

# LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN LAS ANTIGUAS CIUDADES DE UXMAL Y CHICHEN ITZÁ

Juan José Ancona Aragón<sup>1</sup>, José Salvador Flores<sup>2\*</sup> y José Huchim Herrera<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Herbario Alfredo Barrera Marín, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.

<sup>2</sup>Departamento de Botánica, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.

<sup>3</sup>Departamento de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, centro Yucatán. Km. 6 ½ Carretera Mérida-Progreso S/N, Mérida, Yucatán, CP 97310

\*Correo: fguido@uady.mx

## RESUMEN

Los mayas han habitado la Península de Yucatán preservando la naturaleza y la cultura a través del tiempo con una alta capacidad de resiliencia y con una estrategia de uso múltiple de la vegetación. Con base en la revisión de la literatura y el muestreo de 4000 m<sup>2</sup> de vegetación en los sitios arqueológicos de Uxmal y Chichén Itzá se presentan los posibles sistemas de producción utilizados en tiempos pasados como la milpa y los sistemas silvícolas con el uso y manejo de especies de árboles útiles multipropósitos, de igual manera se discuten como estos sistemas de producción influyeron durante el colapso de esta enigmática cultura a finales del periodo Clásico. Concluyendo finalmente que la combinación de estos dos sistemas de producción en los sitios estudiados como en las tierras bajas del norte amortiguaron los cambios ambientales durante el colapso prolongando su caída hasta el periodo del Postclásico.

**Palabras clave:** sistemas de producción, sistemas silvícolas, milpa, Uxmal, Chichén Itzá

## PRODUCTION SYSTEMS IN THE ANCIENT CITIES OF UXMAL AND CHICHÉN ITZÁ.

### ABSTRACT

The Maya have inhabited the Yucatan Peninsula preserving nature and culture through time both with high resilience and a strategy for multiple use of vegetation. Based on a literature review and sampling of 4000 m<sup>2</sup> of vegetation in the archaeological sites of Uxmal and Chichen Itza, potential production systems used in the past such as milpa for the maize and silvicultural systems with the use and management of multipurpose tree species, also was discussed how this production systems influenced during the collapse of this enigmatic culture at the end of the Classical period. Finally, was concluded that the combination of these two production systems cushioned environmental changes, both in the study sites and in the Northern Lowlands during the collapse and extending its fall toward Postclassic period.

**Keywords:** production systems, silvicultural systems, maize field, Uxmal, Chichén Itzá

## Introducción

Las estrategias de subsistencia por parte de los mayas yucatecos, consistía en diferentes maneras de apropiación de los recursos naturales, y son estas estrategias las que han permitido su permanencia en la península de Yucatán durante los últimos 3 mil años, lo cual sugiere que han manejado sus recursos naturales de manera exitosa, preservando la naturaleza y la cultura a través del tiempo con una alta capacidad de resiliencia y con una estrategia de uso múltiple de la vegetación (Barrera-Bassols y Toledo, 2005). Por lo tanto, el amplio conocimiento del uso y el manejo de la vegetación que tienen los mayas se ha adquirido para suplir necesidades básicas e inmediatas como pudieron ser la defensa, la alimentación y la medicina, hasta llegar al punto de construir estructuras para la vivienda, el cultivo y la domesticación de una gran diversidad de especies apareciendo así, los primeros sistemas agrícolas (Flores *et al.*, 1995).

Entre estas estrategias de subsistencia utilizadas por los mayas se pueden encontrar dos formas básicas de producción con diferentes técnicas. El primer sistema es el manejo de la vegetación, y quizá una forma incipiente y pre-agrícola, el cual consiste en manipular las poblaciones o comunidades de especies vegetales silvestres *in situ* con la finalidad de optimizar su aprovechamiento, esta forma de manejo también puede ser considerada como sistemas silvícolas, cultivos *in situ* o sistemas de manejo no agrícola (Casas, 2001; Caballero y Cortés, 2001; Caballero *et al.*, 1998). Por otro lado, se encuentra la agricultura, el manejo agrícola o cultivo, este sistema es una forma de producción en el cual el hombre modifica el medio físico, manipula el ambiente y las poblaciones de plantas, propagando las estructuras reproductivas de las plantas ya sean estas domesticadas o extraídas de sus ambientes naturales al ambiente artificial donde se controlan los elementos físicos, químicos y biológicos, existe una mayor demanda de trabajo, de energía y un mayor impacto ambiental (Colunga, 1984; Casas *et al.*, 1997; Casas, 2001; Zizumbo y Colunga, 2009).

Así por ejemplo, tenemos que los mayas prehispánicos como los campesinos en la actualidad utilizaron sistemas de producción agrícola intensivo y extensivo para lograr sostener altas densidades poblacionales como la milpa de roza-tumba-quema (Morley, 1946), terrazas (Turner II, 1978, Turner II y Harrison, 1978), canales asociados con campos elevados o drenados en bajos (Harrison, 1977 y 1990) y otros asociados con la desviación y

aprovechamiento de los cauces de los ríos (Siemens y Puleston, 1972), todos estos sistemas contribuían a la deforestación de grandes extensiones de selva.

Sin embargo, estudios sobre sistemas de producción en las tierras bajas mayas del norte han revelado que en algunas regiones estos pobladores además de sistemas agrícolas intensivos también tenían un amplio manejo y conocimiento de sistemas silvícolas, los cuales eran ecológicamente sostenibles y no había una tala total de la selva. La producción de especies arbóreas multi-propósito era el fin de estos sistemas, además de aprovechar el espacio horizontal también se aprovechaba el espacio vertical y las diferentes condiciones topográficas, y microclimáticas, cultivando diferentes especies a diferente tiempo pero en un mismo espacio (Barrera *et al.*, 1977; Gómez-Pompa, 1987; Gómez-Pompa *et al.*, 1987, Rico-Gray *et al.*, 1985).

El objetivo de este trabajo se basó en responder las siguientes dos preguntas ¿son la composición y los valores de importancia de las especies indicadoras de un manejo silvícola ancestral de la vegetación en los sitios mayas de Chichen Itzá y Uxmal? ¿Cómo influyeron los sistemas agrícolas y los sistemas silvícolas las tierras bajas del norte y las tierras bajas del sur durante el colapso maya a finales del periodo Clásico?

## Metodología

**Área de estudio.** Ambos sitios arqueológicos se localizan en las tierras bajas del norte, el cual comprende la porción norte de los estados de Campeche y Quintana Roo así como la totalidad del estado de Yucatán (Figura 1).

Uxmal y Chichén Itzá son dos de los principales sitios arqueológicos mayas de Yucatán con mayor demanda turística. El primer sitio, se localiza en la parte suroeste de la península de Yucatán, en los municipios de Santa Elena y Muna en la sierrita de Ticul o desde el punto de vista arqueológico conocida como la región Puuc (Figura 1). Está cubierta por tres principales tipos de vegetación: selva mediana subcaducifolia, selva baja caducifolia y selva inundable, con árboles de hasta 18 metros de altura (Ancona-Aragón, 2012).

Chichén Itzá, en cambio se localiza en el noreste de la península de Yucatán en el municipio de Tinum (Figura 1), la vegetación dominante en este sitio es de selva mediana subcaducifolia con árboles que alcanzan hasta los 25 metros de altura (Flores y Espejel, 1994).



**Figura 1.** Localización de los sitios arqueológicos estudiados y zonificación de las tierras mayas (modificado de Arqueología Mexicana).

Para responder la primera pregunta se realizó un muestreo de la vegetación, para ello se establecieron 40 parcelas de 100 m<sup>2</sup> haciendo un total de 4000 m<sup>2</sup> de la siguiente manera: 10 parcelas en cada uno de los complejos arquitectónicos y 10 parcelas en la selva de buen estado de regeneración y están rodeando el complejo arquitectónico y aun se aprecian relictos de antiguos asentamientos prehispánicos. En estas parcelas se censaron los individuos arbóreos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor a los 10 cm y se obtuvieron los valores de importancia de cada una de las especies. Se obtuvieron los valores relativos de Densidad, frecuencia y dominancia y los valores de importancia relativa. Para determinar la similitud entre sitios estudiados se estimó el índice de Morisita-Horn con un algoritmo UPGMA de igual manera se obtuvo el índice de diversidad de Shannon Wiener de los sitios estudiados, en ambos índices se utilizó el programa MVSP. Con respecto a la segunda pregunta se revisó la literatura respecto a los sistemas de producción en el área maya y las posibles causas del colapso de esta enigmática civilización maya.

## Resultados y Discusión

**Diversidad y similitud florística entre Uxmal y Chichén Itzá.** En total se midieron 772 árboles con un DAP mayor o

igual a 10 cm, de 25 familias, 57 géneros y 66 especies (Anexo 1), siendo Fabaceae la familia con mayor riqueza de especies en todos los sitios. En general se encuentra un promedio de 180 individuos con un DAP mayor o igual a 10 cm por 0.1 hectárea, siendo el complejo arquitectónico de Chichén Itzá el que presenta mayor número de individuos (Tabla 1). De los cuatro sitios muestreados se observó que la selva de Chichén Itzá es la que presenta una mayor riqueza y por el contrario se encuentra el complejo arquitectónico de Uxmal, aun cuando se observa mayor riqueza de especies en la selva de Chichén Itzá el índice de H' es más bajo que el de los sitios con menor riqueza de especies (Tabla 1). En los anexos 1 y 2 se enlistan las 20 especies con mayor valor de importancia relativa, entre estas especies de gran valor económico y multipropósito para los campesinos mayas como *Bursera simaruba*, *Piscidia Piscipula*, *Lysiloma latisiliquum*, entre otras.

Sitio	Ind/0.1 ha	Ind. Divers.	No. de especies
C.A. Uxmal	196	3	23
C.A. Chichén Itzá	205	4.2	31
Selva de Chichén Itzá	186	3.9	36
Selva de Uxmal	185	4.6	31
<b>Total</b>	<b>722</b>		<b>66</b>

**Tabla 1.** Densidad de individuos por 0.1 hectárea y número de especies por sitios muestreados, C.A.=Complejo arquitectónico.

En cuanto a la similitud florística, la selva de los alrededores de Chichén Itzá es muy semejante a la vegetación del complejo arquitectónico de Chichén Itzá pues comparten el 73% del total de sus especies, también se observó que ambos sitios de Chichén Itzá son muy similares con ambos sitios de Uxmal, compartiendo más del 49% de sus especies, sin embargo la similitud entre la selva de los alrededores de Uxmal y la vegetación del complejo arquitectónico de Uxmal son poco semejantes pues solo comparten el 26% de las especies esta baja similitud se puede deber a la baja diversidad de especies encontradas en el complejo arquitectónico de Uxmal.

**La silvicultura y la agricultura en Chichén Itzá y Uxmal.** Desde hace varias décadas se ha propuesto que

Sitio	SUx	CAUx	SCh	CACH
SUx	1			
CAUx	0.26	1		
SCh	0.51	0.58	1	
CACH	0.49	0.59	0.73	1

**Tabla 2.** Matriz de similitud, SUx= selva de Uxmal; CAUx= complejo arquitectónico de Uxmal; SCh= selva de Chichén Itzá; CACH= Complejo arquitectónico de Chichén Itzá.

la actual vegetación natural en los sitios arqueológicos tiene especies en su composición y estructura que nos pueden indicar acciones de selección y manejo en el pasado (Rico-Gray *et al.*, 1985). Sin embargo, hasta el momento no existen datos que den indicios de terrazas, de milpas de roza tumba y quema y de algún otro sistema de producción tanto en Uxmal como en Chichen Itzá, sin embargo con nuestros datos es posible predecir que la presencia de especies de árboles útiles tanto en la zona del complejo arquitectónico, como dentro de las selvas que se encuentran cerca de estructuras arquitectónicas sin restauración, indican que dichas especies fueron cultivadas o manejadas en diferentes intensidades.

Meave del Castillo (1990) ha propuesto que la presencia y abundancia de especies de Ceiba (*Ceiba pentandra*) y Caoba (*Swietenia macrophylla*) en el sitio arqueológico de Bonampak, Chiapas son indicadoras de deforestaciones debido a sus características ecológicas, pues requieren de demasiada luz y espacio para germinar, desarrollarse y dominar el dosel de las selvas.

En el área maya del norte y centro de la península de Yucatán, estas dos especies no tienen distribución natural y tampoco son observadas en selvas maduras y secundarias, más que en cultivos. Pero una especie similar ecológicamente a la caoba y la ceiba es el pich (*Enterolobium cyclocarpum*), esta especie es heliófila y se encuentra abundante y muy dispersa en la zona arqueológica de Uxmal y Chichen Itzá. Este árbol podría ser considerado también como una especie indicadora de áreas deforestadas en estos sitios arqueológicos, donde posiblemente se desarrollaban sistemas de producción como la milpa de roza-tumba-quema. Aunado a las características ecológicas mencionadas por Meave del Castillo (1990) para la ceiba y la caoba, Budowsky (1965) agrega que estas especies pueden permanecer por siglos en un sitio hasta formar parte del dosel de la selva como individuos enormes, pero no se reproducen más, características que también se observan en el *E. cyclocarpum*.

Miranda (1958) observó que la presencia de *E. cyclocarpum* en selvas secundarias de aproximadamente 40 a 50 años de regeneración fueron rancherías, pequeños poblados o áreas de cultivo donde sus habitantes toleraron, fomentaron y/o propagaron estos árboles dada su utilidad como sombra, forraje, alimento y medicina. Esto también puede aclarar la presencia y abundancia de *E. cyclocarpum* en nuestras áreas de estudio.

Tres de las especies con alto valor de importancia relativa en las selvas de Uxmal y Chichén Itzá son *B. simaruba*, *L. latisiliquum* y *P. piscipula*, especies multipropósito de gran valor económico para los mayas (Rico-Gray *et al.*, 1985; Zamora *et al.*, 2009) de los cuales se obtienen resinas y pinturas (Folan *et al.*, 1979; Turner II y Miksicek, 1983). Son especies características de la selva mediana subcaducifolia primaria y son dominantes aun cuando son selvas secundarias (Flores y Espejel, 1994). La abundancia de estas especies en los sitios arqueológicos estudiados es probable que se deba a la práctica de dejar individuos en pie durante el desmonte tal y como lo hacen los campesinos contemporáneos en el área (Zamora *et al.*, 2009) y su facilidad de retoñar ante actividades destructoras de la agricultura como el fuego (Miranda, 1958). Pero además, estas especies junto con *E. cyclocarpum* hacen más concreta la idea de que la selva estuvo deforestada en algún momento de su historia, y se encontraban rodeando centros ceremoniales, casas habitaciones o áreas de producción agrícola.

Otras especies que se registran en estos sitios arqueológicos y que fueron de gran importancia para los mayas prehispánicos utilizados para prácticas religiosas y como recipientes son *Crescentia cujete* y *Randia longiloba*. De la primera especie solo se encontraron dos individuos, puesto que su distribución natural se restringe en las sabanas y selvas inundables del norte del estado de Yucatán y zonas inundables del estado de Campeche, de tal manera se asume que son relictos de antiguos cultivos mayas, que fueron utilizados como recipientes de uso común para la alimentación. La segunda especie los mayas lo llaman *kax*, esta especie es más abundante que la primera, incluso se encuentra rodeando las estructura piramidales del sitio, el fruto de esta especie fue utilizado por los mayas prehispánicos (de Landa, 1556) y actualmente lo siguen utilizando los *X'men* para la preparación y el resguardo de ungüentos y venenos que se utilizan en rituales místicos, por lo tanto al igual que *C. cujete* esta especie pudo ser cultivada y/o manejada en los centros ceremoniales por los antiguos sacerdotes mayas (de Landa, 1556).

De igual forma encontramos al palo del tinte (*Haematoxylum campechianum*) en pequeñas poblaciones en la zona de aguadas y de vegetación inundable del sitio arqueológico de Uxmal, la presencia de esta especie en la zona es difícil de explicar, debido a que las características ecológicas donde se encuentran son las adecuadas para que se desarrolle de manera natural, pero también pueden ser relictos de plantas cultivadas

en la zona para la obtención de colorante y por ser una madera dura para la construcción de viviendas.

Otro grupo de plantas que se encuentran en zonas arqueológicas y mucho se ha discutido de su presencia en estos sitios es la abundancia de especies frutales y otros comestibles. Así por ejemplo, algunos investigadores han propuesto que la abundancia de *Brosimum alicastrum* en sitios arqueológicos se debe a que fueron cultivados por los mayas (Puleston, 1972; Folan *et al.*, 1979), otros investigadores asumen que las ruinas tienen los requerimientos ecológicos para su crecimiento y desarrollo y no es porque hayan sido cultivado y manejado por los antiguos mayas (Lambert y Arnason, 1982) y Peters (1983) considera que había un manejo silvícola donde se toleraba *in situ* y se recogían sus frutos. Sin embargo todos los estudios son realizados en zonas con mayor humedad donde la especie se distribuye de manera natural, ahora la interrogante es ¿qué significa que las encontremos en sitios arqueológicos mayas con menor humedad? Dado que la presencia de esta especie en Uxmal y Chichén Itzá es muy baja en comparación con otras especies útiles no es posible dar una respuesta concreta, sin embargo, es factible considerar las hipótesis de Puleston (1972) y Peters (1983) como las más acertadas para nuestra zona de estudio.

Otras especies de frutales que se encuentran en nuestra zona de estudio y probablemente sean relictos de un manejo son *Melicoccus oliviformis*, *Ehretia tinifolia* y *Cordia dodecandra* que aun cuando ningún individuo se encontró dentro de las parcelas muestreadas se aprecia abundantes individuos y sobretodo rodeando los centros ceremoniales que aún se encuentran escondidos en la selva.

Sin embargo estas especies frutales no son las únicas que utilizaron los mayas, desde tiempos prehispánicos bien es sabido que los mayas conocían 46 especies de frutales de los cuales 31 tienen actualmente poblaciones o ancestros silvestres en el área maya y 15 son especies introducidas posiblemente de otras áreas culturales de América (de Landa, 1556; AGN, 1895; Pérez Toro, 1942; Marcus, 1982; Flores y Flores, 2000; Colunga *et al.*, 2003), los cuales desde entonces pudieron haber tenido algún tipo de manejo *in situ* o *ex situ* y un proceso de selección artificial por parte de los pobladores mayas lo que explicaría la gran variabilidad intraespecífica de estas especies en la actualidad. Las especies frutales alóctonas utilizadas desde tiempos prehispánicos se adaptaron de manera exitosa desde un principio a la península de Yucatán que en la actualidad son

componentes muy importantes de la flora y fueron sometidos a cultivo, manejo y selección en sistemas silvícolas (Ancona *et al.*, 2010).

**Los sistemas agrícolas y no agrícolas en el colapso maya.** Durante la época prehispánica los mayas poblaron la península de Yucatán con alta densidad poblacional que tuvieron que maximizar la obtención de recursos alimenticios básicos, dentro de una tierra tan inhóspita donde los medios físicos son desfavorables para la agricultura, donde las condiciones climatológicas son adversas para el cultivo como la presencia de altas temperaturas, el marcado régimen estacional de lluvias (época de secas en invierno y lluvias copiosas en verano), cuyo alto grado de humedad favorece el desarrollo de enfermedades y plagas en las plantas cultivadas, así como un rápido reciclaje de nutrientes que provoca la existencia de horizontes superficiales muy delgados (Toledo *et al.* 2008; García de Miguel, 2000).

Pero no fue hasta el periodo de 750 a 1050 d.C., cuando se observa un colapso en la cultura maya en muchas partes de las Tierras Bajas, sin embargo partir de este periodo fue el de mayor florecimiento en el norte de Yucatán. Este proceso del colapso de la cultura de los mayas es un tema que hasta el momento se siguen debatiendo (Demarest, 2001). Así por ejemplo, se han propuesto posibles causas que llevaron al declive de esta civilización (Morley, 1946; Thompson, 1954; Culbert, 1995; Johnston, 1997). Sin embargo, consideramos que no existe una sola causa, más bien estas en su conjunto llevaron al colapso a los mayas en el clásico terminal.

En este artículo nos enfocamos a un problema ecológico, en su concepto más amplio: interacciones bióticas y abióticas en un ecosistema, incluyendo al humano, el cual pudo ser el inicio de este gran colapso. Este problema ecológico Johnston, (1997) lo ha denominado "*modelo ecológico del colapso*" cuya hipótesis está muy relacionada con las hipótesis de Culbert (1973 y 1995) al proponer que la alta densidad poblacional trae como consecuencia un estrés ecológico. En sus hipótesis proponen que la deforestación de grandes extensiones de selva, la intensificación de los sistemas agrícolas y el cultivo consecutivo de la tierra sin tiempo de descanso provocó cambios ambientales tales como largas temporadas sin lluvias y desgaste de los nutrientes del suelo. Esta sequía y bajos nutrientes del suelo disminuyeron la producción de alimento y por ende las muertes y las migraciones se intensificaron, aunado a la baja producción de los sistemas agrícolas, para lo que se presentan los problemas sociales como las guerras entre

ciudades para obtener nuevos espacios para incrementar las áreas de producción, lo cual implicó de igual manera la disminución de la población maya.

Lo sorprendente es que mientras ciudades en las tierras bajas de sur colapsaban, las ciudades en las tierras bajas del norte fueron entidades vigorosas en la época Postclásica (Demarest, 2001; Dahlin, 2004). Por ejemplo, la persistencia de Chichén Itzá y Uxmal así como de otros sitios de las tierras bajas del norte más allá de 850 d. C. presentan una paradoja a la luz de los datos paleoclimáticos que indican una larga temporada de fuerte sequía al mismo tiempo que en las tierras bajas del sur. Por lo tanto en este escrito retomamos la interrogante de Dahlin (2004): ¿cómo las tierras bajas del sur donde hay mayor nivel de precipitación y humedad, suelos más fértiles y adecuados para la producción colapsaron mientras que los mayas de las tierras bajas del norte con condiciones adversas sobrevivieron al colapso en el clásico terminal? Esta respuesta la dirigimos más a un buen uso y manejo recursos naturales de los mayas del norte de Yucatán, analizando la abundancia y dominancia de especies de plantas útiles en los sitios arqueológicos y en las selvas de sus alrededores de Chichen Itzá y Uxmal.

Sin embargo ante esta problemática los estudios sobre sistemas de producción en las tierras bajas mayas del norte (Barrera *et al.*, 1977) han revelado que estos pobladores además de sistemas agrícolas intensivos también tenían un amplio manejo y conocimiento de sistemas silvícolas donde la producción de especies arbóreas multipropósito era el fin de estos sistemas, donde además de aprovechar el espacio horizontal también se aprovechaba el espacio vertical y las diferentes condiciones topográficas, y microclimáticas, cultivando varias especies a diferentes tiempo pero en un mismo espacio, como los son los *Pet kot* (Gómez-Pompa *et al.*, 1987), posibles huertos familiares (McAnany, 1995), Vejolladas (Kepecs y Boucher, 1996) donde cultivaron una gran diversidad de especies frutales, medicinales, y otras multipropósito además de la recolección *in situ* (Rico-Gray *et al.*, 1985).

Estos sistemas silvícolas en la actualidad han demostrado ser más eficaces y productivos que el sistema de milpa, tal vez no generen una alta entrada de capital monetario pero ofrecen productos complementarios a los obtenidos en la milpa, de igual manera presentan una alta producción para el autoconsumo y la subsistencia familiar y para el intercambio local (Barrera-Bassols y Toledo, 2005).

## Conclusión

La evidencias de estas especies de plantas útiles así como en las referencia bibliográficas escritas por los conquistadores españoles, indican que efectivamente los mayas de las tierras bajas del norte como Uxmal y Chichen Itzá utilizaron un manejo silvícola con la producción de especies frutales y otras especies multipropósito como los actuales huertos familiares mayas, acompañado de extensas áreas de milpa de roza-tumba-quema para la producción de alimentos de subsistencia, lo que les permitió el amortiguamiento de los posibles cambios climáticos como la sequías y los bajos nutrientes de los suelos después de varios años de cultivo, prolongando su colapso hasta el periodo postclásico. A diferencia de los mayas que utilizaron la milpa, las terrazas, los canales asociados con campos elevados o drenados en bajos y otros asociados con la desviación y el aprovechamiento de los cauces de los ríos como los únicos sistemas de producción los cuales se intensificaron y la extendieron para lograr sostener una alta densidad poblacional contribuyó al abandono y a la caída de varias ciudades prehispánicas en las tierras bajas del sur en el Clásico terminal, pues hasta el momento no existen datos sobre sistemas de producción silvícola en estas ciudades que colapsaron.

## Literatura citada:

- Ancona-Aragón, J. J. 2012. *Caracterización de la vegetación de la zona arqueológica de Uxmal, Yucatán, México*. Tesis de Licenciatura en Biología. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la UADY.
- Ancona-Aragón, J. J., R. Ruenes-Morales y P. Montañez-Escalante. 2010. *Cultivos abandonados y subutilizados en Yucatán*. Ponencia en el Primer Congreso Internacional Culturas americanas y su ambiente: Perspectivas desde la zooarqueología, paleobotánica y etnobiología, del 1-5 de noviembre de 2010. Mérida, Yucatán.
- Archivo General de la Nación (AGN). 1895. *Carpología Mexicana*. Directorio General sobre la Producción de los Frutos en las Municipalidades del País. Observatorio Meteorológico Central. Secretaría de Fomento, México, D. F. México.
- Barrera, A., A. Gómez-Pompa y C. Vázquez-Yanes. 1977. El manejo de las selvas por los mayas: sus implicaciones silvícolas y agrícolas. *Biótica* 2(2): 47-61.
- Barrera-Bassols, N. y V. M. Toledo. 2005. Ethnoecology of the Yucatec Maya: symbolism, knowledge and management of natural resources. *Journal of Latin American Geography* 4: 9-40.

- Dahlin, B. H. 2004. Climate Change and the End of the Classical period in Yucatan. *Ancient Mesoamerica* 13: 327-340.
- Budowski, G. 1965. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. *Turrialba* 15(1):40-42.
- Caballero, J. y L. Cortés. 2001. Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México. En: Rendón-Aguilar, B., S. Rebollar-Domínguez, J. Caballero Nieto y M.A. Martínez-Alfaro (Eds.). *Plantas, cultura y sociedad, estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI*. Universidad Autónoma Metropolitana, SEMARNAT.
- Caballero, J., A. Casas, L. Cortés y C. Mapes. 1998. Patrones en el conocimiento, uso y manejo de plantas en pueblos indígenas de México. *Revista de Estudios Atacameños* 16: 181-196.
- Casas, A., J. Caballero, C. Mapes y S. Zárate. 1997. Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 61: 31-47.
- Casas, A. 2001. Silvicultura y domesticación de plantas en Mesoamérica. En: Rendón-Aguilar, B., S. Rebollar-Domínguez, J. Caballero Nieto y M.A. Martínez-Alfaro (Eds.). *Plantas, cultura y sociedad, estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI*. Universidad Autónoma Metropolitana, SEMARNAP.
- Colunga, P. 1984. *Variación morfológica, manejo agrícola y grados de domesticación de Opuntia spp. en el Bajío Guanajuatense*. Tesis de Maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Colunga, P., R. Ruenes-Morales y D. Zizumbo. 2003. Domesticación de plantas en la tierras bajas mayas y recursos fitogenéticos en la actualidad. En: Colunga, P. y A. Larqué Saavedra (Eds.). *Naturaleza y sociedad en el área maya pasado, presente y futuro*. CICY-Academia Mexicana de Ciencia. México.
- Culbert, T. P. 1973 *The Classic Maya Collapse*. University of New Mexico Press, Albuquerque.
- Culbert, T. P. 1995. Población, subsistencia y el Colapso de los Mayas del Clásico. En: J. P. Laporte y H. Escobedo (Eds.). *VIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*, 1994. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.
- Demarest, A. A. 2001. Nuevos datos y modelos complejos del colapso de las ciudades arqueológicas en Petén. En: Laporte, J. P., A. C. Suasnávar y B. Arroyo (Eds.). *XIV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*, 2000. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.
- de Landa, Fray Diego. 1556. *Relación de las cosas de Yucatán*. Porrúa (1978). México.
- Flores, J. e I. Espejel. 1994. Tipos de vegetación de la península de Yucatán. *Etnoflora yucatanense Fascículo 3*. Mérida, Yucatán.
- Flores, J. S., C. Echazarrate, H. Delfín y V. Parra. 1995. Diagnóstico del conocimiento y uso de los recursos naturales en el estado de Yucatán. En: Delfín, H., V. Parra Tabla y C. Echazarreta (Eds.). *Conocimiento y manejo de las selvas de la Península de Yucatán*. UADY.
- Flores, J. S. y A. G. Flores. 2000. Los frutales del área Maya Yucateca y su importancia en la dieta alimenticia. *Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán* 214(15):11-17.
- Folan, W. J., L. A. Fletcher & E. R. Kintz. 1979. Fruit, fiber, bark, and resin: social organization of a maya urban center. *Science* 204:697-701.
- García de Miguel, J. 2000. *Etnobotánica maya. Origen y evolución de los Huertos Familiares de la Península de Yucatán*. Tesis de doctorado, Universidad de Córdoba.
- Gomez-Pompa, A. 1987. On maya silviculture. *Mexican Studies/estudios Mexicanos* 3(1): 1-17.
- Gomez-Pompa, A., J. S. Flores and V. Sosa. 1987. The Pet kot: a man made tropical forest of the maya. *Inter-ciencia* 12(1): 10-16.
- Harrison, P. D. 1977. The rise of the bajos and the fall of the maya. In: Hammond, N. (Ed.). *Social process and maya prehistory: studies in memory of Sir Eric Thompson*. Academic Press, London.
- Harrison, P. D. 1990. Revolution in ancient maya subsistence. In: Clancy, F. S. and P. D. Harrison (Eds.). *Vision and revision in maya studies*. University of New Mexico Press. Albuquerque, Nuevo Mexico.
- Johnston, K. 1997. Ecología tropical y el colapso Maya. En: Laporte, J. y H. Escobedo (Eds.). *X Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*, 1996. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.
- Kepecs, S. and S. Boucher. 1996. The Pre-hispanic cultivation of Rejolladas and stone-lands: new evidence from northeast Yucatán. In: Fedick, S. L. (Ed.). *The managed mosaic ancient maya agriculture and resource use*. University of Utah Press. Salt Lake City.
- Lambert, J. D. H. & T. Arnason. 1982. Ramón and maya ruins: an ecological, not an economic, relation. *Science* 216:298-299.
- Marcus, J. 1982. The plant world of the sixteenth-century lowland maya. In: Flannery K.V. (Ed.). *Maya subsistence, studies in memory of Dennis E. Puleston*. Academic Press. New York.

- McAnany, P. A. 1995. *Living with the Ancestors: Kinship and Kingship in Ancient Maya Society*. University of Texas Press, Austin.
- Meave del Castillo, J. 1990. *Estructura y composición de la selva alta perennifolia de los alrededores de Bonampak*. Colección Científica, serie Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, D.F.
- Miranda, F. 1958. Estudio acerca de la vegetación. pp. 215-271. En: Beltran, E. (Ed). *Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. Vol.II.
- Morley, S. G. 1946. *The ancient maya*. Stanford University Press, California.
- Multi-Variate Statistical Package. 1999. Versión 3.10. [www.kovcomp.com/](http://www.kovcomp.com/)
- Pérez-Toro, A. 1942. Las plantas frutales de Yucatán. Educación revista de orientación pedagógica y social. *Publicaciones del gobierno de Yucatán*, segunda época, 4: 9-10.
- Peters, Ch. M. 1983. Observations on maya subsistence and ecology of a tropical tree. *American Antiquity* 48(3): 610-615.
- Puleston, D. E. 1972. *Brosimum alicastrum as a subsistence alternative for the classic maya of the central southern lowlands*. M.A. Thesis, University of Pennsylvania.
- Rico-Gray, V., Gómez Pompa, A. y C. Chan. 1985. Las selvas manejadas por los mayas de Yohaltun, Campeche, México. *Biotica* 10(4):321-327.
- Thompson, J. E. S. 1954 *The Rise and Fall of Maya Civilization*. University of Oklahoma Press, Norman.
- Toledo, V. M., N. Barrera Bassols, E. García Frapolli y P. Alarcón Chaires. 2008. Uso múltiple y biodiversidad entre los mayas yucatecos (México). *Interciencia* 33(5): 345-352.
- Turner II, B. L. 1978. Ancient agricultural land use in the central maya lowlands. In: Harrison, P. D. & B. L. Turner II (Eds). *Pre-hispanic maya agriculture*. University of New Mexico Press. Albuquerque.
- Turner II, B. L. & P. D. Harrison. 1978. Implications from agriculture for maya prehistory. In: Harrison, P. D. & B. L. Turner II (Eds). *Pre-hispanic maya agriculture*. University of New Mexico Press. Albuquerque.
- Turner II, B. L. & C. H. Miksicek. 1984. Economic plant species associated with prehistoric agriculture in the maya lowlands. *Economic Botany* 38(2): 179-193.
- Zamora, P., J. S. Flores-Guido y R. Ruenes-Morales. 2009. Flora útil y su manejo en el cono sur del estado de Yucatán, México. *Polibotánica* 28: 227-250.
- Zizumbo, D. y P. Colunga. 2009. El origen de la agricultura, la domesticación de plantas y el establecimiento de corredores biológico-culturales en Mesoamérica. *Revista de Geografía Agrícola* 41. 85-113.



Anexo 1. Lista florística de los complejos arquitectónicos y selvas de Uxmal y Chichén Itzá

Familia	Especie	SUx	SUx	CAUx	SCh	CACH
Annonaceae	<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou	0	0	0	1	1
Annonaceae	<i>Sapranthus campechianus</i> (Kunth) Standl.	0	0	0	0	1
Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i> Hemsley	1	1	0	0	0
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> (L.) J	0	0	1	0	1
Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i> A. DC.	0	0	1	0	0
Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i> A. DC	1	1	1	1	1
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> L.	1	1	1	1	1
Capparaceae	<i>Forchammeria trifoliata</i> Radlk.	0	0	0	0	1
Celastraceae	<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega	0	0	0	0	1
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> Willd. Ex Spreng.	1	1	0	1	0
Ebenaceae	<i>Diospyros anisandra</i> Blake	1	1	1	1	0
Ebenaceae	<i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.	1	1	1	1	1
Ebenaceae	<i>Diospyros verae-crucis</i> (Standley) Standley	0	0	0	1	0
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscopus aconitifolius</i> (Mill.) I. M. Johnston	0	0	0	0	1
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp.	1	1	0	0	0
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	1	1	1	0	0
Fabaceae	<i>Acacia gaumeri</i> Blake	1	1	1	1	1
Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	0	0	0	1	1
Fabaceae	<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Caesalpinia mollis</i> (Kunth) Spreng.	0	0	0	1	0
Fabaceae	<i>Caesalpinia yucatanensis</i> Greenm.	0	0	0	1	0
Fabaceae	<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose	0	0	0	0	1
Fabaceae	<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	0	0	0	0	1
Fabaceae	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i> Benth.	1	1	1	0	0
Fabaceae	<i>Pithecelobium</i> sp.	1	1	0	0	0
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	0	0	0	0	1
Fabaceae	<i>Haematoxylum campechianum</i> L.	1	1	0	0	0
Fabaceae	<i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose	1	1	0	1	0
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	0	0	0	0	1
Fabaceae	<i>Lonchocarpus longystilus</i> Pittier	0	0	1	0	0
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.	1	1	1	1	1
Fabaceae	<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell	1	1	1	0	1
Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth	1	1	1	1	1
Fabaceae	<i>Mimosa bahamensis</i> Benth.	0	0	0	1	0
Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg	1	1	1	1	1
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	1	1	1	1	1
Fabaceae	<i>Platymiscium yucatanum</i> Standl	1	1	0	0	1
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm	1	1	1	1	1
Malpighiaceae	<i>Bunchosia swartziana</i> Griseb.	0	0	0	1	0
Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i> L.	0	0	0	1	0
Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britt. & Baker F.	1	1	0	1	0
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	0	0	1	0	0
Malvaceae	<i>Phyllostylon brasiliense</i> Capp. Ex Benth. & Hook	1	1	1	1	0
Malvaceae	<i>Luehea speciosa</i> Willd.	1	1	0	0	1
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> M. Roemer	0	0	1	0	1
Meliaceae	<i>Trichilia americana</i> (Sesse & Moc.) T. D. Penn.	0	0	0	0	1
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	0	0	0	0	1
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	0	0	0	0	1
Myrtaceae	<i>Eugenia rhombea</i> (O. Berg) Krug & Urb.	0	0	0	1	0
Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	1	1	0	1	0
Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i> Donn. Sm.	1	1	1	1	0
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq.	1	1	0	1	0
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (R. & S.) Zucc	0	0	1	0	0
Rhamnaceae	<i>Krugiodendron ferreum</i> Urban	0	0	0	1	0
Rubiaceae	<i>Alseis yucatanensis</i> Standl.	0	0	0	1	0
Rubiaceae	<i>Guettarda elliptica</i> Sw.	0	0	0	1	0
Rubiaceae	<i>Guettarda gaumeri</i> Standley	1	1	0	1	1
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i> L.	1	1	0	0	0
Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i> Hemsley	1	1	0	1	1
Rubiaceae	<i>Randia obcordata</i> S. Watson.	0	0	0	1	0
Rutaceae	<i>Casimiroa tetrameria</i> Millsp.	0	0	0	1	0
Salicaceae	<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton & Millsp.	1	1	0	1	1
Sapindaceae	<i>Melicoccus oliviformis</i> Kunth	0	0	1	1	0
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk	1	1	1	1	0
Simaroubaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	0	0	0	1	0
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	0	0	0	0	1

**Anexo 2.** 20 especies con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) en los complejos arquitectónicos de Chichén Itzá y Uxmal.

Complejo arquitectónico Chichén Itzá		Complejo arquitectónico Uxmal	
Especie	VIR	Especie	VIR
<i>Bursera simaruba</i>	36.69	<i>Piscidia piscipula</i>	44.93
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	30.82	<i>Bursera simaruba</i>	33.11
<i>Piscidia piscipula</i>	30.79	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	30
<i>Diospyros tetrasperma</i>	19.71	<i>Cedrela mexicana</i>	27.14
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	12.95	<i>Acacia gaumeri</i>	14.09
<i>Lysiloma latisiliqua</i>	11.84	<i>Cordia dodecandra</i>	12.37
<i>Thouinia paucidentata</i>	10.9	<i>Tecoma stans</i>	8.99
<i>Leucaena leucocephala</i>	9.27	<i>Guazuma ulmifolia</i>	8.91
<i>Brosimum alicastrum</i>	9.14	<i>Karwinskia hunboltiana</i>	6.74
<i>Mosannonna depressa</i>	7.94	<i>Ehretia tinifolia</i>	6.39
<i>Pithecellobium dulce</i>	6.61	<i>Lonchocarpus longystilus</i>	6.34
<i>Trichilia americana</i>	6.28	<i>Lonchocarpus xuul</i>	5.64
<i>Casearia corymbosa</i>	6.17	<i>Melicoccus oliviformis</i>	5.62
<i>Cedrela odorata</i>	5.97	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	5.41
<i>Guettarda coombsii</i>	5.25	<i>Ceiba pentandra</i>	3.51
<i>Zuelania guidonia</i>	5.15	<i>Phylostylon brasiliensis</i>	3.01
<i>Randia longiloba</i>	4.83	<i>Pithecellobium dulce</i>	2.8
<i>Melicoccus oliviformis</i>	4.8	<i>Jatropha gaumeri</i>	2.76
<i>Ehretia tinifolia</i>	4.5	<i>Diospyros anisandra</i>	2.73
<i>Alseis yucatanensis</i>	4.5	<i>Thouinia paucidentata</i>	2.73

**Anexo 3.** 20 especies con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) en las selvas de Chichén Itzá y Uxmal.

Selva de Chichén Itzá		Usos	Selva de Uxmal	
Especie	VIR		Especie	VIR
<i>Bursera simaruba</i>	52.52		<i>Diospyros anisandra</i>	30.24
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	39.3		<i>Lonchocarpus xuul</i>	27.04
<i>Piscidia piscipula</i>	37.14		<i>Bursera simaruba</i>	21.01
<i>Vitex gaumeri</i>	26.04		<i>Havardia albicans</i>	17.06
<i>Thouinia paucidentata</i>	23.42		<i>Piscidia piscipula</i>	16.15
<i>Melicoccus oliviformis</i>	8.92		<i>Thouinia paucidentata</i>	10.85
<i>Caesalpinia mollis</i>	7.15		<i>Neea psychotrioides</i>	8.59
<i>Diospyros tetrasperma</i>	6.52		<i>Lysiloma latisiliquum</i>	7.57
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	6.16		<i>Malpighia glabra</i>	7.52
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	5.33		<i>Psidium sartorianum</i>	6.63
<i>Coccoloba barbadensis</i>	4.75		<i>Bauhinia unguolata</i>	5.57
<i>Neea psychotrioides</i>	4.56		<i>Vitex gaumeri</i>	5.47
<i>Guettarda combsii</i>	4.54		<i>Platymiscium yucatanum</i>	5.35
<i>Ehretia tinifolia</i>	4.44		<i>Lonchocarpus rugosus</i>	5.34
<i>Zuelania guidonia</i>	4.26		<i>Luehea speciosa</i>	5.22
<i>Luehea speciosa</i>	4.14		<i>Jatropha gaumeri</i>	5.05
<i>Alseis yucatanensis</i>	4.14		<i>Ehretia tinifolia</i>	4.95
<i>Acacia gaumeri</i>	3.92		<i>Randia longiloba</i>	4.9
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	3.9		<i>Pithecellobium dulce</i>	4.71
<i>Pithecellobium dulce</i>	3.55		<i>Cochlospermum vitifolium</i>	4.61