

ALGUNOS PROBABLES EFECTOS DE CAMBIOS CLIMATICOS EN LAS TIERRAS
BAJAS MAYAS *

David H. Snow
Santa Fe, Nuevo México

"La dificultad ... al tratar con paisajes en cualquier lugar donde el hombre se ha asentado densamente, es separar los efectos humanos de los naturales. En apariencia esto implica que el hombre no es natural, lo que revierte a una cuestión de definición que por el momento quisiera evitar. Al mapear y describir los paisajes del mundo, esto lleva a los ecólogos a participar en el juego de 'supongamos que el hombre no existe'. Es un juego complicado y algo difícil que algunas veces lleva a considerables disputas ..."
(Bates 1960:113-114)

Entre las explicaciones que se ofrecen, y dadas las evidencias para dar cuenta de la decadencia y colapso de la cultura maya en las tierras bajas y su fracaso para recuperarse in situ, los factores ecológicos han sido preferidos por mucho tiempo. Culbert 1983, presenta una breve reseña de estos factores y a excepción de los probables efectos de eventos catastróficos como sismos y huracanes, las explicaciones ecológicas que existen son argumentos "internos" (Sabloff 1973), a los cuales se llega inductivamente, los cuales son conjuntos de datos o hipótesis incompletos y/o improbables. La mayoría de las explicaciones externas, como guerras o colapso de las redes de intercambio (Webb 1973; Rathje 1973), no incluyen consideraciones medio ambientales como clima, tal vez como reacción al determinismo ambiental anterior (Cook 1921; Ricketson y Ricketson 1937).

* Traducción de Patricia Fournier
(Dirección de Monumentos Prehispánicos)

Una preocupación fundamental de los datos ecológicos y medio ambientales ya sea modernos o históricos, se relaciona con los -- orígenes y efectos de sabanas en el Petén (Morley 1946; Covich y Stuiver 1974; Turner 1978; Rice y Rice 1979). El aumento de las -- sabanas y la competencia de hierbas provocados por técnicas de roza y quema fueron explicaciones causales sobre el colapso maya. Los estudios limnológicos continúan enfocándose en la evidencia -- de paleosabanas y su papel en la prehistoria de las tierras bajas mayas.

Deevey et al. (1979) entre otros, analizan evidencias que, según ellos interpretan, indica deforestación hacia el siglo IX D.C., en la Cuenca Yaxha-Sacnab. Turner (1978:14-15) ha sugerido, con base en datos de polen estudiados por Deevey y Tsukada (1967), que los pastos carbonizados y el polen de arbustos intermedios -- que se encontraron en el núcleo de un lago, pueden representar un ciclo corto de barbecho y roza-quema, como una de varias estrategias agrícolas intensivas practicadas por los mayas de las tie---rras bajas durante el Clásico. Por otro lado Wiseman (1978:114) sugiere que los datos de polen del núcleo de Eckixil ilustran un "cambio de [un] régimen agrícola dominado por Zea y arbustos a un paisaje boscoso", que ocurrió rápidamente en la transición del Clásico al Postclásico. Los ecólogos consideran que las sabanas -- tropicales resultan principalmente a partir de una conversión de bosque. Sagan et al. (1979:1366; Lundell 1937) calculan un promedio mundial de 7×10^6 km² de deforestación tropical antropogénica.

Los datos palinológicos son la base primaria para inferir -- cambios en patrones de paleo-vegetación, reflejando lo que se supone son las alteraciones del bosque tropical por la intervención humana. Sin embargo, la detección de paleosabanas, a partir de núcleos de lagos presenta variaciones por la recuperación diferencial de polen (Covich 1978) y por el hecho de que ninguno de los

lagos del Petén, donde se tomaron núcleos, está sin perturbaciones por la ocupación humana. Las alteraciones humanas de la vegetación de las zonas lacustres del Petén pueden inferirse cuando - menos desde el Clásico, o tal vez antes (Rice 1978:50). Los núcleos también presentan problemas interpretativos debidos a la su peroxigenación de los sedimentos del fondo, la cual destruye el - polen. La perturbación estratigráfica por actividades de invertebrados (béntica) tal vez resulte en estratigrafía mezclada o en - la destrucción del polen en segmentos del núcleo (Covich 1978; Deevey et al. 1979). La precipitación y los extremos de temperatura, al igual que cambios hidrológicos, también inhiben la reconstrucción precisa de patrones paleoecológicos al eliminar el polen frágil de las secuencias del núcleo (Faegri e Iverson 1964; Hills y Randall 1968).

No obstante, las sabanas en climas tropicales quizá son fenómenos naturales y pueden deberse a la "influencia de extremos estacionales en la humedad del suelo, incluyendo inundación --- ... [o] ... condiciones desfavorables de drenaje ... con periodos alternados de anegamiento y desecación. En estas circunstancias no crecerán bosques, ya que pocas especies leñosas están --- adaptadas a estos extremos." (Whitten 1979:245).

Dos problemas importantes se suman a los esfuerzos para interpretar las reconstrucciones paleoambientales en las tierras bajas tropicales, además de los datos en sí mismos. En primer lugar, las explicaciones de condiciones medio ambientales derivadas de datos paleoecológicos, que explícita o implícitamente se asumen antes de conocer la historia paleoambiental y las estrategias agrícolas en las tierras bajas, por analogía con la vegetación y las estrategias agrícolas actuales (Cook y Morley 1920; Lundell 1937; Rice 1978). Estos supuestos son injustificables (Harrison y Turner 1978) y Covich ha analizado la posibilidad de que:

"si... las biotas preagrícolas estaban cambiando de manera dinámica en la composición de especies como respuesta a condiciones climáticas variadas, serían resistentes y estarían relativamente bien adaptadas a los cambios medio ambientales provocados por ... el cultivo." (Covich 1978:147-148)

Covich examina la evidencia limitada que sugiere que, parte del ecosistema preagrícola de las tierras bajas sufrió cambios -- fundamentales de especies ocasionalmente, y Siemens (1978) presenta datos tentativos que insinúan que la desecación fue tal vez un factor ambiental en las tierras bajas durante el periodo Clásico. Las implicaciones son que otros factores fuera del hombre tuvieron quizá papeles críticos en la formación de hábitats macro y microecológicos, durante el uso y ocupación por parte del hombre de las zonas de las tierras bajas.

Un problema mucho más serio, que el de suponer que la vegetación actual es una réplica de la pasada, es que los datos que se presentan como evidencia de la deforestación antropogénica no -- pueden resolver, y mucho menos señalar, el hecho de que la perturbación humana (cultivo) refleja aridez, ya que ambos factores alteran el clima del bosque. Por ejemplo, Deevey et al. (1979), analizan el polen de los núcleos Yaxha-Sacnab en términos de alteración humana. Sin embargo, el grado en que los tipos y frecuencias de polen en esos núcleos, representan desecación o perturbación humana no es evidente a partir de los datos. La evidencia, de --- cualquier clase, que implica la existencia de paleosabanas en el bosque tropical, rara vez es suficiente para permitir discriminar entre estas alternativas, y este tema se resuelve mediante la habilidad para identificar y medir los efectos de los factores humanos o climáticos, o bien de ambos, e incluso de otros factores. Las relaciones cambiantes entre estas variables clave, con respecto a cambios paleoecológicos durante el Clásico, deben ser el objetivo de estudios ambientalistas sobre el pasado maya.

A continuación se presentará una revisión de los posibles -- efectos del clima en las tierras bajas y de los cambios paleoclimáticos que se conocen, o se supone que hubo, los que tal vez se correlacionan temporalmente con cambios en las tierras bajas mayas reflejados en el registro arqueológico. La intención de este artículo no es inferir o proponer relaciones directas de causa-efecto entre cambios culturales y paleoclimáticos, sino más bien -- consideramos que el cambio climático constituye una condición suficiente, aunque no necesaria, bajo la cual puede esperarse que -- haya ocurrido un cambio cultural en el régimen de bosque tropical en las tierras bajas. El clima es un factor condicionante, de manera que los cambios climáticos deberían relacionarse en formas -- específicas y predecibles con los cambios en macro y micro ambientes. Si un modelo de cambio climático puede predecir efectos medio ambientales específicos, entonces el papel del hombre en una unidad ecológica dada, efectuada por tal cambio también podría -- predecirse dentro de ciertos parámetros. Así, el registro arqueológico tal vez pueda utilizarse como prueba de la validez o probabilidad del modelo y de su predictibilidad.

El cambio climático no puede ser una explicación del colapso o surgimiento maya, pero el paleoclima debe considerarse tanto como una parte del sistema cultural pasado como del moderno. El clima proporciona condiciones o parámetros, dentro de los cuales pueden predecirse estabilidad y diversidad específicas medio ambientales. Si los cambios en ambientes locales y regionales pueden -- predecirse, a partir de modelos de cambio climático, los efectos de tales cambios sobre las poblaciones humanas pueden probarse en términos del registro arqueológico y paleoecológico.

Sin embargo, debe hacerse énfasis en que la paleoclimatología implica supuestos, tal vez no menos justificados que los de la paleoecología y arqueología. Los climatólogos tienen una serie de métodos, teorías, hipótesis y modelos probados sobre procesos

y cambios climáticos, mucho más complejos que los arqueólogos sobre la cultura o el registro arqueológico. De manera similar, la ecología tiene más posibilidad de definir y medir las interrelaciones complejas de comunidades dentro de sistemas más grandes, al igual que la dinámica de estabilidad y diversidad de los ecosistemas. En este artículo no se pretende explicar el colapso u otro aspecto de la historia cultural y procesos de los mayas, simplemente se trata de presentar una serie de aspectos de índole metodológico.

CLIMA Y VARIACIONES CLIMATICAS

Una preocupación constante de climatólogos, meteorólogos y otros especialistas interesados en predecir eventos pasados, es la posible naturaleza repetitiva de la respuesta climática a procesos causales desconocidos que probablemente depende:

"...del estado climático inicial particular que, a su vez, depende de estados climáticos previos, debido a que a largo plazo los verdaderos estados de equilibrio de constantes de océanos, biósfera, litósfera y criósfera, tal vez no existen y el sistema climático quizá se encuentra en un estado continuo de ajuste transitorio." (Kutzbach 1976:475)

Por lo general, el clima resulta de cambios en condiciones atmosféricas, radiación y topografía para cualquier área dada (Trewartha 1961). La atmósfera se compara con una "máquina calefactora movida por el sol" (Bryson 1974:756), en la cual la circulación resulta de la distribución de la calefacción y enfriamiento que genera ondas y corrientes -vientos- a gran escala, que producen patrones climáticos globales. La dependencia y naturaleza de los mecanismos internos y externos para el cambio climático no han sido resueltas por climatólogos o meteorólogos, pero las variables externas tienen un importante papel según señalan Gribben

y Kutzbach (1978,1976) al explicar el cambio climático a largo y corto plazo. Es fundamental la interacción de variables internas de estados atmosféricos, que se manifiestan como temperatura del aire, presión, vientos, precipitación y humedad. Cada uno de estos factores no sólo interactúan continuamente entre sí, sino que son afectados y, a su vez, afectan la cantidad de radiación solar que actúa en la atmósfera circulante.

La temperatura del aire está estrechamente relacionada con la temperatura de la superficie del mar, ya que la atmósfera está en contacto cercano con el agua en el 72% de la superficie de la tierra. La atmósfera es sensible a tales "condiciones de límite del fondo", que permiten el intercambio de calor entre el océano y la atmósfera, y que efectúan la intensidad y cantidad de radiación solar, que se transmite hacia abajo a través de la atmósfera (Bryson 1974; Barnett 1978). Además, como el océano acumula y almacena la radiación solar incidente, para su posterior liberación a la atmósfera, el océano puede iniciar cambios en el clima. La transferencia de calor resulta en una influencia un tanto desestabilizadora sobre la atmósfera, y proporciona tanto ímpetu como sustento a los regímenes de la corriente oceánica.

En latitudes medias, el intercambio directo está limitado estrechamente a márgenes continentales y se asocia con corrientes templadas de la frontera occidental, por ejemplo, la Corriente Ecuatorial del Atlántico Norte y la Corriente del Golfo. Durante fines del otoño, invierno y principios de la primavera, el océano libera calor que se ha almacenado como resultado de la acumulación en el transcurso del verano. Las anomalías en la temperatura de la superficie del mar tienen importantes efectos climáticos a corto plazo, hasta de varios años de duración (Barnett 1978:159-173), y pueden estar acompañados por movimientos horizontales y verticales o desviaciones de los vientos alisios y contralisios (los vientos del este y del oeste). Los vientos del oeste se mue-

ven desde el Ecuador a los polos en una dirección de oeste a este; a medida que se enfrían sobre la región polar del norte descienden, ya que son más pesados, y regresan desde una dirección noreste, como vientos del este o vientos alisios hacia el Ecuador, durante el invierno. Los vientos ciclónicos y anticiclónicos resultan del contacto de los vientos del oeste y del este, produciendo frentes que generan gran parte del clima local en el hemisferio norte. Tanto los vientos ciclónicos como anticiclónicos, son dirigidos por los vientos del oeste superiores fuertes, o corrientes, que oscilan de norte a sur a medida que se mueven alrededor del globo en latitudes polares. Estos movimientos en zigzag producen crestas y zonas de bajas presiones que, si son lo suficientemente fuertes para bloquear los vientos alisios que se mueven de noreste a suroeste, provocan patrones climáticos prolongados en latitudes medias, un ejemplo es el período de sequedad y -tolvaneras en el centro de E.U.A.

La intensidad de la luz solar al atravesar la atmósfera y la cantidad que alcanza la tropósfera, es el resultado de la radiación solar en ondas cortas. La cantidad de calor como energía -- que, a su vez, es reflejada de la superficie de la tierra a la atmósfera (energía calorífica de ondas largas), proporciona una medida del albedo de la tierra, o la cantidad relativa de la radiación entrante que absorbe y refleja la superficie de la tierra. Por tanto, la cubierta de nubes continua afectará el albedo. Por mucho tiempo se ha sabido, que la ceniza volcánica en suspensión tiene un efecto en la cantidad de radiación solar que llega a la superficie de la tierra; el resultado es un efecto total de enfriamiento con cambios consecuentes en los patrones climáticos en la superficie (Bryson 1974; Bryson y Goodman 1980).

VARIABLES CLIMATICAS EN LAS TIERRAS BAJAS

La precipitación es la principal variable en las tierras ba-

jas centrales y en el sur de la Península de Yucatán. Collier --- (1964), Nivo, 1964 y Culbert et al, 1978, señalan que la temperatura es relativamente estable durante todo el año ya que varía menos de 10 grados centígrados por año. Ambas áreas ocupan una zona graduada óptima de precipitación anual y temperatura anual altas combinadas. La mayor parte de la precipitación cae aproximadamente desde mayo o junio a octubre y noviembre, y resulta de un solo patrón climático básico. Culbert et al. (op cit.) compilaron cálculos de precipitación mensual promedio, que muestran una amplitud aproximada, de 1500 a 3000 mm de precipitación anual promedio en dirección sur desde Flores, Petén, a Quiriguá. El incremento no sólo consta de promedios mensuales más altos, sino también de una "temporada seca" más corta. El contraste provoca un segundo pa---trón climático básico, este patrón estacional del clima es un fenómeno del sistema del Golfo de México, cuya temperatura del agua superficial es relativamente estable durante el año, la temperatura del agua superficial en el Golfo disminuye durante el invierno con proximidad a las márgenes continentales.

A) Estación de lluvias: La Corriente Ecuatorial del Atlántico Norte, que fluye del norte en el Golfo de México, trae aguas -superficiales tropicales tibias, sobre las cuales se forman masas ascendentes de aire tropical húmedo, durante el verano en el norte del hemisferio. A medida que este ecuador termal migra al norte, de junio a agosto, los vientos alisios más fríos, vientos del este, tienen que elevarse sobre la masa, donde se vuelven inestables y producen una precipitación pluvial persistente. Una característica de este patrón es la formación de perturbaciones y de--presiones -huracanes- tropicales, cuyo impacto común en las tie--rras bajas es en forma de fuertes lluvias.

B) Estación seca: En el hemisferio norte el ecuador termal -migra hacia el sur, al principio del otoño y el invierno, dejando como estela los efectos de cinturones de presión atmosférica al--

ta, que obligan a que descienda el aire seco, caliente y estable. Cuando esta masa está descendiendo, los vientos del este que fluyen sobre ella no son forzados a ascender, como en el verano, y también son secos y estables. Las temperaturas de la estación seca tienen una amplitud diaria mayor que durante la estación de lluvias, pero la temporada seca está marcada principalmente por una disminución en la precipitación mensual promedio. No se ha registrado un mes en que no haya precipitación en las tierras bajas centrales y del sur. Por tanto, la precipitación del invierno resulta de la incursión de los vientos del oeste o contralisios, que llevan aire polar al sur, contra aire más caliente sobre las masas de tierra de latitudes medias. A medida que el aire de la tierra se enfría, durante el invierno, se forma un sistema de alta presión que dirige los vientos al sistema de baja presión del Golfo. Esto tiene el efecto de desviar el aire polar de los vientos del oeste hacia el sur, a Centroamérica. Cuando este aire se mueve al sur, sobre masas terrestres más calientes que el aire de los vientos del oeste, a menudo resulta una precipitación fuerte: temporales, cabañuelas y nortes.

La estacionalidad anual de la intensidad de la precipitación, reflejada en la variabilidad de un mes a otro de norte a sur, constituye el aspecto más significativo del clima respecto a las tierras bajas. Este patrón permite cosechas múltiples de maíz, más o menos exitosas, en las tierras bajas y Culbert et al. (1979) han discutido algunas de las posibles implicaciones de este fenómeno para el Clásico maya. Por otra parte, Leonard (1955: 4) tiene una referencia adicional sobre la doble cosecha entre los lacandones en el área de Laguna de Miramar. Las implicaciones de este patrón de clima variable sobre el patrón de vegetación son tal vez más importantes.

Los árboles tienen un efecto moderador sobre el clima, de manera que la deforestación produce variaciones de amplitud local de mayor magnitud de caliente a frío, de húmedo a seco, que afecta la clase y densidad de futuros sistemas vegetacionales. Los resultados de la lixiviación y erosión debidos a la deforestación en suelos lateríticos tropicales son bien conocidos, y Deevey et al. (1979) recientemente mostraron algunos de los efectos de los procesos de erosión. El desmonte en bosques tiene efectos en la absorción solar y la reflectividad de la superficie y, en consecuencia, la temperatura en el balance de calor y precipitación, al igual que la estabilidad de la atmósfera sobre la superficie (Sagan y Goodman 1979; Kellog 1978:210). Por otro lado, Wiseman (1978) analiza las probables implicaciones del cultivo selectivo de árboles, produciendo bosques tropicales artificiales, en el "quasi bosque tropical" lluvioso; los beneficios incluyen la inhibición de la lixiviación y erosión de los suelos y otras condiciones que llevan a la formación de sabanas.

Los bosques en el norte y centro del Petén se han denominado "quasi bosque tropical" (Lundell 1937), en los cuales el grado de caducidad refleja la variabilidad de la precipitación pluvial anual. El verdadero bosque tropical requiere un mínimo de 50 mm de precipitación mensual y más de 1200 mm anual, o mayor de 2000 mm anual, si la precipitación mensual desciende a menos de 50 mm. Se ha señalado que el decremento en la precipitación anual media en la Cuenca del Amazonas sólo puede garantizar una modificación en el tipo de bosque, desde Tropical Seco (1000-2000 mm) a Tropical Muy Seco (500-1000 mm). Esta es la diferencia que hay entre el noreste y sur del Petén, que se caracteriza como "quasi bosque tropical". El Tropical Muy Seco contiene una biomasa más baja y fácilmente se transforma a condiciones de sabana por cultivo intensivo de roza y quema.

Wagner (1964) considera que gran parte de la sabana que se -

encuentra esparcida con diferentes formaciones de vegetación estacional en las tierras bajas tropicales y las tierras altas de Centroamérica, son inducidas por el hombre. Sin embargo, señala que las sabanas estacionales naturales se asocian principalmente con hábitats de riberas y de orillas de lagos, sujetos a inundaciones estacionales o periódicas (cf. Whitten 1979). En el mejor de los casos, la agricultura es difícil en éstas localidades y en la actualidad se utilizan sobre todo para pastoreo.

"muchas especies de formaciones de bosques estacionales [caducos] aparecen como islas de bosques en las sabanas [de las tierras bajas de Chiapas]. No hay diferencias observables entre los suelos de las áreas de sabana y los de terrenos boscosos cercanos, y [el fuego y el posible cultivo anterior] parecen explicar la existencia, o tal vez la tremenda extensión a partir de pequeñas ocurrencias naturales de esta formación." (Wagner 1964:250).

La topografía de karst en el norte del Petén llevó a Steven (1964:300) a sugerir que debido a la continua percolación bajo la superficie, que colapsa el subestrato de calizas, las depresiones resultantes tal vez tuvieron inundaciones estacionales extensas sobre grandes áreas. Tal proceso constituiría condiciones ideales para el desarrollo de sabanas, además de que quizá reduciría la cantidad de suelos útiles locales (véase también Siemens 1978). Siguiendo a Whitten (1979:246), los cambios en la hidrología sumados a la alteración por parte del hombre y del clima, posiblemente promovieron el crecimiento de sabanas.

Por último, en reconocimientos recientes de las sabanas del centro del Petén, se encontró ocupación limitada y a corto plazo, durante el Preclásico Terminal y Clásico Temprano, y un sitio de esta ocupación durante el Clásico Tardío. La conclusión es que:

"los mayas se estaban adaptando a los pastizales en lugar de que los hubieran provocado. La densidad y dura

ción ocupacional en las sabanas no es lo suficiente--
mente extensa para demostrar sobreexplotación del sue-
lo y degradación medio ambiental ... al parecer los -
mayas eligieron de manera deliberada un medio ambien-
te específico existente." (Rice y Rice 1979:24-25).

Es prematuro considerar todas las sabanas en las tierras ba-
jas como el resultado de agricultura sobreintensiva de roza y que
ma durante el Período Clásico, o como el resultado de la urbaniza-
ción (Deevey et al. 1979). Las tierras de sabanas bien drenadas,
soportadas por suelos Redzina o semejantes a los Redzina, por no
estar sujetas a inundaciones estacionales y, por tanto, a cambios
estructurales y de la textura del suelo, deberían ser objeto de -
recuperación por bosques caducos si se dejaran solos. Su existen-
cia supuestamente desde fines del Postclásico en la zona central
de sabanas, sugiere a Turner (1978:174) orígenes naturales y no -
antropogénicos.

POSIBLES EFECTOS DE LA VARIABILIDAD CLIMATICA A CORTO PLAZO

Varios investigadores han concluído que se carece de eviden-
cias de cambio climático significativo en las tierras bajas (Cow-
gill y Hutchinson 1963; Tsukada y Deevey 1967). El hecho de que -
cada vez sea más patente la variabilidad ecológica en las tierras
bajas mayas, indica una interacción compleja de comunidades de --
suelo, flora, hidrología, clima y el hombre. En un nivel general
de análisis, estas variables y su distribución son el resultado -
de regímenes climáticos regionales. La variabilidad climática ---
tiene impactos diferenciales en cada una de las comunidades en --
sus asociaciones y sus relaciones sucesivas, después de un retor-
no a la "normalidad". En términos de clima, la precipitación y,
en menor grado, la temperatura, son las variables clave que puede
esperarse hayan producido efectos significativos en las asociacio-
nes intra e intercomunidad.

En vista que los patrones de precipitación son estacionales en las tierras bajas y resultan de dos patrones diferentes de circulación global, que interactúan entre sí y con el sistema climático del Golfo de México, puede esperarse que los cambios en cualquiera de ellos produzcan cambios correspondientes en los patrones de precipitación y/o temperatura, que afectan las comunidades de las tierras bajas.

Por ejemplo, una disminución en la precipitación invernal -- tendría el efecto de incrementar las diferencias en la variación estacional en el Petén. Un aumento en la frecuencia y extensión del bosque decíduo y un bosque lluvioso verdadero en receso, podría ser una consecuencia importante. El resultado sería una biomasa menor florísticamente sobre un área más grande y, debido a la diferenciación en aumento entre estaciones, se expanderían las alteraciones en la naturaleza de los mecanismos de defensa de las comunidades de plantas, contra las partes hervíboras (cf. Wiseman 1978:75). Si fuera significativa la precipitación invernal reducida, y en correspondencia los meses del invierno fueran más fríos, las áreas de cosechas múltiples se reducirían sólo a zonas de bosque lluvioso verdadero, pero bajo distribución disminuída. No obstante, tales condiciones podrían acelerar la erosión del suelo -- hasta niveles críticos, o más allá de ellos, en el "quasi bosque lluvioso" con la llegada de lluvias fuertes y persistentes de verano. Un posible resultado de esto sería un aumento en la destrucción de zonas boscosas por el cultivo de roza y quema. Bajo estas condiciones, se esperaría un crecimiento de sabanas, en particular en áreas adyacentes a arroyos, lagos y depresiones.

Puede esperarse que como resultado de un cambio sostenido hacia el sur de los contralisios y/o vientos del oeste altos oceánica precipitación invernal reducida acompañada por enfriamiento. Un cambio de este tipo, no sólo provocaría el descenso de la temperatura del agua superficial del Golfo, reduciendo así la ---

transferencia de energía, durante parte de la estación y perturbando la temperatura superficial anual, relativamente balanceada, sino que bloquearía o retrasaría los efectos de los vientos alisios a fines de la primavera. Se postergaría entonces, la llegada de las lluvias de verano y una posible consecuencia, sería la reducción de la temporada de cultivo.

Un incremento en la duración del régimen de precipitación durante el verano, sin un cambio invernal significativo, podría tener el efecto de una expansión del bosque lluvioso verdadero, a expensas de terrenos con la mezcla de bosque deceduo y sabana en el centro y norte del Petén. En el bosque lluvioso existente, demasiada humedad, si esto es posible, y radiación solar reducida, serían perjudiciales para la maduración de semillas de cosechas. Quemar árboles jóvenes o la cubierta vegetal se dificultaría bajo condiciones de incremento de humedad y las milpas en el bosque -- lluvioso artificial, se reducirían al cultivo de tubérculos y árboles frutales. Los suelos aluviales deseables en el bosque lluvioso son más abundantes en zonas adyacentes a los ríos y deberían someterse a un aumento de las inundaciones hasta el grado en que el rendimiento de las cosechas se redujera de manera significativa. El incremento en la duración de las lluvias de verano en las zonas más al norte de la región, con su topografía dominante de karst cerca de la superficie, podría estimular la necesidad y expansión de obras intensivas para el control del agua y transporte que analiza Siemens (1978). Estos programas de obras agrícolas intensivas podrían reemplazar las cosechas múltiples, si se acentuaran los extremos de estacionalidad.

El papel del clima en explicaciones "externas" de eventos importantes en las tierras bajas mayas, ha sido menor y no se ha desarrollado hasta ningún nivel útil. Sin embargo, en un comentario reciente en Newsweek (Update, Diciembre 1, 1980:15-16) se señala -- que Bruce Dahlin considera que:

"Una caída severa en la precipitación pluvial -combinada con una población en auge- pudo haber condenado a la metrópoli El Mirador. De manera irónica, tal vez una sequía impulsó el surgimiento de El Mirador: una temporada seca coincidió con su fundación y quizás -- forzó a los mayas a unirse ..."

Así también Wendland y Bryson (1974:21) subrayaron que:

"...la casi coincidencia del fin de la serie maya --- El Mirador, con eventos climáticos fechados por radiocarbono, es interesante a la luz de un simposio convocado para analizar el colapso de la civilización maya ... Se observaron cinco factores de tensión interna que estaban asociados con los primeros indicios de desintegración que se asume son posteriores a aproximadamente - 770 D.C. Que no se incluyera un cambio medio ambiental, o que se relacionara de manera directa o indirecta con cualquiera de las cinco tensiones, o bien que ni siquiera se mencionara como un factor casual posible, sugiere que la decadencia de la civilización maya tuvo un origen totalmente interno, una discusión - que puede cuestionarse en forma seria por los resultados de esta investigación."

Si el cambio climático es de utilidad, debe demostrarse que tales cambios no sólo ocurrieron en el pasado con una magnitud -- significativa, para que hayan afectado a las poblaciones humanas, sino que pueden predecirse consecuencias específicas de dichos -- cambios. La incapacidad de predecir dónde y cómo se modifican los sistemas climáticos globales o regionales, puede disminuir la posibilidad del uso de esos datos por parte de los arqueólogos. Un ejemplo de cambio climático fechado y sus efectos sobre otros sistemas culturales del hemisferio norte, debería ser suficiente para ilustrar la aplicabilidad de los datos al colapso maya de las tierras bajas.

CORRELACION DE EVENTOS PALEOCLIMATICOS Y CULTURALES

El oceanógrafo noruego, Otto Pettersson, fue uno de los pri-

meros en reconocer, mediante el uso de documentos históricos, una fuerte correlación entre factores climáticos pasados y cambio cultural (sintetizados en Carson 1961:163-170). Los efectos de inmensas mareas que surgían bajo el agua producidas por la Corriente - del Golfo a medida que se movía en dirección este, hacia la costa del norte de Europa, permitió que Pettersson propusiera una teoría de los levantamientos y descensos cíclicos. Un efecto principal de la marea se correlacionó con el enfriamiento creciente de las latitudes norte, entre aproximadamente 900 y 1300 D.C. Durante este periodo se dió y se desvaneció la expansión vikinga hacia el oeste en el Nuevo Mundo, además de que colapsó la economía pesquera del Báltico, creando un trastorno poblacional, hambrunas y tensión económica de magnitud considerable. Groenlandia se congeló y las colonias vikingas se mudaron hacia el oeste sólo para desaparecer, bloqueadas por el regreso de inmensas capas de hielo, que cayeron al sur hasta el Atlántico norte.

Posteriormente, los paleoclimatólogos han identificado varias inversiones y alteraciones climáticas desde fines del Pleistoceno, incluyendo el "pequeño óptimo", que Pettersson relacionó con mareas que surgían bajo el agua y que tuvieron un papel importante en eventos humanos en Europa y en el hemisferio norte (Gribben y Lamb 1978; Wendland y Bryson 1974; Bryson y Murray 1977).

Hay considerables evidencias, sobre todo en la forma de anillos de árboles del suroeste de E.U.A., de que el período comprendido entre los siglos XII y XIII D.C. fue seco. El abandono virtual de grandes áreas en la región durante este período, tiene paralelos en movimientos significativos de poblaciones en las Grandes Planicies de E.U.A. (Bryson y Murray 1977), y a lo largo del norte y norte-centro de México. La caída de Tula, por ejemplo, se dice que fue provocada por una sequía seguida por inundaciones, plagas de insectos, etc. Bryson y Murray argumentan que estos eventos están relacionados y resultaron de vientos del oeste, que

se desplegaron en el occidente de E.U.A.

"...los vientos del oeste en expansión provocarían un flujo de aire que correría desde las Rocallosas y a lo largo de las Planicies y, como siempre es el caso con el aire que baja por una pendiente montañosa, sería seco. Ya que los vientos del oeste son un elemento constante en la atmósfera, encontramos una 'sombra' seca continua al este de las Rocallosas, las Grandes Planicies. Pero cuando se contraen los vientos del oeste hacia el polo, el aire húmedo puede penetrar hacia el norte desde el Golfo de México y la sombra es relativamente pequeña ... consideramos que los vientos del oeste desplegados se habrían extendido hacia el este, bloqueando las fuentes de aire húmedo, acrecentando la sombra seca de las Rocallosas." (Bryson y Murray 1977:29).

El resultado fue la desaparición del Mill Creek Aspect y un ocaso rápido de Cahokia.

La correlación de polen fechado y los datos culturales y geológicos recopilados por Wendland y Bryson (1974), revela una importante discontinuidad aproximadamente en 1260 D.C. que, como ellos señalan, se correlaciona además con el colapso maya en las tierras bajas. Aunque el margen de error en sus correlaciones no puede determinarse con precisión, una discontinuidad tal, es lo bastante cercana tanto al hiatus del Clásico como al colapso final, que puede proponerse como hipótesis una correlación. Wendland y Bryson no ofrecen razones climáticas específicas para la discontinuidad de esa época, pero pueden especificarse cuando menos otros dos eventos prehistóricos importantes: 1) la retirada de Teotihuacán de gran parte de su extenso imperio aproximadamente en 500 D.C. y su rápido ocaso alrededor de 700 D.C. 2) una acelerada intensificación de la agricultura en el suroeste de E.U.A. (Basketmaker III-P I). En general, los paleoclimatólogos han observado una tendencia de clima calido, que finalizó antes de 600 D.C., en el hemisferio norte, precedida por una época climática fría, entre aproximadamente 900 y 300 A.C. Un régimen más frío --

culmino con avances glaciales alrededor de 900 D.C., seguido por un óptimo climático entre aproximadamente 900 y 1100 D.C. Las probables relaciones de estas tendencias generales, junto con modelos específicos de la mecánica del clima y su variabilidad, deberían propiciar una perspectiva más amplia de los eventos paleoecológicos y la conducta prehistórica en las tierras bajas mayas.

BIBLIOGRAFIA

- Barnett, Tim
1978 "The role of the oceans in the global climate systems" Climate Change (ed., J. Gribben). Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- Bates, Marston
1960 The Forest and the Sea.
- Bryson, Reid A.
1974 "A perspective on climatic change" Science 184:753-60
- Bryson, Reid A. y Brian M. Goodman
1980 "Volcanic activity and climatic changes" Science 207:1041-44
- Bryson, Reid A. y T. J. Murray
1977 Climates of Hunger. Univ. of Wisconsin Press.
- Carson, Rachael
1961 The Sea Around Us. Signet Science Library -- Books. New York.

- Collier, Albert
1964 "The American Mediterranean" Handbook of Middle American Indians, Vol I University of - Texas Press Austin.
- Cook, Orator R.
1921 Milpa Agriculture: A primitive tropical system. Annual Report of the Smithsonian Institution (1919). GPO, Wash. D.C.
- Covich, Alan P.
1978 "A reassessment of ecological stability in the Maya area: Evidence from Lake studies of early agricultural impacts on biotic communities" Pre-hispanic Maya Agriculture. (ed., Peter D. Harrison and B. L. Turner II). UNM Press. Albuquerque.
- Covich, Alan P. y Minze Stuiver
1974 "Changes in oxygen 18 as a measure of long-term fluctuations in tropical lake levels -- and molluscan populations" Limnology and --- Oceanography 19:682-91.
- Cowgill, Ursula M. y G. Evelyn Hutchinson
1963 "Ecological and Geochemical Archaeology in the Southern Maya Lowlands" SWJA 19:267-86.
- Culbert, T. Patrick (ed.)
1973 The Classic Maya Collapse. UNM Press. Albuquerque.
- Culbert, T. Patrick, P. C. Magers, y M. L. Spencer
1978 "Regional variability in Maya lowland agriculture" Pre-hispanic Maya Agriculture. (ed., Peter D. Harrison and B.L. Turner II). UNM Press, Albuquerque.

- Deevey, E.S., D.S. Rice, P.M. Rice, H.H. Vaughn, M. Brenner y M.S. Flannery
1979 "Mayan urbanism: Impact on a tropical karst environment" Science 206:298-306.
- Faegri K. y J. Iverson
1964 Textbook of Modern Pollen Analysis (2a. ed.), Hafner. New York.
- Gribben, John
1978 Climatic Change. Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- Harrison, Peter D. y B. L. Turner II
1978 Pre-hispanic Maya Agriculture. UNM Press. Albuquerque.
- Hills, T. y R. Randall (eds.)
1968 "The ecology of the forest/savanna boundary" McGill Univ. Savanna Research Series, 13.
- Kellog, William W.
1978 "Global influences of mankind on the climate" Climatic Change, (ed., J. Gribben). Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- Kutzbach, John E.
1976 "The nature of climate and climatic variations" Quaternary Research 6:471-80.
- Leonard, Juan
1955 Preliminary Report - Ethnology (CIAM Expedition - 1955), ms., Centro de Investigaciones Antropológicas de México.

Lundell, Cyrus L.

1973

The vegetation of Peten. (Carnegie Institution of Washington, Publication No. 478.) Wash., D.C.

Morley, Sylvanus G.

1946

The Ancient Maya. (2a. ed., revised by G. Brainerd). Stanford Univ. Press. Stanford.

Newsweek

1980

"The Lost Glory of El Mirador"
Dec. 1, pp. 15-16.

Rathje, William L.

1973

"Classic Maya development and denouement: a research design" The Classic Maya Collapse (ed. T. Patrick Culbert). UNM Press. Albuquerque.

Rice, Don S.

1978

"Population growth and subsistence alternatives in a tropical lacustrine environment" Pre-hispanic Maya Agriculture (ed. Peter D. Harrison and B. L. Turner II). UNM Press. Albuquerque.

Rice, Don S. y Prudence M. Rice

1979

"Home on the Range: Aboriginal Maya Settlement in the Central Peten Savannas"
Archaeology 32:16-25.

Ricketson, Oliver G., y Edith B. Ricketson

1937

Uaxactun, Guatemala, Group E, 1926-1931.
Carnegie Institution of Washington, Publication No. 477. Wash., D.C.

- Sabloff, Jeremy A.
1973 "Major Themes in the past hypotheses of the Maya collapse" The Classic Maya Collapse. (ed., T. Patrick Culbert). UNM Press. Albuquerque.
- Sagan, Carl, O. B. Toon y J. B. Pollack
1979 "Anthropogenic Albedo Changes in the Earth's Climate" Science 206:1363-68.
- Siemens, Alfred H.
1978 "Karst and the pre-hispanic Maya in the southern lowlands" Pre-hispanic Maya Agriculture. (ed. Peter D. Harrison y B. L. Turner - II). UNM Press. Albuquerque.
- Stevens, Rayfred L.
1964 "The soils of Middle America and their relations to Indian peoples culture" Handbook of Middle American Indians, Vol. I (ed. Robert C. West). Univ. of Texas Press. Austin.
- Trewartha, Glenn T.
1968 An Introduction to Climate. McGraw-Hill Book Co. New York.
- Tsukada, Matsuo y Edwards S. Deevey
1967 "Pollen analyses from four lakes in the southern Maya area of Guatemala and El Salvador" Quaternary Paleoecology (ed., E. J. Cushing y H. E. Wright). Yale Univ. Press. New Haven.
- Turner, B. L. II
1978 "Ancient agricultural land use in the central Maya lowlands" Pre-hispanic Maya Agriculture. (ed., Peter D. Harrison y B. L. Turner II). UNM Press. Albuquerque.

Vivó Escoto, Jorge A.

1964

"Weather and climate of Mexico and Central - America" Handbook of Middle American Indians, Vol. I (ed., Robert C. West). Univ. of Texas Press. Austin.

Wagner, Phillip L.

1964

"Natural vegetation of Middle America" Handbook of Middle American Indians, Vol I (ed., Robert C. West). Univ. of Texas Press. Austin.

Webb, Malcom C.

1973

"The Peten Maya declive viewed in the perspective of state formation" The Classic Maya Collapse. (ed. T. Patrick Culbert). UNM -- Press. Albuquerque.

Wendland, Wayne M. y Reid A. Bryson

1974

"Dating climatic episodes of the Holocene" Quaternary Research 4:9-24.

Whitten, Richard G.

1979

"Comments on the theory of Holocene refugia in the culture history of Amazonia" American Antiquity 44:238-51.

Wiseman, Frederick M.

1978

"Agricultural and historical ecology of the Maya lowlands" Pre-hispanic Maya Agriculture. (ed., Peter D. Harrison y B. L. Turner II). UNM Press. Albuquerque.