjustment was the most relevant, probably because it matched with the sunset in an important date related with the geographic position of the calendar we are discussing.

Considering that one day of the Earth's rotation was ahead of the ASD by four minutes minus four seconds, in 15 days, such difference increased to 60 minutes minus 60 seconds, equivalent to an hour minus one minute; so the period of 15 days conformed another important unit to register to the Earth's rotation (Table 2). These 15 days could be reorganized in five groups of 3 days each one, attending to the five sides of the cave, or in three groups of five days, in answer to the three stripes that occupy the west side of the cave in the Figure 1. The body of the serpent has 15 segments or hills, in response to the necessity of conforming the first group

a los 12 segmentos que presenta el cuerpo circular de la serpiente en la Figura 1. Lo relevante del Cuadro 5 es que, al completarse los 60 segundos, se cumplían 60 años, y en este momento la rotación de la tierra se adelantaba, al DSM 60 días menos 24 horas, equivalentes a dos lunaciones de 30 días menos un día completo. De ahí que los 60 años representaran el primer gran ajuste de la rotación de la tierra. Este periodo de tiempo coincidía con el primer minuto de la hora, en el proceso de ajustar la rotación de la tierra. En el Cuadro 5 las 12 repeticiones se podían reagrupar en cuatro conjuntos de tres repeticiones cada uno, indicando con ello que cada 15 segundos la rotación se adelantaba, al DSM, 15 días (luna llena) menos seis horas (un cuarto de día). En cambio, cuando se agrupaban en tres conjuntos de cuatro repeticiones se señalaba que cada 20 segundos la rotación se adelantaba, al DSM, 20 días menos ocho horas (un tercio de día). Estos reagrupamientos de tres o cuatro repeticiones respondían a los conjuntos de tres y cuatro bandas que aparecen en la Figura 1.

En relación con el minuto que se genera en los resultados del Cuadro 5 se inicia el desarrollo del Cuadro 6, el cual incluye cinco minutos, en respuesta a los cinco lados de la cueva que aparece en el tablero de la Figura 1. Al completarse los cinco minutos, la rotación de la tierra se adelantaba 10 lunaciones al DSM.

Cuadro 5. Adelanto del tiempo de rotación de la tierra (TRT) con relación al Días Solar Medio (DSM), a partir de cinco años equivalentes a cinco segundos.

Table 5. Advance of the rotation of the Earth (ER) in relation with the Average Solar Day (ASD), starting in five years equal to five seconds.

Repeti- ciones	Segundos	DSM	-	RT
1	5	5 días	-	2 horas
2	10	10 días	-	4 horas
3	15	15 días	-	6 horas
4	20	20 días	-	8 horas
5	25	25 días	-	10 horas
6	30	30 días	-	12 horas
7	35	35 días	-	4 horas
8	40	40 días	-	16 horas
9	45	45 días	-	18 horas
10	50	50 días	-	20 horas
11	55	55 días	-	22 horas
12	60 ¹	[60días ²	-	24 horas ³]
				= [2 (30) lunaciones-1 día]

¹60 segundos = 1 minuto.

²60 días = 2 (30) meses = 2 (30) Lunaciones.

³24 horas = 1 día.

Cuadro 6. Adelanto del tiempo de rotación de la tierra (TRT) con relación al Día Solar Medio (DSM), a partir de 60 años equivalentes a un minuto.

Table 6. Advance of the rotation of the Earth (RE) in relation with the Average Solar Day (ASD), starting in 60 years equal to a minute.

Repeti- ciones	Minutos	DSM	-	RT
1	1	[60 días = 2(30) meses]	-	1día
2	2	[120 días = 4(30) meses]	-	2 días
3	3	[180 días = 6(30) meses]	-	3 días
4	4	[240 días = 8(30) meses]	-	4 días
5	5	[300 días = 10(30) meses]	-	5 días

of 15 days, in order to arrive to the difference of one hour less one minute consigned in Table 2.

The next step consists in repeating the 15 days 24 times so we can get to the 360 days of the year. Even though, the same result can be obtained by repeating two times the process of 15 days to complete the 30 days that conformed a lunation. Afterwards, this period of time is repeated 12 times to get to the 360 days that we show in Table 3, moment in which the rotation of the Earth was ahead to the ASD, one day minus 24 minutes. The 12 lunations of Table 3 can be reorganized in groups of three, repeated four times, to make allusion to the four seasons of the year, involved with the cycle of 360 days. The reorganization can also be in groups of four lunations, repeated three times, to make reference to the four seasons of the cycle of 480 days that were used in the adjustment of the quartely tropic, even though, only three of these astronomic seasons fit in a cycle of 360 days. In other words, the pre-Columbian man considered two types of astronomic seasons: those that had three lunations and sum a total of four, and the other ones that were integrated with four lunations and conformed a total of three seasons for the year. These groups of three and four lunations are represented by the groups of three and four bands that appear at the sides of the cave, in the board that is show in the Figure 1. We already mentioned that after 360 days had passed, the rotation of the Earth was ahead to the Average Solar Day, one day minus 24 minutes (Table 3).

At this point, the pre-Hispanic man discovered that this first year was equal to a second of time, according to the following reasons:

1. Four years of 360 days add up to 1 440 days.
2. One day of 24 hours is equal to 1 440 minutes.
3. So according to these calculations: 1440 minutes were equivalent to 1440 days, because of the equivalences established previously.

Puesto que era necesario arribar a los 60 minutos para completar la hora, los valores de los cinco minutos se repetían 12 veces, como se muestra en el Cuadro 7. Ya se ha mencionado que el número 12 aparece tanto en el tablero ($3 \times 4 = 12$), como en el cuerpo de la serpiente que se presenta en la Figura 1. Las 12 repeticiones, de cinco minutos cada una, se podían reagrupar en cuatro conjuntos de tres repeticiones, indicando que cuando transcurrían 15 minutos la rotación de la tierra se adelantaba al DSM, 30 lunaciones de 30 días cada una, menos 15 días (luna llena). De igual manera, cuando las 12 repeticiones se reunían en tres conjuntos de cuatro repeticiones, la rotación de la tierra se adelantaba, al DSM 40 lunaciones menos 20 días. Como se ha mencionado, estos conjuntos de tres y cuatro repeticiones respondían a la información que aparece en la Figura 1. Cuando transcurrían 60 minutos se completaba una hora, equivalente a 3 600 años, y en este momento la rotación de la tierra se adelantaba, al DSM 120 lunaciones menos 60 días, equivalentes a 10 años de 360 días, menos dos lunaciones de 30 días cada una (Cuadro 7).

Después de la primera hora los resultados del Cuadro 7 se repetían a las dos horas. Estos datos conformaban la primera hilera de las 12 que se presentan en el Cuadro 8, donde se observa que el DSM llega a las 24 horas.

También se podrían reagrupar en tres conjuntos de cuatro repeticiones, indicando que cuando se completaban ocho horas estas correspondían a 28 800 años, y en ese momento la rotación de la tierra se adelantaba al DSM, 60 ciclos de 480 días, equivalentes a 80 años de

Cuadro 7. Adelanto del tiempo de la rotación de la tierra (TRT) con relación al Día Solar Medio (DSM), a partir de 300 años equivalentes a cinco minutos.

Table 7. Advance of the rotation of the Earth (ER) in relation with the Average Solar Day (ASD), starting in 300 years equivalents to five minutes.

Repeti- ciones	Minutos	DSM	-	RT
1	5	[300 días = 10 (30) lunaciones]-		5 días
2	10	[600 días = 20 (30) lunaciones]-		10 días
3	15	[900 días = 30 (30) lunaciones]-		15 días
4	20	[1200 días = 40 (30) lunaciones]-		20 días
5	25	[1500 días = 50 (30) lunaciones]-		25 días
6	30	[1800 días = 60 (30) lunaciones]-		30 días
7	35	[2100 días = 70 (30) lunaciones]-		35 días
8	40	[2400 días = 80 (30) lunaciones]-		40 días
9	45	[2700 días = 90 (30) lunaciones]-		45 días
10	50	[3000 días = 100 (30) lunaciones]-		50 días
11	55	[3300 días = 110 (30) lunaciones]-		55 días
12	60 ¹	[3600 días = 120 (30) lunaciones]-		60 días ²

¹ 1 hora = 60 minutos = $60' \times 60'' = 3600$ segundos = 3600 años, 2 horas = 120 minutos = $120 \times 60'' = 7200$ segundos = 7200 años.

² 60 días = 2 (30) meses = 2(30) Lunaciones.

Considering that at the passing of one year of 360 days, the rotation of the Earth was ahead to the ASD, one day minus 24 minutes, these minutes were taken into account to equalate the year to a second and get the adjustment of the Earth's rotation as consigned in the Tables of the present essay.

With this purpose of converting the 24 minutes in complete hours, a year, equivalent to a second, was repeated five times, time required so that the rotation of the Earth can get ahead to the ASD, five minutes minus two hours (Table 4). These five repetitions were represented by the five sides of the Cave that appear in the board at Figure 1.

Because it was necessary to get back 60 seconds, each group of five of Table 4 was repeated 12 times (Table 5). The 12 repetitions is the result of adding the three of the four bands registered in the board or affending the 12 segments present in the circular body of the snake in Figure 1. The relevant fact in Table 5 is that when the 60 seconds are completed, 60 years are affained and at this moment the rotation of the Earth was ahead of the ASD, 60 days minus 24 hours, equal to two lunations of 30 days minus one whole day. That is why 60 years represent the first big adjustment of the Earth rotation. Also it is important to mention that this period of time match with the first minute of the hour in the process of adjustment to the Earth rotation. In Table 5, the 12 repetitions could be reorganized in four groups of three repetitions each ones, indicating with that each 15 seconds the Earth rotation was ahead to of the ASD, 15 days (full moon) minus six hours (one quart of the day). But when we reorganize them in groups of four repetitions each one, denoted that every 20 seconds of Earth rotation was ahead to of the ASD, 20 days (important month in the pre-Hispanic culture) minus eight hours (one third of the day). These reorganizations of three and four repetitions responded to the groups of three and four bands that appear in the board of Figure 1.

In relation with the minute generated with the results of Table 5, it begins the development of Table 6, which include five minutes, in response to the five sides of the cave that appear in the board in Figure 1. When the five minutes are completed, the Earth rotation was ahead 10 lunations of the ASD.

Because it was necessary to arrive to the 60 minutes to complete the hour, the values of the five minutes were repeated 12 times like in Table 7. We already mentioned that the number of 12 appears in the board ($3 \times 4 = 12$) and in the snake's body in Figure 1. The 12 repetitions, of five minutes each one, could be reorganized in four groups of three repetitions each one, indicating with that when 15 minutes passes, the Earth rotation was ahead to of the ASD, 30 lunations of 30 days each one, minus 15 days (whole moon). In the same way, when the 12

Cuadro 8. Adelanto del tiempo de la rotación de la tierra (TRT) con relación al Día Solar Medio (DSM), a partir de 7 200 años equivalentes a dos horas.**Chart 8. Advance of the rotation of the Earth (ER) in relation with the Average Solar Day (ASD), starting in 7 200 years equal to two hours.**

Repeti- ciones	Horas		DSM	-	RT
1	2	[7 200 días =	15 (480) ciclos =	20 (360) años]	- [4 (30) lunaciones]
2	4	[14 400 días =	30 (480) ciclos =	40 (360) años]	- [8 (30) lunaciones]
3	6	[21 600 días =	45 (480) ciclos =	60 (360) años]	- [12 (30) lunaciones] ¹
4	8	[28 800 días =	60 (480) ciclos =	80 (360) años]	- [16 (30) lunaciones] ²
5	10	[36 000 días =	75 (480) ciclos =	100 (360) años]	- [20 (30) lunaciones]
6	12	[43 200 días =	90 (480) ciclos =	120 (360) años]	- [24 (30) lunaciones]
7	14	[50 400 días =	105 (480) ciclos =	140 (360) años]	- [28 (30) lunaciones]
8	16	[57 600 días =	120 (480) ciclos =	160 (360) años]	- [32 (30) lunaciones]
9	18	[64 800 días =	135 (480) ciclos =	180 (360) años]	- [36 (30) lunaciones]
10	20	[72 000 días =	150 (480) ciclos =	200 (360) años]	- [40 (30) lunaciones]
11	22	[79 200 días =	165 (480) ciclos =	220 (360) años]	- [44 (30) lunaciones]
12	24	[86 400 días =	180 (480) ciclos =	240 (360) años]	- [48 (30) lunaciones]

¹12 Lunaciones = 1 (360) año de 360 días.²16 Lunaciones = 1 (480) ciclo de 480 días.

360 días, menos 16 lunaciones de 30, similares a un ciclo de 480. En el Cuadro 8 se observa que cuando transcurrían 24 horas, la rotación de la tierra se adelantaba, al DSM, 180 ciclos de 480 días ó 240 años de 360 días, menos 48 lunaciones semejantes a cuatro años de 360 días. Las 24 horas por su parte, contienen 86 400 segundos que equivalen a 86 400 años, tiempo que se requería para ajustar el tiempo de rotación de la tierra, en el periodo de 24 horas que duraba el DSM.

La similitud de los resultados anteriores con las cifras de las Figuras 1 y 2, indican que el hombre prehispánico conocía la rotación de la tierra o Día Sideral, y creó al DSM de 24 horas para ajustar a este movimiento terrestre. Utilizó las constelaciones Osa Mayor y Cassiopeia como marcadores celestes, para el ajuste. Descubrió también que cada 60 años, equivalentes a un minuto, la rotación de la tierra se adelantaba al DSM, 60 días (dos lunaciones) menos un día completo (Cuadro 7).

La historia registra que la organización del sistema planetario fue dada a conocer en la primera mitad del siglo XVI por Nicolás Copérnico. También se ha mencionado que el hombre contemporáneo creó e inició la aplicación del DSM en 1816 (Arochi, 1981). Sin embargo Johnson y Mac Neish (1972), quienes realizaron estudios arqueológicos en la Cueva del Maíz (Figura 1) en la década de los 60, señalan que dicha cueva tiene una antigüedad de entre 12 000 y 15 000 años, época en que se construyó dicha estructura y el tablero que la rodea (Miranda, 1996 b). Esto indica que el conocimiento prehispánico de la rotación de la tierra se remonta a más de 10 000 años atrás, lo cual es congruente con la antigüedad que se atribuye al descubrimiento del Año Trópico o translación de la tierra (Miranda, 2000) y también al

repetitions are reorganize in groups of three and four repetitions each one, the rotation of the Earth was ahead to the ASD, 40 lunations minus 20 days (important month in the pre-Hispanic Era). As we mentioned before, these groups of three and four repetitions responded to the information that appears in the board in Figure 1. When the 60 minutes passed, a whole hour was completed, equivalent to 3 600 years, and at this moment the rotation of the Earth was ahead of the ASD, 120 lunations minus 60 days, equal to 10 years of 360 days, minus two lunations of 30 days each one (Table 7).

When the first hour is consumed, the results of the Table 7 repeat one more time to arrive to the two hours. These last results conformed the first row of the 12 that are represented in Table 8, where we can observe that the ASD gets to the 24 hours. In the same way, they could be reorganized in three groups of four repetitions each one, indicating with that when the two hours were completed, these correspond to 28 800 years. And the ASD, 60 cycles of 480 days, equivalent to 80 years of 360 days, minus 16 lunations of 30 days, similar to a cycle of 480 days. Also in Table 8 we can observe that when the 24 hours passed the Earth rotation was ahead to the ASD 180 cycles of 480 days or 240 years of 360 days, minus 48 lunations similar to four years of 360 days. By its part, the 24 hours contained 86 400 seconds that are equal to 86 400 years, time that is required to adjust the Earth's time rotation in the period of 24 hours that lasted the ASD.

The similitude of the anterior results with those established in Figures 1 and 2, indicate that the pre-Hispanic man knew the Earth rotation or Sidereal Day and he created the ASD of 24 hours to adjust this terrest

inicio del fitomejoramiento prehispánico en suelo americano (Miranda, 1996 a; 1998). Con el DSM y sus subdivisiones, el hombre prehispánico registró con mayor facilidad la rotación de la tierra, y esto le permitió programar mejor sus actividades cotidianas. Las diversas formas de medir el tiempo se registraron en obras arquitectónicas, esculturas, pinturas, artesanías, indumentarias, actividades artísticas, etc. Con el fin de resaltar la importancia de la rotación de la tierra en la vida diaria del hombre.

Dado que las cifras relacionadas con el ajuste de la rotación de la tierra aparecen reiteradamente en las zonas arqueológicas de México, se deduce que el hombre precolombino se interesó profundamente por conocer hasta los últimos detalles de este movimiento, causante de la sucesión del día y la noche. La presencia o ausencia de luz solar durante las 24 horas lo impulsaron a ordenar sus actividades cotidianas para mejorar sus formas de subsistencia. Como resultado de una vida más organizada surgió y creció la cultura, en torno al potencial material y espiritual del hombre. También se fortaleció la domesticación de los organismos necesarios para el bienestar y la superación humana. Estos antecedentes indican que la rotación de la tierra fue una causa impulsora del desarrollo cultural del hombre precolombino, ya que toda la información proveniente de dicho movimiento influyó en los resultados que alcanzaron las actividades agrícolas, políticas, económicas y sociales de los pueblos prehispánicos.

CONCLUSIONES

El hombre prehispánico sabía que la rotación de la tierra o Día Sideral tenía una duración de 23 horas, 56 minutos y cuatro segundos. Para registrar este período de tiempo creó el DSM de 24 horas, donde cada hora constaba de 60 minutos y cada minuto de 60 segundos. Comparando la duración de ambos tipos de día, se sabía que el DSM superaba a la rotación de la tierra en cuatro minutos menos cuatro segundos. Esta diferencia de tiempo era de un día menos 24 minutos, en un año de 360 días. El hombre prehispánico equiparó este lapso a un segundo, y a partir de esta unidad reinició el ajuste de la rotación de la tierra hasta llegar a 24 horas. Durante el proceso de ajuste descubrió que cada 60 años, equivalentes a 60 segundos (un minuto), la rotación de la tierra se adelantaba, al DSM 60 días menos un día completo. De ahí que este periodo de tiempo haya sido muy relevante en el ajuste de la rotación de la tierra. Al completarse 3 600 años, iguales a una hora, la rotación de la tierra se adelantaba al DSM 10 años de 360 días menos dos lunaciones de 30 días. Por otro lado, al completarse 86 400 años, similares a 24 horas, la rotación de la tierra se adelantaba, al DSM, 180 ciclos de 480 días, equivalentes a 240 años

movement. In the same way, he used the constellations: the Mayor Osa and the Cassiopeia, like celestial markers, to realize the mentioned adjustment. He discovered that every 60 years, equivalent to one minute, the rotation of the Earth was ahead of the ASD, 60 days (two lunations) minus one whole day (Table 7).

History registers that the organization of the planetary system given to the public knowledge in the first half of the XVI century by Nicolas Copernicus. It is also mentioned that the contemporaneous man created and started the application of the ASD since the year of 1816 (Arochi, 1981). However Johnson and Mac Neish (1972), who realized archeologic studies in the Cave of Corn (Figure 1), in the decade of the sixties, pointed out that such cave has an antiquity that varies between 12 000 and 15 000 years, Era in which such structure and board were built (Miranda, 1996b). This indicates that the pre-Hispanic knowledge, of the Earth rotation, goes back to more than 10 000 years ago, which is congruent to the antiquity that is attributed to the discover of the Tropic Year or translation of the Earth (Miranda, 2000) and also to the beginning of the pre-Hispanic fitoimprovement in the American soil (Miranda, 1996; 1998). The ASD and its respective subdivisions, the pre-Hispanic man register with more facility the Earth rotation and that allowed him to program in a better way his ordinary activities, in every ecologic region that he decided to establish himself. The different forms of measuring the time were registered in architectural works, craft objects, attire creations, paintings, artistic activities, etc. All the above with the purpose to point out the great importance that the rotation of the Earth had in the ordinary life of man.

Given that data related with the adjustment of the Earth rotation appear constantly in the archeologic regions of Mexico, we can conclude that the pre-Colombian man was very interested in knowing in a very profound way the last details of this movement, cause of the succession of day and night. The presence or absence of solar light during a 24 hours period, motivated him to organize his ordinary activities with the purpose to improve his forms of survival. As a result of a more organized life, culture emerged and grew up around the material and spiritual potential of man. Also the domestication of all the necessary organisms involved in human progress and welfare, was strengthen. This background indicates that the rotation of the Earth was one of the main causes in the cultural development of the pre-Colombian man, because all the information that came from that movement influenced the results that the pre-Hispanic people earned in the agricultural, economic and social activities.

de 360 días, menos cuatro años de 360 días. Para facilitar el desarrollo y registro de la rotación de la tierra, el hombre prehispánico utilizó como marcadores celestes a las constelaciones denominadas Osa Mayor y Cassiopeia, entre otras. Las evidencias indican también que el conocimiento relacionado con la rotación de la tierra y sus modelos de ajuste, se remontan a más de 10 000 años antes del presente. Considerando que los modelos utilizados para registrar a la rotación de la tierra se encuentran en diversas obras culturales prehispánicas, se concluye que este movimiento fue una de las causas fundamentales en el desarrollo de la cultura precolombina.

LITERATURA CITADA

- Arochi L., E. 1981. La Pirámide de Kukulkán, su Simbolismo Solar. 3a. Edición. Editorial Orión. 334 p.
- García, R., y P. Gross. 1983. Enciclopedia de las Ciencias Larousse. Vol. 1. Banco de México, S.A. 283 p.
- Johnson, F., and R. S. Mac Neish. 1972. Chronometric Dating. In: Mac Neish, R. S. (G. Ed.). The Prehistory of the Tehuacán Valley. Volume Four. Chronology and Irrigation. University of Texas Press. Austin and London. pp. 3 55.
- Miranda C., S. 1991. La Rotación de la Tierra. Agrociencia. Serie Fitociencia 2(2): 137-152.
- Miranda C., S. 1996 a. La Agroastronomía. In: Zapata A., R.J. y Calderón A., R. (eds). Memorias del Primer Foro Nacional Sobre Agricultura Orgánica: Producción de México hacia el Mundo. Univ. Aut. Metropolitana. pp. 92 - 100.
- Miranda C., S. 1996b. Un calendario de ocho mil años de antigüedad en México. Memorias del II Simposio Internacional y III Reunión Nacional Sobre Agricultura Sostenible: Una contribución al desarrollo agrícola integral. Comisión de Estudios Ambientales y Campus San Luis Potosí del Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. pp. 1 - 8.
- Miranda C., S., 1998. El mejoramiento genético del maíz en la época prehispánica. In: Cuevas S., J. A., Cedillo P., E., Muñoz O., A., y Vera C., P., (eds). Lecturas en Etnobotánica. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 267 - 282.
- Miranda C., S., 2 000. Antigüedad del ciclo prehispánico de 128 años. In: Zavala G., F., Ortega P., R., Mejía C., J. A., Benítez R., I. y Guillén A., H. (eds). Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. Notas Científicas. SOMEFI. Chapingo, México. Pag. 70.
- Valencia R., F. 1980. Introducción a la Geografía Física. Editora de Periódicos, S. C. L. La Prensa.

CONCLUSIONS

From the results obtained in this essay, it can be concluded that the pre-Hispanic man knew that the rotation of the Earth or Sidereal Day lasted 23 hours, 56 minutes and four seconds. To register this period of time, he created the ASD, where each hour had 60 minutes and every minute, 60 seconds. Comparing the two types of days, it was obvious that the ASD transcend the rotation of the Earth for about four minutes minus four seconds. This difference of time was of a day minus 24 minutes in a year of 360 days. The pre-Hispanic man compared this lapse to one second, and starting from this unit he restarted the adjustment of the rotation of the Earth until it get to 24 hours. During this process of adjustment, he discovered that every 60 years, equivalents to 60 seconds (one minute), the rotation of the Earth was ahead of the ASD, 60 days minus one complete day. That is why this period of time had been very relevant in the adjustment of the Earth rotation. When 3 600 years are completed, equal to an hour, the rotation of the Earth was ahead to the ASD, 10 years of 360 days, minus two lunations of 30 days. In the other hand, when 86 400 years are completed, similar to 24 hours, the ER was ahead to the ASD, 180 cycles of 480 days, equal to 240 years of 360 days, minus four years of 360 days. To facilitate the development and the record of the Earth rotation, the pre-Hispanic man used as celestial markers the constellations denominated the Mayor Osa, the Cassiopeia, and others. The evidence also indicated that the knowledge related with the Earth rotation and its models of adjustment, remote to a period of time that transcend the 10 000 years. Considering that the models used to register the Earth rotation were found in diverse pre-Hispanic cultural works, we concluded that this movement was one of the principal causes of the development of the pre-Columbian culture.

- End of the English version -

- Fin de la versión en español -