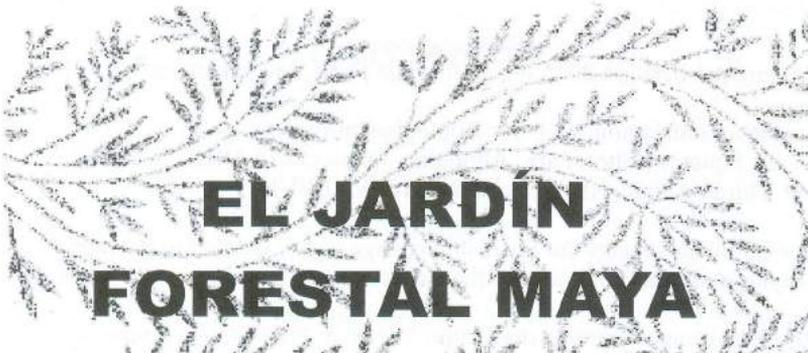




# *El jardín forestal maya*

OCHO MILENIOS DE CULTIVO SOSTENIBLE DE LOS BOSQUES TROPICALES

**RONALD NIGH / ANABEL FORD**



# EL JARDÍN FORESTAL MAYA

Ocho milenios de cultivo sostenible  
de los bosques tropicales



Ronald Nigh  
Anabel Ford



editorial

Fray Bartolomé de Las Casas A.C.



CENTRO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS  
SUPERIORES EN ANTROPOLOGÍA SOCIAL



Exploring Solutions Past  
The Maya Forest Alliance

Primera publicación 2015 por Left Coast Press, Inc. en Inglés

Segunda publicación 2016 por Routledge en Inglés  
2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon OX14 4RN  
711 Third Avenue, Nueva York, NY 10017, EEUU

The Publishers revert the Spanish language rights granted to Routledge (Taylor and Francis Group) to the Authors.

Routledge es una imprenta del Grupo Taylor & Francis, una empresa de información.

Copyright © 2015 Taylor & Francis en Inglés

Derechos reservados. Ninguna parte de este libro puede ser reimpressa, reproducida o utilizada de ninguna forma o por cualquier medio electrónico, mecánico u otro medio, ahora conocido o inventado en el futuro, incluida la fotocopia y grabación, o en cualquier sistema de almacenamiento o recuperación de información, sin permiso por escrito de las editoriales.

Aviso: los nombres de productos o corporativos pueden ser marcas comerciales o nombres corporativos pueden ser marcas comerciales o marcas comerciales registradas, y se usan solo para identificación y explicación sin intención de infringir.

Copyright © Ronald Nigh  
Profesor/Investigador CIESAS,  
San Cristóbal de Las Casas, Chiapas

Copyright © Anabel Ford  
Directora del Mesamerican Research Center de la Universidad de California en Santa Barbara y Presidenta de Exploring Solutions Past: The Maya Forest Alliance.

Copyright © 2019 Exploring Solutions Past~The Maya Forest Alliance  
En español. Derechos español reservados.

ISBN 978-607-8533-55-8

Nigh, Ronald y Ford, Anabel

El Jardín Forestal Maya: ocho milenios de cultivo sostenible de los bosques tropicales / Ronald Nigh y Anabel Ford.—México: Fray Bartolomé de las Casas, 2019. 283 pp.; ISBN 978-607-8533-55-8.

1. Agricultura Maya. 2. Indígenas de México – Agricultura
3. Indígenas de Centroamérica – Agricultura. I. Nigh, Ronald. II. Título.

# Contenido



*Lista de ilustraciones / 7*

*Agradecimientos / 13*

<b>Introducción</b>	Prosperidad durante siglos / 15
<b>Capítulo 1</b>	El Contexto de la Selva Maya / 25
<b>Capítulo 2</b>	Habitando la selva maya: La milpa de alto desempeño / 47
<b>Capítulo 3</b>	El Cambio Ambiental y la Historia Ecológica de la Selva Maya / 91
<b>Capítulo 4</b>	Uso del Suelo Maya, la Milpa y la Población en el Período Clásico Tardío / 115
<b>Capítulo 5</b>	El Paisaje Selvático de los Mayas / 149
<b>Capítulo 6</b>	La Agricultura Maya de Restauración: Conservación para el siglo XXI / 185
<b>Apéndice A</b>	Canasta de Plantas Cultivadas Mesoamericanas / 213
<b>Apéndice B</b>	Árboles Privilegiados / 221
	Notas / 245
	Referencias / 249
	Acerca de los autores / 283

# Ilustraciones



## FIGURAS

Figura 0.1. Las tierras bajas mayas con los sitios más importantes indicados - 16

Figura 0.2. Imaginando el paisaje maya desde la visión europea y con la visión maya - 19

Figura 1.1 La distribución de la lluvia anual en el área maya - 30

Figura 1.2. Las zonas de recursos en general del área maya - 32

Figura 1.3. El poblamiento del Nuevo Mundo con un recuadro de la distribución de la población después de 2000 años - 33

Figura 1.4. Registro de la precipitación para la Cuenca de Cariaco con el Máximo Térmico del Holoceno indicado - 34

Figura 2.1. Diego Jiménez Chi con su nieto Roque Calderón en su milpa plenamente desarrollada, Quintana Roo, México - 48-49

Figura 2.2. Chan K'in, campesino maya lakantún en su milpa mostrando las tres etapas del ciclo, Chiapas, México - 50

Figura 2.3. El ciclo de la milpa de la selva al campo y de regreso - 52

Figura 2.4. La milpa de policultivos maya lakantún figurando macal, plátano, tabaco, caña y maíz al fondo, Chiapas, México - 54

Figura 2.5. La milpa de policultivos en el Petén, Guatemala - 54

Figura 2.6. José Valensuela, campesino lakantún en su milpa recién quemada, Chiapas, México; nótese los restos orgánicos de la superficie carbonizados y parcialmente quemados - 55

Figura 2.7. Una quemadura (rosa) establece la brecha de campo abierto e inicia el ciclo de la milpa, Yucatán, México - 56-57

Figura 2.8. El establecimiento de los árboles y arbustos perennes en la milpa dirige la sucesión de la selva, Petén, Guatemala - 62-63

Figura 2.9. El tabaco se producía para el intercambio por los lakantún, Chiapas, México - 66

Figura 2.10. Dario Tuz Caamal, un “cuidador del viento” maya yucateco esparce el fuego para obtener una quema controlada, Yucatán, México – 66

Figura 2.11. En la milpa Lakantún de Chan K'in, las quemadas a pequeña escala frecuentes crean cenizas y carbón sin dañar la vida del suelo, Chiapas, México - 67

Figura 2.12. El trabajo, la destreza y los horarios son factores críticos para el proceso de sucesión en el que Zacarías Quixchan corta las puntas de las ramas del siricote, Petén, Guatemala - 69

Figura 2.13 Este huerto de campo incluye árboles introducidos la Selva Maya tradicional; es de notar la proliferación de las plantas anuales durante esta etapa de sucesión. Petén, Guatemala – 70-71

Figura 2.14 Una casa maya infield y un jardín forestal, la unidad residencial primaria - 81

Figura 2.15. La ceremonia *Ch'a chaak*, realizada por el *hmen* Agapito May, forja la conexión del campesino con su tierra en San Ramón, Yucatán, México - 87

Figura 3.1. Precipitación alta estable del Máximo Térmico del Holoceno hace 8,000 a 4,000 años - 96

Figura 3.2. 8,000 años de precipitación caracterizando el periodo del caos climático y la tendencia a la sequía en las mejores condiciones de todas - 97

Figura 3.3. El caos climático entre 4,000 y 2,000 años - 98

Figura 3.4. El cambio de precipitación indicado por el porcentaje de titanio con el tiempo mostrando la arcilla maya y el caos climático - 98

Figura 3.5. La precipitación y el polen selecto con el tiempo en la Selva Maya - 99

Figura 3.6. La precipitación y el polen selecto en los últimos 4 milenios en la Selva Maya - 109

Figura 3.7. Mil años de estabilidad mostrando la tendencia a la sequía en las mejores condiciones por dos periodos: el arcaico y el clásico - 111

Figura 4.1. Una casa infield maya y jardín forestal con un huerto verde al fondo y chiles secándose al frente, Yucatán – 120-121

Figura 4.2. La casa infield lakantún y el jardín forestal de José Camino Viejo en 1976, Chiapas, México - 123

Figura 4.3. La milpa outfield lakantún en el segundo año de José López en 1976, Chiapas, México – 123

Figura 4.4. Los límites del área de estudio de El Pilar al norte del Río Belice - 125

Figura 4.5. Mapa de probabilidad de asentamientos mayas para el área de estudio de El Pilar - 126

Figura 4.6. Áreas de probabilidad de pocos asentamientos para los estudios de El Pilar - 128

Figura 4.7. Áreas de probabilidad de grandes asentamientos para los estudios de El Pilar - 129

Figura 4.8. Distribución de las unidades residenciales primarias del área de estudio de El Pilar - 132

Figura 4.9 Marcelino Chi Pech, campesino maya viendo su cosecha de maíz, en Monte Cristo, Yucatán, México - 139

Figura 4.10. Zacarías Quixchan frente de sus mazorcas guardadas, Petén, Guatemala -141

Figura 5.1. Distribución de árboles de caoba y chicozapote por tipo de selva - 156

Figura 5.2. Distribución de palmas de guano y escoba por tipo de selva - 156

Figura 5.3. Índices de Arcilla y rocas con profundidad de suelo por tipo de selva - 157

Figura 5.4. Árboles económicamente seleccionados por tipo de selva - 159

Figura 5.5 Uso de tierra residencial para modelos de producción de maíz por lotes de cuatro casas por clase de probabilidad - 168

Figura 5.6. Densidad de lotes de casas residenciales por kilómetro cuadrado para modelos de producción de maíz por clase de probabilidad - 169

Figura 5.7. Modelo de bajo rendimiento de maíz - 176

Figura 5.8. Modelo de rendimiento promedio de maíz - 176

Figura 5.9. Modelo de alta rendimiento de maíz - 176

Figura 5.10. El ciclo del jardín forestal maya crea bosques maderables valiosos con una sucesión manejada, Petén, Guatemala - 178-179

Figura 5.11. Zacarías Quixchan en su reserva con su caoba, Petén, Guatemala - 182 - 183

Figura 6.1. Ciudades rurales amontonadas sin jardín versus casas tradicionales y jardines forestales - 195

Figura 6.2. La Reserva Arqueológica de El Pilar para la flora y fauna maya haciendo puente en la frontera internacional de Belice y Guatemala - 203

Figura 6.3. El parque contiguo abarca 2,000 hectáreas de hábitat de serranía y tierras bajas reflejado topográficamente con LiDAR (contornos de 10 metros) - 204

Figura 6.4. Relieve topográfico LiDAR revestido de un mapa tradicional de la ciudad maya de El Pilar - 205

Figura 6.5. Vista 5 *Landsat* de 1994 de la Reserva Arqueológica de El Pilar antes del establecimiento de los límites del área protegida - 206

Figura 6.6. Vista 7 *Landsat* de 2001 de la Reserva Arqueológica de El Pilar después de la declaración del área protegida en 1998 en Belice y Guatemala - 206

Figura 6.7. Vista 8 *Landsat* de 2014 de la Reserva Arqueológica de El Pilar mostrando la integridad de la selva dentro y la fragmentación de la selva aumentada afuera de la reserva - 207

Figura 6.8. Vista 5 *Landsat* de 1994 rodeando El Pilar, con selva al occidente en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala, y áreas clareadas de pastizales y campos de arado al este en el Puesto de Vigilancia Español, Cayo Belice - 210

Figura 6.9. Vista 7 *Landsat* de 2003 rodeando El Pilar, con la selva al occidente y al norte de Melchor, Petén, Guatemala, y pastizales extendidos y campos de arado al este del puesto de Vigilancia Español, Cayo Belice - 211

Figura 6.10. Vista 8 *Landsat* 2014 rodeando El Pilar, con la selva y la buena expansión agrícola al occidente en Melchor, Petén, Guatemala, y pastizales aún más extendidos y campos de arado al este en el puesto de Vigilancia Español, Cayo Belice - 212

## **TABLAS**

Tabla 1.1. Ocupación cronológica: Ocho mil años en la Selva Maya - 27

Tabla 2.1. Las plantas dominantes del ciclo del jardín forestal milpero del Gran Petén - 51

Tabla 2.2. Muestra de árboles protegidos de la milpa - 60

Tabla 2.3. Plantas dominantes de la Selva Maya - 64

Tabla 2.4. Plantas usadas por los mayas lakantún para la restauración del suelo - 72

Tabla 3.1. Cronología Paleoambiental y cultural de las tierras bajas mayas - 93

Tabla 4.1. Clase de probabilidad, unidades residenciales del Clásico tardío y las distribuciones de las poblaciones para el área de estudio - 133

Tabla 4.2. Los requerimientos de maíz para el área de estudio de El Pilar - 137

Tabla 4.3. La producción de maíz del jardín de la casa infield en las tierras bajas mayas - 143

Tabla 4.4. Cosechas de maíz para la población de El Pilar bajo regímenes de producción diferentes - 145

Tabla 5.1. La caracterización del ambiente y los asentamientos antiguos de los bosques de la tierra alta para el área de estudio de El Pilar (62% del área) - 154

Tabla 5.2. La caracterización de los ambientes forestales de las tierras bajas inhabitados para el área de estudio de El Pilar – (38% del área) - 155

Tabla 5.3. Las cosechas de maíz y los modelos del uso de la tierra para El Pilar - 174

## Agradecimientos



Este libro debe gran parte de su inspiración a los jardineros forestales de México, Guatemala y Belice, quienes compartieron con nosotros sus saberes, su pasión y su experiencia. Aunque muchos individuos contribuyeron a este esfuerzo, agradecemos en particular a (en orden alfabético): Alcario Cano, Manuel Castellanos, Alfonso Chankin, Heriberto Cocom, Alfonso Tzul, Leonardo Obando, Zacarias Quixchan, Narciso Torres y José Valenzuela. Estos notables individuos nos recuerdan que los mayas no han desaparecido 'misteriosamente'. De hecho hemos estado hablando con los mayas.

Nuestro esfuerzo colectivo—de Anabel Ford arqueóloga con enfoque sobre patrón de asentamiento y medio ambiente y de Ronald Nigh, etnógrafo con la vista puesta en la agroecología y la etnobiología—se apoyó en la experiencia compartida por muchos colegas. Del mundo de la arqueología agradecemos a Scott Fedick, Joel Gunn, Christian Isendahl, Macduff Everton, de la geografía Keith Clark, Bill Denevan, Bill Doolittle, de la agroecología David Campbell, Stewart Diemont, Bruce Ferguson, Steve Gleissman, Arturo Gomez-Pompa, Francisco Roman, Gene Wilken, de la paleoecología, Mark Brenner y David Hodell, de la etnología Betty Faust, Jim Nations y Norman Schwartz. Un agradecimiento especial se debe a Everton y Nations por compartir sus magníficas fotografías de la agricultura maya que ilustran este texto.

Trabajo de campo arqueológico fue posibilitado por el apoyo anual desde 1983-4 del Belize Institute of Archaeology que apoyó las encuestas de asentamientos, datos fundamentales para este libro. El Belize Institute y el Instituto de Antropología e Historia de Guatemala apoyaron el trabajo en el sitio Clásico de El Pilar, que nos ha servido de ejemplo del jardín forestal maya. Los trabajos sobre la agroecología de la milpa maya contemporánea fueron realizados en Chiapas con el apoyo (desde 1994) del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS), centro público

de investigación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) de México.

Muchas otras personas tenían un papel en la producción del libro y su traducción. Addiión Sani trabajó con gran cuidado en las gráficas. Contamos con el excelente trabajo de traducción al castellano de Sofía Oholvich y la edición de Ian Nigh. Ana Luisa Borrayo preparó el texto para entrega al impresor.

El apoyo para las largas reuniones y trasnochadas en EUA; México, Guatemala y Belice se debe a la paciencia de nuestros esposos, Mike Glassow y Kippy Nigh. Nos proporcionaban compañerismo apreciado tanto en tiempos críticos y como en momentos de celebración, aliento y buena comida. Este libro es producto de un compromiso con los habitantes de la selva maya y con nuestros estudiantes.

# Introducción



## Prosperidad durante Siglos

### El acertijo

La antigua civilización Maya, una de las grandes del mundo, ha sido bien reconocida por su aguda observación del cosmos, su genio matemático y por su extraordinario arte y arquitectura. No obstante, es un error pensarle como un pueblo desaparecido. El lenguaje de sus jeroglíficos se mantiene en el discurso de los habitantes de las Tierras Bajas Mayas (Figura 0.1). Los coautores de este libro hemos pasado nuestras carreras en la selva con los descendientes de los antiguos Mayas, y nos ha impresionado la íntima relación que tienen con su medio ambiente y su visión de la selva.

Este libro demuestra no solo la posibilidad sino también la probabilidad de que el sistema milpa maya, una polisilvicultura diversa de los actuales jardineros forestales mayas, es el reflejo de la estrategia de sustentabilidad de la civilización maya que tuvo su clímax en el periodo clásico, entre 500 y 900 A.C., misma que perduró y fue registrada por los españoles en 1524. Nuestro interés en la relación de los asentamientos con su medio ambiente en la región maya es el entretejido de nuestra investigación conjunta de décadas y revela los secretos que dieron sustento a sus grandes poblaciones durante milenios. La milpa maya tradicional, como cualquier otro sistema agro cultural, altera el medio natural, solo que este sistema trabaja con la selva y es parte integral de su creación y sustentabilidad.



FIGURA 0.1. Las tierras bajas mayas con los sitios más importantes indicados. ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

Basamos nuestras investigaciones en la observación arqueológica y etnológica, la recolección de datos en campo y el escrutinio interdisciplinario. Concluimos que hay una continuidad en las sofisticadas prácticas milperas de los actuales jardineros mayas de la selva y que han sido preservadas por generaciones de campe-

sinos expertos. El uso de la tierra por los jardineros forestales se conecta con los patrones de asentamiento de sus ancestros. Nuestro libro comparte los frutos de esta gratificante colaboración.

Mesoamérica Tropical y las Tierras Bajas Mayas tienen una biodiversidad muy rica, reconocida desde antaño por los primeros exploradores y, recientemente, por el enfoque de los botánicos, agroecólogos e ingenieros forestales. La Selva Maya que alguna vez se pensó salvaje y prístina, es, en realidad, el resultado de actividades humanas prehistóricas, coloniales y recientes (Denevan 1992a). Sin embargo, el rol humano en la conformación del medio selvático ha sido ignorado en la ecología histórica de la región maya y de la narrativa de su gente.

En nuestro libro, reunimos diversas líneas de evidencia para examinar la subsistencia tradicional maya y los datos etnográficos dentro de un contexto arqueológico. Los etnobotánicos han reunido una diversidad de datos sobre las plantas con implicaciones para el registro paleontológico pero no lo han vinculado con la evidencia fósil de los palinólogos. Las investigaciones agroforestal y agroecológica detallan la complejidad y la flexibilidad de las estrategias y los métodos de siembra indígenas, pero sólo se ha publicado en revistas las que no se acostumbra leer entre historiadores y arqueólogos. Campesinos tradicionales creativos están teniendo éxito en el paisaje forestal que algunos arqueólogos han llamado “infierno verde” (“green hell”). Cada una de estas líneas de evidencia de las Tierras Bajas Mayas facilita una comprensión y una apreciación más amplias de los mayas antiguos y los contemporáneos, con implicaciones para la conservación de recursos valiosos en el área.

La contradicción entre la antigua civilización maya glorificada y la agricultura indígena maya menospreciada, nos aturde (ver Diamond 2005; Dunning y Beach 2010; Turner y Sabloff 2012). En efecto, la selva maya contemporánea es un paisaje amenazado, pero no por causa del sistema milpa indígena que ha sido desarrollado dentro de la selva. El culpable ha sido la introducción del pastizal y el arado europeos, los cuales transformaron la exuberante, verde y húmeda selva en tierra de pradera frágil y estéril. En el pasado no existía la deforestación extensiva. Los mayas y sus ancestros han vivido en esta región por más de 10,000 años ¿para qué habrían de cortar la selva que era su jardín? Incluso después de esfuerzos acordados entre gobiernos e intereses privados para convertir la selva en pastizales durante la última mitad del siglo veinte, después

de los esquemas de desarrollo para introducir los monocultivos comerciales anuales dentro de los policultivos perenes sembrados, y a pesar de los acuerdos globales de comercio que han puesto en riesgo a los pequeños propietarios, la selva maya ha sobrevivido para contar la historia. Nosotros mantenemos que la conservación de la selva maya debe hacerse en compromiso con los campesinos tradicionales cuyas habilidades y conocimientos crearon, y continúan manteniendo, la selva y su cultura.

## **El problema: la compatibilidad de la agricultura y la selva**

El campo surcado europeo o el pastizal son por diseño paisajes sin árboles. Los árboles obstruyen la labranza, y solamente unos cuantos toleran las pisadas y el ramaneo de borregos y vacas. Esta estrategia de imponer el paisaje, a la que refiere Crosby (1986) como “imperialismo ecológico”, causa más que solo un cambio en la imagen agrícola. Evoca un panorama de porciones de tierra perfectamente rectangulares como las de Normandía en 1066 (Adams 1986, Figura 0.2; ver Fedick 2010; Hervik 1999). El imperialismo ecológico ha sido tan efectivo que en el idioma inglés se utiliza la palabra “arable” como sinónimo de “cultivable” (ver Wilson 2002: xxiii, 23, 27, 33-34, en especial 149; Trigger 2003:662). La raíz de la palabra “arable” en latín significa “arar o surcar”, y su definición precisa en inglés es “apropiado para arar” (New Webster’s International Dictionary 1927; Webster’s New World College Dictionary 2010; ver Wikipedia 2013).

Es importante entender que la cultura europea mira a la agricultura y a la selva como incompatibles. Esta idea encaja en nuestro entendimiento de “arable” y en la visión Maltusiana de que las tierras agrícolas son finitas, basada en el concepto medieval francés de ‘*assart*’ (roza) que es el acto de convertir una parcela de la selva en tierra arable (ver, por ejemplo, Bishop 1935; Webster’s International Dictionary 1927). Algunos investigadores utilizan equivocadamente el término “arable” para describir las tierras usadas para sembrar por mayas u otras sociedades prehispánicas en el Nuevo Mundo quienes desarrollaron innovadoras y exitosas estrategias sin la necesidad de surcar o de emplear animales de tiro (con los cuales no contaban). Las tierras arables, las tierras aptas para hacer



**FIGURA 0.2.** Imaginando el paisaje maya desde la visión europea (arriba) y con la visión maya (abajo). Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

zurcos, son planas o poco ondulantes, con suelo profundo. Debemos tener cuidado de cómo aplicamos esta visión al jardín forestal maya. No hay manera de surcar la tierra cubierta por árboles, tampoco es posible surcar los cerros pedregosos o laderas empinadas que es donde la mayoría de los antiguos mayas vivían y sembraban.

El lente del imperialismo ecológico hace suposiciones implícitas que persisten dentro de la literatura académica acerca del trópi-

co y los mayas (Mann 2005; Snow 2006) – por ejemplo, aquello de que el trópico es un lugar insalubre y de que las tierras sean infértiles (Bates 1952). De hecho, los mayas eran capaces de alimentar ciudades que arrojaban una población de 20,000 o más habitantes sin hacer uso de animales de tiro, transportes de comida a largas distancias, o deforestación.

No había tierra arable en el área cultural maya. Para evaluar el uso antiguo de la tierra, debemos imaginar un mundo sin arado, sin ganado y sin caballos, en el que el trabajo del campo se realizaba a mano, y donde el transporte se realizaba a pie. Rojas Rabiela (1990) contrasta la agricultura en Europa, donde la mecanización pasa por encima de la variación micro ambiental, con la de Mesoamérica, donde los cultivadores artesanales atendían las plantas individualmente. El mundo de la Mesoamérica tropical y las Tierras Bajas Mayas, donde vivieron y sobresalieron las antiguas culturas, se facilitaba por el cuidado individual por parte de sus jardineros forestales.

El sistema agro-cultural tradicional maya se apoyaba en la sofisticación social y la organización colectiva. Los líderes apoyaban los sistemas agrícolas locales creados en contextos familiares de la selva; ellos invertían en estrategias indígenas y en métodos locales del uso de la tierra – con éxito demostrado que engrandeció la elite, asegurando su infraestructura pública, y redistribuyendo la riqueza. La estructura y la dinámica del ciclo de la milpa maya integran actividades agrícolas y otras actividades domésticas bajo modelos históricos y ecológicos complejos de la región.

La intensificación es la clave para cualquier sistema de subsistencia en tiempos de crecimiento poblacional. La intensificación del uso de la tierra en el sistema maya involucraba la inversión en conocimientos, destrezas y trabajo. La evidencia arqueológica encontrada mediante el mapeo de estructuras domésticas demuestra cómo estos factores se materializaron en el antiguo paisaje, así también lo demuestra el registro etnográfico sobre el sistema milpa. La agricultura se basó en la calidad y la adecuación de la tierra para una amplia variedad de productos naturales y agrícolas. En el caso de los campesinos, se trata de las empresas familiares que proveían a las familias y también producían lo suficiente para los impuestos y tributos requeridos por las elites. Conforme estos requisitos cambiaban, así cambiaba el uso de la tierra: más gente significaba más inversión en la tierra y el trabajo; menos gente significaba menos inversión.

La subsistencia en las Tierras Bajas Mayas es compleja; esta beneficia al paisaje por el manejo cíclico de las plantas esencialmente creando un paisaje domesticado que hoy constituye la selva cultural. La historia cultural de la Selva Maya se inserta en su historia natural. Las plantas son las que fueron fomentadas en el campo, asegurando la fertilidad de la tierra y su utilidad en diversas condiciones de suelo y hábitats. Para entender el desarrollo de civilizaciones y sociedades complejas en el trópico mesoamericano, debemos apreciar cómo acoplaban la agricultura de la selva con su trabajo, y cómo las estrategias de intensificación del uso de la tierra maya dejan una huella en el paisaje, que se note, más allá de las plantas mismas. Los mayas se apoyaban en inversiones intangibles: el conocimiento y la destreza.

Las estrategias mayas se basaban esencialmente en *swidden*. (Nota: El término “swidden” se deriva del Viejo Nórdico “svithinn”, que significa “aclareo en el bosque a ser quemado”) De manera convencional *swidden* se ha descrito como la rotación de cultivos donde hay sistemas indígenas integrales, como los de los mayas, y también sistemas parciales introducidos por inmigrantes (Conklin 1957:3). El sistema de milpa ha sido mal entendido como primitivo y dañino, despreciado como “roza y quema”, pero dicha caracterización no concuerda con lo que hemos presenciado. En el sistema de la milpa, “roza” equivale a deshierbar o quitar la maleza, descochado y poda, prácticas vitales en los sistemas agroforestales de todo el mundo.

Al considerar al fuego como destructivo, se pierde en ello la maestría de su manejo donde las guardarrayas están bien establecidas y donde la quema se hace cuidadosamente y de manera estratégica, tomando en cuenta la condición de los vientos, la temperatura y el momento del día. Históricamente construidas en relación ecológica con el medio ambiente, las tierras de cultivo mayas, como hace notar Geertz (1963:25), replican en miniatura los procesos dinámicos de la selva tropical. Los cultivos son un fino entretejido, donde la siembra de árboles y arbustos, y la selección de árboles a dejar, constituyen un proceso de reforestación. De hecho, la palabra peyorativa de “primitivo” subestima la simplicidad elegante de las tecnologías básicas del cultivo a pequeña escala que son transportables, flexibles y adecuadas para la selva.

## Nuestra exploración

En el primer capítulo, presentamos los antecedentes históricos y medio ambientales para nuestra investigación. Exponemos las relaciones entre población, tierra, recursos y factores políticos relacionados a la cronología maya antigua. Y también reflexionamos sobre las tradiciones mayas que hoy en día demuestran una destreza adaptada a diversos paisajes y bajo restricciones socio ecológicas difíciles.

En la exploración de la ecología histórica de los mayas, es importante entender la integración entre la milpa y el jardín forestal. Debemos tomar en cuenta las cualidades y características de ciclo de la milpa maya para analizar los datos paleoambientales, considerar la población antigua, y analizar la cobertura forestal. El capítulo 2 establece la capacidad y complejidad productiva de la milpa y su jardín selvático, observando que conforman un solo sistema. Contrastamos los sistemas tradicionales que han sido integrados a la selva con milpas convencionales contemporáneas que existen disociadas de ella. Presentamos ejemplos de jardines forestales milperos de las selvas del Peten, Yucatán y la Lacandona. La intrincación y la sutileza de la milpa maya, particularmente los datos etnográficos detallados de los Lakantun – utilizamos la ortografía de los grupos mayas sugerida por Hofling (2004) – en la Selva Lacandona, los que revelan el gran valor de la milpa en tanto un agroecosistema. Nuestra compilación de estos datos muestra la extraordinaria diversidad de los recursos de las familias que fueron posibles por el manejo de la tierra y que de hecho mejoran el suelo y la biodiversidad.

En el capítulo 3 damos lugar a los datos paleoambientales. Examinamos la antigua región maya, donde la evidencia paleoecológica publicada es un recurso significativo, pero que tiene sus limitaciones. El enfoque en taxa específica demuestra que importantes datos del polen tienen también sus omisiones. Simplemente aceptar el valor nominal de los datos conlleva una carga de equivocaciones; como que el 98% de las plantas de la selva son polinizadas por pájaros, abejas o murciélagos; mientras que el polen fosilizado es predominantemente acarreado por el viento. Sin embargo, a pesar de que el registro de polen fosilizado sea incompleto, ese registro es crítico para entender el ciclo de la milpa y su impacto en la dinámica del paisaje.

En el capítulo 4 nos enfocamos en el ejemplo arqueológico de El Pilar, situado a menos de 50 km de Tikal en la orilla del interior de las serranías, referido como mesoplano por Gunn y sus colegas (2014). La geografía y la arqueología que rodea este importante centro urbano clásico de El Pilar se ha estudiado bien. Utilizando sus rasgos y patrones de asentamiento, podemos hacer una estimación de la población y modelar el sistema de la milpa maya a lo ancho de 1,300 kilómetros cuadrados aproximadamente para determinar el potencial del ciclo del sistema milpa del jardín selvático para el sostén de poblaciones densas en esta área. Sorprendentemente, nadie había hecho esto antes. Nuestro análisis muestra que la producción de maíz excede las necesidades de la gran población, lo que nos provee de una nueva apreciación de las grandes posibilidades de la tierra y la intensificación del trabajo (la faena de Scarborough 2003a).

Tener suficiente maíz para la población es parte esencial del uso del suelo, pero en el capítulo 5 consideramos la cobertura forestal. La deforestación ha sido la explicación más ampliamente propuesta para el colapso del periodo clásico maya, hace 1,000 años aproximadamente. Esta explicación asume, sin embargo, que el paisaje tropical limita el desarrollo de la civilización y que el sistema milpa es tan primitivo que no puede sostener grandes poblaciones. Dada la sofisticación de la milpa maya, y la importancia que le da al bosque para la protección del suelo, podemos observar que el manejo de la selva es parte integral del sistema de la milpa. A través de nuestro modelo de los requerimientos de tierra de milpa para el área de El Pilar, y apoyándonos en las clasificaciones del hábitat de Tikal, demostramos que bajo el cultivo intensivo quedaría una significativa cobertura selvática. El sistema milpa maneja el ciclo del agua y previene la erosión, así como lo hacen los mayas actuales. Alfonso Tzul, retirado oficial beliceño del Ministerio de Agricultura, sostiene que nunca ha observado una milpa tradicional con erosión, así como tampoco un campo arado sin ella, lo que mejora la calidad del suelo y provee de recursos naturales a las familias.

Terminamos nuestro estudio en el capítulo 6, considerando el futuro de la Selva Maya. Desde las primeras olas de migración humana a fines del Pleistoceno, la gente ha poblado Mesoamérica y las Tierras Bajas Mayas. La dinámica ecológica del Holoceno que surgió en el Arcaico, entre 8,000 y 4,000 años atrás, fue el resultado de la interrelación entre las plantas y animales tropicales en la que

los humanos tenían un papel significativo. Estos precursores de los mayas contribuyeron a la ecología de la selva. Para cuando los mayas llegaron a ser arqueológicamente visibles, la población había crecido y se había expandido por toda la región, como se registra en los inicios de 1,500 durante la conquista española.

¿Cuáles son las dimensiones de la influencia maya sobre el paisaje? ¿Qué nos dicen la flora y la fauna de hoy acerca de esta relación? Siguiendo el desarrollo de los mayas dentro de su selva y considerando la forma cómo el manejo – basado en las habilidades, conocimientos y en la intensificación del trabajo – conformaron la ecología histórica de su paisaje, nos trae los retos con los que nos confrontamos hoy. ¿Dónde está el pequeño propietario en el mundo de hoy, y que está pasando con las habilidades y los conocimientos de los mayas? ¿En qué forma la globalización ha expandido o limitado potenciales? ¿Qué han provocado el Tratado de Libre Comercio, el TLC y otros acuerdos comerciales sobre el uso tradicional de la tierra? ¿Cómo podemos rescatar el valor que los mayas crearon con la selva? Observamos que la preponderancia de la selva maya de hoy depende del jardinero de la selva. La mayor amenaza a la conservación de la selva maya es la pérdida de estos jardineros y sus conocimientos.

# Capítulo 1



## El Contexto de la Selva Maya

La historia convencional sobre la magnificencia de la civilización maya termina con la desaparición de su cultura y la destrucción de su medio ambiente en Belice, Guatemala y México. Este mito persiste a pesar del recuento histórico que lo desmiente. Cortés, en su camino hacia el Lago de Petén Itzá, describió un área tan poblada que podía alimentar y dar habitación a su ejército de más de 3,000 elementos. Además, el desarrollo de la población de los antiguos mayas de las Tierras Bajas se mantiene constante durante un periodo de 30 siglos: desde el preclásico hasta el fin del periodo postclásico, incluyendo el periodo colonial y hasta el presente. La fuente de riqueza y bienestar maya yacía en su paisaje y en un profundo entendimiento de cómo aprovecharlo. De hecho, los patrones sutiles mayas están intercalados en la estructura de la misma selva. La ecología histórica de su selva es compleja (cf. Balée 2006); para entenderla es necesario examinar la agroecología contemporánea, la agricultura tradicional y el registro paleoambiental del Periodo Clásico Maya. Un repaso a la cronología del tiempo maya y el registro ambiental revelan la discrepancia entre el crecimiento y la sofisticación del Periodo Clásico Maya y la imaginada destrucción ambiental. Mientras que la mayoría de los estudiosos asumen que el colapso de la civilización se vinculó a la deforestación, tal y como la provocan los humanos en la actualidad, la selva maya es reconocida por su impresionante diversidad y abundancia de plantas útiles.

## Introducción

La región de la Tierra Baja Maya (figura 0.1) fue transformada por los humanos desde la llegada de los primeros pobladores al Nuevo Mundo. Ellos influenciaron el paisaje ecológico desde la plantación, manejo y domesticación de plantas de tal forma que la zona cambió de ser árida templada a húmeda tropical, alrededor de 10,000 a 8,000 años atrás (Tabla 1.1). Cuando los primeros caseríos mayas emergieron, entre hace 4,000 y 3,000 años, la comunidad aumentaba lentamente su dependencia en la horticultura y la expansión de la agricultura mientras vivían esencialmente dentro de la selva. La evidencia arqueológica del Preclásico Maya se enfoca primero en las áreas con reservas seguras de agua, como lo hicieron notar Dennis Puleston y Olga Puleston (1971). Conforme la población creció, los caseríos agrícolas fueron ocupando virtualmente cada local que tuviera potencial para cultivarse. Para este tiempo los mayas construían sus principales centros, tan impresionantes como los del periodo Clásico, incluyendo el Mirador y Nakbe, en el Petén de Guatemala, así como Cerros y Cuello en el norte de Belice. Con base en un levantamiento de planos a lo largo de Tikal, el lago de Yaxhá, y el área de El Pilar al este de Tikal (Ford 1986, 1990; Puleston 1973; Rice 1976), se observó que hace 2,800 años, en el Preclásico Medio, los campesinos mayas ocupaban las tierras más adecuadas y bien drenadas de la región alta – las mismas zonas que vieron los asentamientos de mayor densidad siglos después durante el Clásico Tardío.

Hace alrededor de entre 1,000 y 2,000 años los centros y poblados mayas crecieron, expandiéndose a lo largo del paisaje durante el Clásico. Mucho se ha dicho acerca del denominado colapso Clásico terminal, un tiempo turbulento cuando la cultura de los monarcas sagrados sufrió una transformación importante a manera que los grandes centros al sur fueron abandonados (Webster 2002). La idea de colapso, sin embargo, exagera la realidad y promueve, sin evidencias, la imagen de una estrepitosa caída en la población. “Colapsos” dramáticos, y el abandono gradual de impresionantes centros urbanos, parece ser un rasgo de la cultura maya del Preclásico y una señal de transformaciones en los patrones de asentamiento (Aimers y Iannone 2014; Iannone 2014; Chase y Scarborough 2014a). No obstante, los Mayas persistieron y un número importante de ellos aún vivía alrededor de los centros cívicos

**TABLA 1.1.** Ocupación Cronológica: Ocho mil años en la Selva Maya

<i>Años anteriores al presente</i>	<i>Ecología humana</i>	<i>Uso de la tierra</i>	<i>Período Cultural</i>
<b>8,000 -4,000</b>	Caza y recolección	Horticultura móvil	Arcaico
<b>4,000- 3,000</b>	Asentamientos tempranos	Asentamiento de los jardines forestales hortícolas	Preclásico formativo
<b>3,000- 2,000</b>	Centros emergentes	Establecimiento de los jardines forestales	Preclásico tardío – medio
<b>2,000- 1,400</b>	Expansión de los centros cívicos	Expansión de milpa - jardines forestales	Preclásico tardío – clásico temprano
<b>1,400- 1,100</b>	Crecimiento de los asentamientos y centros cívicos	Milpa - Jardines forestales centralizados	Clásico tardío
<b>1,100 - 800</b>	Disminución de los centros cívicos	Milpa - Jardines forestales comunitarios	Fin del Clásico - Postclásico
<b>800 - 500</b>	Reenfoco en los asentamientos	Milpa - Jardines forestales dispersados	Postclásico tardío
<b>500 Presente</b>	Despoblación tras la Conquista	Milpa - Jardines forestales interrumpidos	Colonial, nacional, global

Postclásicos a la llegada de los conquistadores españoles varios siglos después (Alexander 2006).

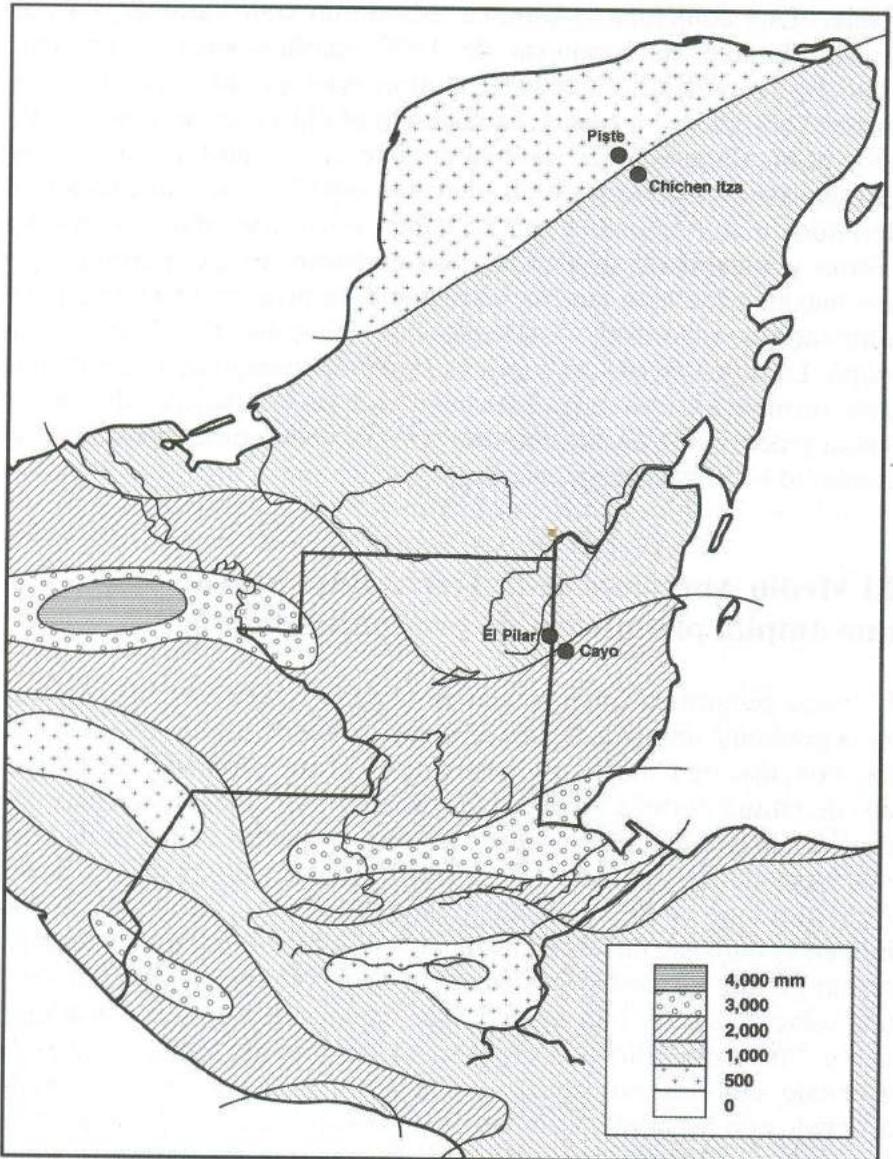
La Quinta Carta de Hernán Cortés al emperador y rey de España, Carlos V, nos ofrece un vistazo único del Maya prehispánico (Cortes 1985 [1526]). En esta carta del 3 de septiembre de 1526 (1985:355-449), Cortes describe su entrada *épica* al corazón de las Tierras Bajas del sur en el Lago de Petén Itzá, a 70 km de Tikal, ciudad abandonada desde el Clásico. La “región densamente poblada” (Jones 1998:31) que los españoles cruzaron, sentía ya los primeros efectos de la invasión europea provocada por la dramática dimisión de la civilización Azteca. La partida de Cortes atravesó Tabasco, Acalan y El Petén central, donde encontraron muchos pueblos grandes, usualmente situados a menos de un día de camino pero separados por una “densa selva”, arboledas y campos (Cortes 1985: 363-386). El gran ejército de Cortés batalló para moverse por tierra en una región de canales y senderos Mayas. Incluso con mapas locales, los españoles pasaban varios días perdidos dentro de las selvas y se empantanaban en las ciénagas, a menudo extraviados deliberadamente por guías locales aterrorizados, como lo admite Cortes en su carta (e.g., Cortés 1985:377). Cortés y su séquito fueron, con todo, casi siempre bien alojados y abastecidos – quiéranlo o no – por los mismos Mayas (Jones 1998:32-33).

Aunque los habitantes mayas huyeron ante su avance, es notable que Cortés hubiera encontrado suficiente alimento en pueblos bien ordenados para mantener a su enorme cortejo de 3,000 guerreros mexicanos y casi 100 jinetes españoles. Durante el viaje a través de un gran territorio hostil por senderos, en lo que es generalmente considerado un desastre militar, Cortés menciona haber tenido que dormir al aire libre cerca de 17 noches de los 150 días que le tomó viajar de Coatzacoalcos a Tayasal/Nohpeten, la capital Itzá (Cortes 1985:360-386). El resto del tiempo él y su vasto ejército fueron cómodamente hospedados y alimentados, aunque de mala gana, en pueblos mayas. Sólo entre Tabasco y Acalan, lo que hoy es el centro-sur de Campeche, en el territorio de Kejach cerca de Calakmul del Gran Petén, Cortés tuvo que pasar varias noches en lo que él llamó un área “despoblada” antes de encontrar un asentamiento lo suficientemente grande para hospedar a su horda. Una lectura cuidadosa de descripción de Cortes y la revisión de Jones sugiere que en el sur de la península de Yucatán, los mayas habitaban prósperamente en el paisaje selvático a principios del siglo die-

ciséis. Esta conjetura se subraya más de un siglo después, cuando Ursua, durante su conquista de 1697, suplicó sostén (Schwartz 1990:54-55) y detalló una lista de alimentos que él y sus hombres fueron “obligados” a comer, incluyendo el chicozapote, macal, nance y otros alimentos que se encontraban en los jardines forestales. Era una verdadera cornucopia, pero los españoles tenían estándares definidos culturalmente y consideraban estos alimentos incomibles (Teran y Rasmussen 2008:134). Sin embargo, lo que permitió que los mayas triunfaran en su ecosistema tropical y produjeran los alimentos que comían es aquello que los españoles llamaron *la milpa*. La milpa es crucial para el sistema de manejo de recursos que daba forma a la selva maya para satisfacer las necesidades de subsistencia y de tributo, desarrollar una política económica y promover el comercio local y de larga distancia.

### **El Medio Ambiente de la Tierra Baja Maya: una amplia plataforma de producción**

El rasgo geográfico fundamental de la selva Maya a escala regional es la gradiente ambiental que va desde las altos bosques de niebla de las montañas de Chiapas y Guatemala en el sur, alrededor de 15 grados de latitud norte, a través de las cadenas montañosas y crestas que descienden gradualmente a las planicies de piedra caliza de las tierras bajas de la Península de Yucatán, alrededor de 21 grados norte. Aquí el promedio de lluvia anual varía (figura 1.1) de menos de 500 mm en el noroeste de la Península de Yucatán a 4,000 mm en el lejano sur (White y Hood 2004; West 1964). Comúnmente divididos por una estación seca y otra húmeda, los campesinos locales consideran que el “invierno” lluvioso es, primero, un periodo cálido y húmedo asociado con los huracanes, y luego un periodo frío y húmedo asociado con los *nortes*, seguidos del “verano” seco. A lo largo de la pendiente medio ambiental, las selvas crecen esencialmente sobre una base de piedra caliza, aunque hay variaciones dependiendo del clima local, el agua y las condiciones del suelo (Chase et al. 2014; Dunning et al. 1998; Dunning et al. 2009; Liendo et al 2014).



**FIGURA 1.1** La distribución de la lluvia anual en el área maya. ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

El caprichoso lecho de roca de piedra caliza crea un impredecible acceso al agua: El agua raramente fluye por la superficie (Chase y Scarborough 2014a, 2014b; Fedick 2014; Innone 2014;

Lucero et al. 2014). En cambio el agua es absorbida mediante fisuras en el lecho de roca y fluye por arroyos subterráneos dentro de la piedra caliza. Dos grandes sistemas de ríos y varios afluentes más pequeños corren por los costados este y oeste del centro de las tierras bajas: los ríos Belice y Río Nuevo en el este y el Usumacinta y Candelaria en el oeste. Cuando las aberturas en la piedra caliza caen debajo del nivel del agua, pueden formar lagos y lagunas, o cenotes, como en el norte de Yucatán. En la estación húmeda el agua se junta dentro de las depresiones de las tierras bajas cercanas a lo largo de la región. Se estima que al menos 40% de la región es tierra húmeda (Dunning et al. 2002; ver también Fedick y Ford 1990). Esto coincide con los datos del El Pilar, 47 km al este de Tikal, donde un drenaje pobre caracteriza el 38% del área (Ford et al. 2009). Estas variaciones de la topografía cárstica y del acceso al agua generan los siguientes cuatro ecosistemas básicos (figura 1.2) en las Tierras Bajas Mayas del centro (Fedick y Ford 1990), produciéndose recursos aprovechados tanto por los habitantes antiguos y modernos de la región. (Schwartz 1990, Turner 1978):

- Crestas y tierras altas bien drenadas (de la alta a la baja selva cerrada)
- Tierras bajas mal drenadas (selva baja abierta y humedales de transición)
- Humedales ribereños perennes (vegetación ribereña, acuática y semi-acuática)
- Humedales cerrados estacionales (selva baja abierta tolerante a los extremos hídricos).

El poblamiento humano del Nuevo Mundo, coincidente con el retiro de los glaciares del norte, cambió el carácter del paisaje. En tan sólo unos cuantos miles de años, los humanos ocuparon América desde el Círculo Ártico hasta la Tierra del Fuego. Estos primeros grupos móviles, equipados con un conocimiento esencial del uso del fuego y con la capacidad de hacer herramientas de piedra, se desplegaron a través de innumerables circunstancias y paisajes. En aproximadamente 2,000 años desde su llegada, hace más de 13,000 años, la gente se esparció por todas las áreas habitables (Steele et al. 1998), incluyendo las Tierras Bajas Mayas (Figura 1.3). Estos grupos fueron

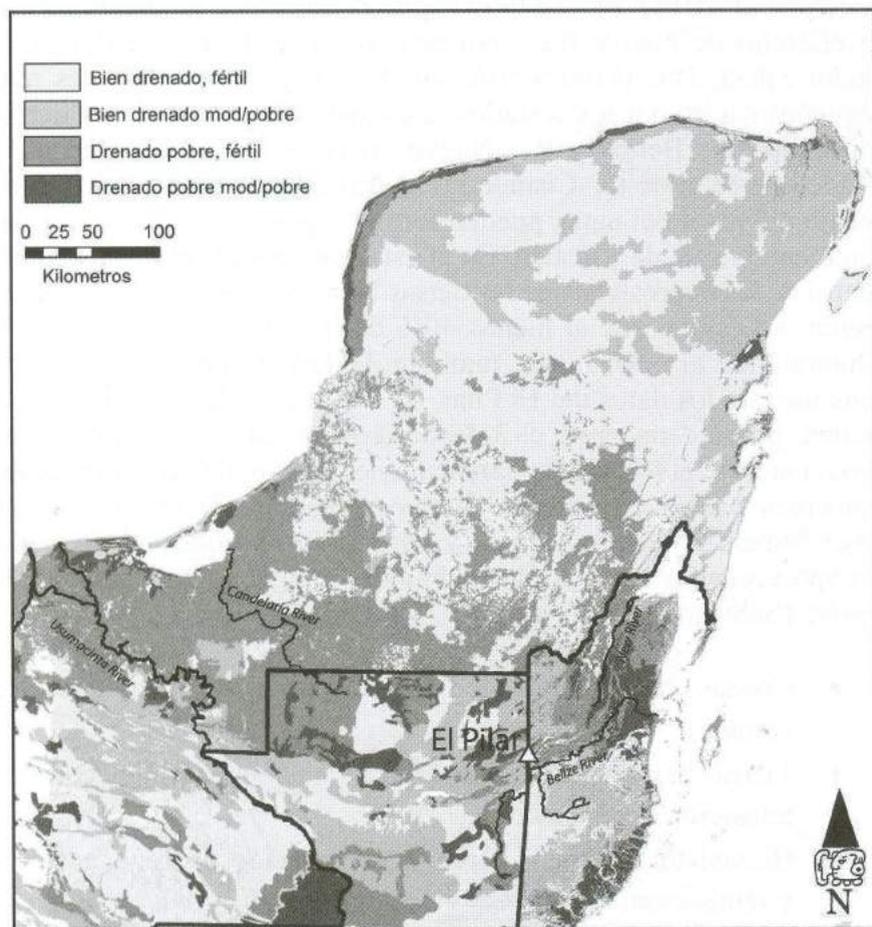
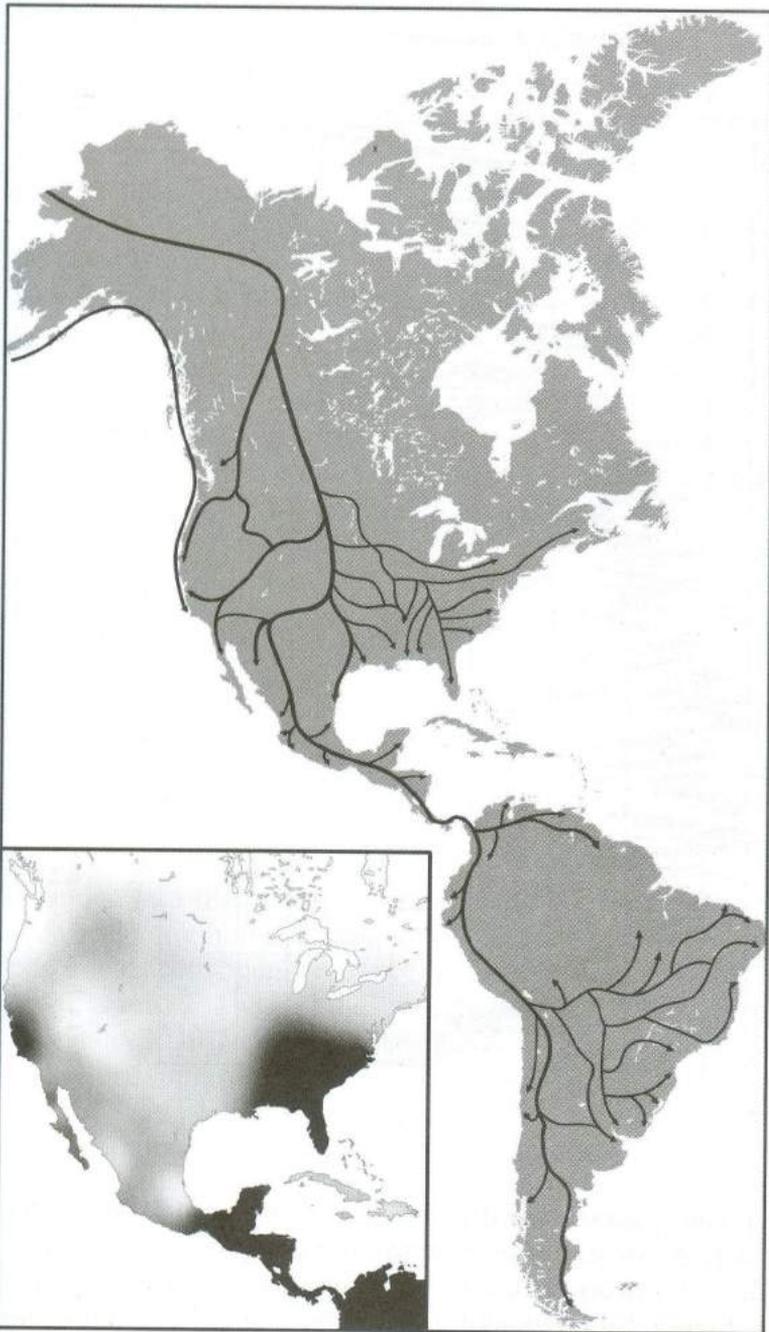


FIGURA 1.2. Las zonas de recursos en general del área maya. ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

los primeros en entender la topografía del área y en identificar los sitios de agua permanente en un tiempo en el que el clima era frío y árido y prevalecía una vegetación templada (Leyden 1987).

Conforme el clima se calentó y aumentó la precipitación, calificado en todo el mundo como el máximo térmico del holoceno, hace aproximadamente 8,000 años, la vegetación cambió. Se observa claramente en el registro de las plantas de la selva tropical maya. El complejo templado del roble-pino-hierba disminuye, y la taxa megatermal tropical (Morley 2000: 14-17), del Moraceae tipo *Brosimum* conocido comúnmente como árbol de ramón, es evidente en los



**FIGURA 1.3.** El poblamiento del Nuevo Mundo con un recuadro de la distribución de la población después de 2000 años. ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

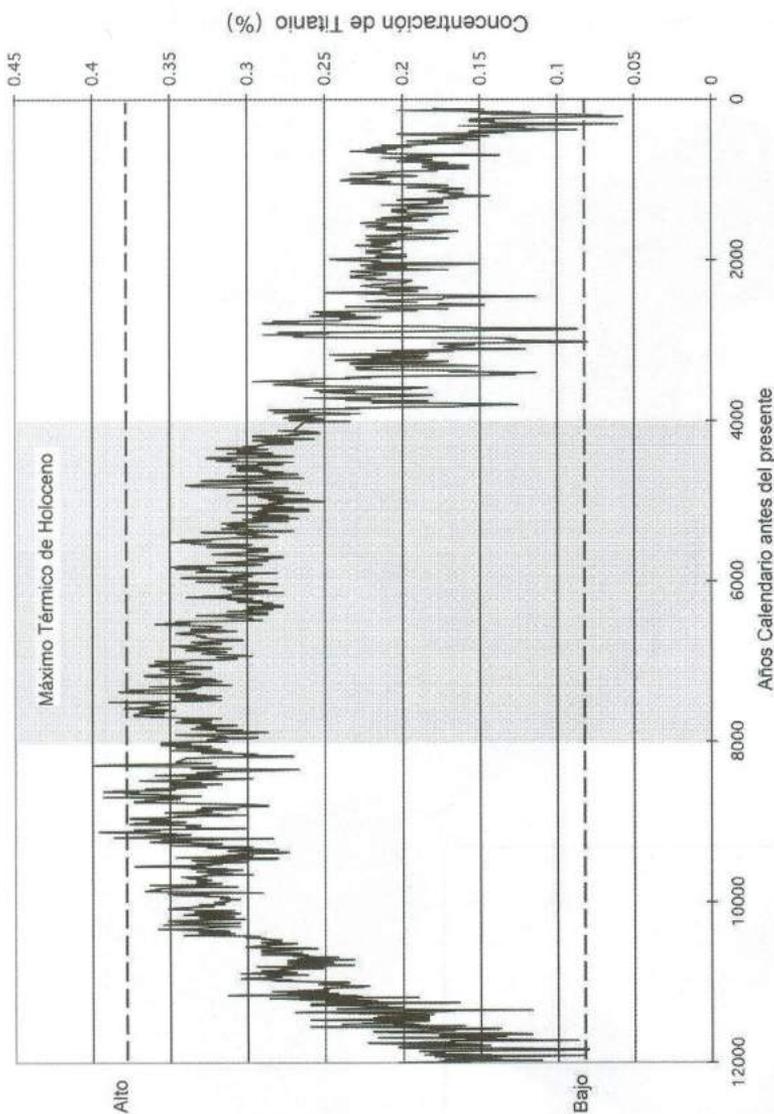


FIGURA 1.4. Registro de la precipitación para la Cuenca de Cariaco con el Máximo Térmico del Holoceno indicado (basado en Haug et al. 2003). ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

núcleos de polen lagunar (Leyden 2002; Vaughn et al. 1985; entre otros). Prevalció por 4,000 años aproximadamente un medio ambiente cálido y húmedo en las tierras bajas Mayas (Ford y Nigh 2009, 2014; Figura 1.4). Durante este tiempo, con el conocimiento básico de la geografía regional – las crestas, las inclinaciones onduladas, las tierras húmedas, los lagos y los ríos – los horticultores

móviles arcaicos expandían en la selva los cultivos domésticos que requerían. En este largo periodo de condiciones climáticas estables y favorables, sus actividades de caza y agrupamiento estacionales fueron gobernadas por los ritmos de la producción selvática. Fue un tiempo de incubación para la cultura ecológica mesoamericana que perdura hasta nuestros días.

Dada su familiaridad con el medio ambiente de las tierras bajas, los habitantes podían subsistir dentro de este construyendo sobre su experiencia ecológica histórica. Sus desafíos ayudaron a establecer el conocimiento ecológico tradicional que continúa informando a la agroecología mesoamericana. El registro paleoecológico de la región – desde los sedimentos de los lagos del Petén (Mueller et al. 2010) hasta la Cuenca de Cariaco (Haug et al. 2003) – muestran que desde hace 4,000 años la precipitación se volvió inestable e impredecible (Ver figura 1.4), marcando un periodo de caos climático. Esto causó un stress medio ambiental que cambió el paisaje dramáticamente. Los ciclos húmedo y seco alternantes crearon cambios radicales que influenciaron la flora y fauna, resultando en una nueva forma de vida para los horticultores móviles mesoamericanos.

Las zonas preferidas por los antiguos mayas para cultivar eran las crestas y las laderas de las montañas más bajas, con buen drenaje, y ubicadas arriba de la línea anual de inundación (Fedick 1988; 1989; Fedick y Ford 1990; Ford et al. 2009). Actualmente, estas son áreas donde selvas medianas, altas cerradas y húmedas se desarrollan al máximo (Schulze y Whiteacre 1999). Dicha tierra selvática está distribuida desigualmente por la región, resultando en asentamientos humanos dispersos, lo cual refleja dicha preferencia por zonas con buen drenaje (Bullard 1960, 1964; Culbert y Rice 1990; Freidel 1981; Puleston 1974; Rice 1976; Scarborough y Burnside 2010). Los centros antiguos – y la reubicación española posterior – obraron en contra de estos patrones centrífugos (Fedick 1998, 1989; Ford 1991a; Ford et al. 2009). Estos declives bien drenados comprenden menos de una sexta parte del área del norte de Belice alrededor del centro de Nohmul, pero cerca de la mitad del territorio en el interior del Petén alrededor del gran centro Clásico de Tikal, en Guatemala (Fedick y Ford 1990), y continúan encontrándose, en variadas proporciones, al oeste de Chiapas y al norte de la Península de Yucatán en México (Figura 1.2). Existe una relación directa entre la presencia de crestas bien drenadas, la alta densidad de los poblados y la localización de las élites culturales restantes de

los reinos clásicos mayas (Fedick y Ford 1990; Ford 1986; Ford et al. 2009).

Es un error mirar el urbanismo maya a través del filtro europeo.<sup>1</sup> En esta región los cambios de asentamientos en el Preclásico en el comienzo de hace 4,000 años involucraban un giro en los patrones dispersos y temporales hacia ocupaciones permanentes en áreas adecuadas y bien drenadas. Conforme la gente se asentaba en mayor número en áreas preferentes – donde eventualmente crecieron los centros posteriores (Ford 2003a: 115-116) – el uso de jardines forestales milperos se intensificó. Los asentamientos campesinos dependían de los recursos agrícolas y los centros dependían de estos campesinos. El control de las fuentes limitadas de agua puede haber sido un asunto cada vez más político, particularmente en el Preclásico, llevando a los campesinos dispersos hacia los centros conforme las poblaciones crecían y el clima se tornaba más seco (Ford 1996; Lucero 2002; Lucero et al. 2014; Scarborough 2003; ver Haug et al. 2003). Sin embargo, la historia ecológica de las Tierras Bajas Mayas se vincula con sus valiosos recursos en tierras altas. La fuente de la riqueza maya descansa en el paisaje y en el profundo conocimiento de la gente sobre cómo construir y usarlo.

## El Contexto histórico de las Tierras Bajas Mayas

La perspectiva actualmente aceptada sobre el colapso maya identifica al Preclásico como el principio de un periodo de disturbio medio ambiental *en escalada*, debido al aumento en la densidad de la población humana (Turner y Sabloff 2012). De acuerdo con esta interpretación, grandes áreas de las tierras bajas centrales “fueron esencialmente deforestadas, y la mayoría de las tierras disponibles dadas a la agricultura” (Dunning y Beach 2000:184). El resultado que se percibe fue la vulnerabilidad ecológica y la degradación (cf. Hirshberg et al. 1957; Meggers 1954; ver también Anselmetti et al. 2007; Dull et al. 2010). Esta visión del antiguo paisaje maya, sin embargo, entra en conflicto con la evidencia de una continuidad cultural de larga duración – un período de 30 siglos donde se ve un continuo crecimiento de población apoyado en la elasticidad de las antiguas tierras bajas mayas, desde el Preclásico hasta nuestros días.

No existe duda alguna de que el uso de la tierra se intensificó con la expansión de la sociedad maya: el aumento constante del

número de sitios residenciales refleja el crecimiento de la población, como lo hace la proliferación de exuberantes centros urbanos monumentales. Tradicionalmente, los eruditos han imaginado un paisaje invadido por gente y campos. Nuestro paisaje alternativo para el Maya Clásico es aquel en el que vivir en la selva era parte integral de la relación gente-ambiente (Atran 1993; Folan et al. 1979; Graham 1992, 1999, 2006; Johnston 2003; Voorhies 1982; ver también Conklin 1957). Con las poblaciones concentradas en las ciudades selváticas, una forma “galáctica” de urbanismo descentralizado emergió en un gran paisaje arbolado, asemejando las descripciones de la Amazonia Prehistórica y el sureste de Asia (Fletcher 2009; Heckenberger et al. 2008; Scarborough 2003; Scarborough y Burnside 2010; Scarborough y Lucero 2011; Scarborough y Valdez 2014; Tambiah 1976) Estos patrones de asentamiento y paisaje ecológico fueron creados por el sistema “milpa de alto desempeño” (Wilken 1971, 1987) mismo que describimos en la Capítulo 2.

Los asentamientos antiguos mayas y, por fuerza, los campesinos, se ubican cerca de los recursos necesarios. La emergencia de centros urbanos dependía de estos campesinos, y los requisitos de la agricultura se integraban a las estrategias del uso de suelo. Por algún tiempo, los arqueólogos han reconocido que la población en tierras altas bien drenadas era dispersa y de baja densidad, sin importar dónde se encontraban los centros (Bullard 1960, 1964; Ford 1986). Los fenómenos sociales tales como el comercio y los mercados (Freidel 1981; Gunn et al. 2002; Gunn et al. 2014; Gunn et al. 2002; Scarborough y Burnside 2010), pueden ayudar a explicar estos patrones, pero las causas primarias se han quedado sin investigar. Recientemente, con el poder del Sistema de Información Geográfica (GIS), hemos demostrado estadísticamente las fuertes conexiones de los patrones de asentamiento y el medio ambiente geográfico (Ford et al. 2009). Exploraremos en detalle la sutileza de estos patrones y cómo están vinculados con el bosque.

## La Cronología Prehistórica

El desarrollo cronológico de los mayas sigue un largo recorrido, evidentemente estable y exitoso. La ocupación maya de las Tierras bajas de Mesoamérica comenzó con la expansión de los cazadores y recolectores en América hace más de 12,000 años. La primera gente

habitaba un paisaje árido y fresco ubicado en una plataforma de piedra caliza kárstica que conforma la región maya. Mientras que el clima era cambiante, la topografía era esencialmente como es actualmente, de crestas ondulantes y colinas intercaladas con planadas. Inicialmente fresco, el clima estaba cambiando (Haug et al. 2001). Tan sólo hace 8,000 años la región se volvió un medio ambiente cálido y húmedo con las características tropicales conocidas: tierras altas con selvas de hoja ancha perennes y semi-caducifolias; tierras húmedas temporal y permanentemente inundadas con lagos en el sur y cenotes en el norte. La región era – y sigue siendo – objeto de huracanes atlánticos periódicos y erupciones volcánicas; la región también experimenta ciclos anuales y multianuales de periodos húmedos y secos (Iannone et al. 2014).

#### ***Hace 8,000 – 4,000 años.***

Sin embargo, existen escasos datos arqueológicos del período arcaico, aunque la presencia de plantas domesticadas demuestra que los habitantes ya manipulaban la flora. El Maíz, el frijol, la calabaza y el chile sustituyeron a la cacería y recolección (Betz 1997; Clark y Cheetham 2002; Lohse 2010; McClung de Tapia 1992; Piperno y Pearsall 1998; B. Smith 1998). Poco se sabe de los asentamientos arcaicos esparcidos y sus ciclos anuales. Sin embargo, el registro de los sitios sugiere largos recorridos cazando y recolectando en las emergentes selvas tropicales de las tierras bajas (Kennet et al. 2010; Lohse et al. 2006; Rosenswig 2006a, 2006b; Rosenswig et al. 2014; Voorhies 1998).

#### ***Hace 4,000 – 3,000 años***

Los asentamientos pequeños y esparcidos pero permanentes apuntan hacia cambios mayores a lo largo de Mesoamérica (Pohl et al. 1996; Vanderwarker 2006). A los 3,000 años a.P. (antes del Presente), los asentamientos dominaban la región (Blake et al. 1992; Clark y Cheetham 2002:283-286; Neff et al. 2006a; Voorhies 1998), incluyendo el área maya (Fedick 1989; Ford 1986; Puleston y Puleston 1971; Rice 1976; Scarborough y Burnside 2010:337). Este periodo marca el inicio de la civilización maya, la expansión de estructuras permanentes concentradas en áreas de buen drenaje, y el uso de la cerámica.

***Hace 3,000 – 2,000 años***

Todas las colinas y crestas de las tierras altas en el área maya muestran alguna evidencia de asentamientos (Fedick 1989; Fedick y Ford 1990; Ford 1986, 1991a; Fry 1969; Puleston 1974). Estas comunidades formaron el cimiento de las ciudades Preclásicas, tales como Nakbe y Mirador (Clark y Cheetham 2002; Forsyth 1993a, 1993b; Hansen et al. 2002) y más tarde Tikal y El Pilar (Coe 1965; Fedick 1988, 1989; Ford 2004; Haviland 1969; Puleston 1973; Wernecke 1994,2005). Pequeños al principio, estos centros fueron luego los principales focos para decisiones de las jerarquías administrativas tanto a nivel local como regional. Algunos se expandieron y crecieron, mientras que otros decayeron. La trayectoria, sin embargo, fue hacia el aumento de la población y el uso y manejo de la tierra, lo que requería una mayor organización.

***Hace 2,000 – 1,400 años***

La civilización clásica maya está marcada por el crecimiento de sus poblaciones y centros en el Preclásico tardío y en el Clásico Temprano, junto al aumento de la complejidad social. Las poblaciones se expandieron a todas las áreas bien drenadas, especialmente las principales áreas agrícolas de las tierras altas que constituían del 25 al 49 por ciento de la región (Bullard 1960; Fedick y Ford 1990; Ford 1985, 1990, 1991a, 1992, 1996, 2003; Fry 1969; Graham 2003; Puleston 1974; Rice 1976), y reflejan la intensificación del uso de suelo (Ford y Nigh 2009; Johnston 2003; Robin 2012). Monumentos de piedra labrados nos hablan de guerras en este periodo (Chase y Chase 2002; Kennett 2012:790), y las poblaciones comenzaron a expandirse hacia tierras húmedas de transición menos óptimas (Fedick 1988; Fedick y Ford 1990; Ford 1986; Ford et al. 2009; McAnany 1995).

***Hace 1,400 – 1,100 años***

El Clásico Tardío, cúspide de la civilización maya, incluye el aumento de centros cívicos y la proliferación de poblados residenciales (Culbert y Rice 1990; Webster 2002). Los centros alcanzaron su mayor tamaño; Tikal, por ejemplo, cubría aproximadamente 150 hectáreas de arquitectura monumental (50 por ciento del tamaño de la ciudad medieval de Londres por 1300 D.C.). Grandes asenta-

mientos ocupaban todas las crestas bien drenadas, las mismas áreas ocupadas en el periodo preclásico (cf. Robin 2012). Este fue también un tiempo de diversificación en la cerámica, con la aparición repentina de la cerámica templada con ceniza volcánica para trastes finos (Coffey et al. 2014; Ford y Glicken 1987; Ford y Rose 1995; Ford y Spera 2007; Jones 1986; Sunahara 2003) y evidencia de cenizas volcánicas en descomposición detectada en los depósitos de arcilla (Tankersly 2011).

A pesar de que el número de asentamientos ha sido bien documentado (Chase y Chase 1987; Ford y Rice 1990; Robin 2012), y el número de edificios se utiliza para calcular el tamaño de la población (Culbert y Rice 1900), los estimados de población son una fuente de discordia. Por ejemplo, Chase y otros (2011), basados en la investigación en el Caracol, estiman una población regional de 1,000 personas por kilómetro cuadrado, mientras que Ford y Clarke (2015), basados en el patrón de El Pilar, calculan aproximadamente 140 personas por kilómetro cuadrado. En el contexto maya, estimados razonables de entre 100-200 personas por kilómetro cuadrado (Turner 1990) son viables, aunque estos números se deben todavía reconciliar con el uso de la tierra.

### *Hace 1,100 – 800 años*

La última estela erigida en Tikal (Estela 11 datada 869 D.C.) marca el final de la civilización maya clásica en el área núcleo de la región. Conocido como el Clásico Terminal, este es un periodo de declive que duró varios siglos, caracterizado por el abandono de los edificios monumentales. El periodo se vincula con sequías (Gill et al. 2007; Haug et al. 2003, 2005; Hodell et al. 2001; Kennett et al. 2012); aunque los datos son equívocos (Metcalf et al. 2009; Rushton et al. 2012). La principal hipótesis considera que el declive es predominantemente una transformación medio ambiental (Chase y Scarborough 2014a; Demarest et al. 2014; Lentz et al. 2014), y atribuye su causa a la sobrepoblación, resultando en la deforestación y la degradación del suelo (por ejemplo, Chase y Scarborough 2014b:3; Chase et al. 2014:24; Rice 1990; Turner 1990; Turner y Sabloff 2012; Webster 2002). La principal evidencia citada a favor de este cambio medioambiental proviene del registro paleontológico derivado de los sedimentos de los lagos (por ejemplo, Binford et al. 1987), aunque la interpretación de estos datos es ambigua (Ford y Nigh 2009; ver

también Fedick 2010; Fedick y Islebe 2012; Gunn et al. 1995; McNeil et al. 2010; Everton 2012:18-21).

### *Hace 800 – 500 años*

La dimisión de los centros clásicos mayores, tales como Tikal y El Pilar, ha sido interpretada como un éxodo del área. Sabemos que las infraestructuras públicas – templos, palacios y plazas - fueron gradualmente abandonadas a los elementos. El descuido en el mantenimiento de los edificios habla directamente a una falla de la economía política y, sin embargo, no de la desaparición de los campesinos. El poder de los mayas reinantes del clásico para recaudar tributo y crear un fondo público muestra un claro derrumbe. Pero, el colapso de las instituciones gobernantes no implica un colapso de la población. Esa suposición se basa en la mencionada noción de que la sobrepoblación y expansión de la agricultura causaron deforestación (Chase et al. 2014; Diamond 2005; Turner y Sabloff 2012; Webster 20110), y presupone a la agricultura y la selva como incompatibles, sin embargo no se ha demostrado la incompatibilidad de la selva con los cultivos.

El área entre los sitios de Tikal y Yaxhá muestra una ocupación continua, sin merma a lo largo del Clásico Terminal (Ford 1986:64-65, 2003a:78-80). El área de El Pilar, donde las excavaciones se enfocan en unidades residenciales alrededor de los centros y más allá (Ford 1990; 2004), demuestra que al menos la mitad de estas unidades fueron habitadas después del Clásico Tardío. Las áreas sin mayor arquitectura pública, a pesar de la dimisión de los centros, continuaron floreciendo en el Postclásico (Alexander 2006; Robin 2012, 2013).

Además, el abandono de templos, palacios y plazas no ocurrió de la noche a la mañana, sino que gradualmente a lo largo de décadas e incluso siglos (Scarborough y Burnside 2010; Webster 2002:260-326), y probablemente no dentro de la vida de cualquier individuo. Primero, se abandonaron porciones de edificios, luego complejos enteros y, finalmente, no hubo más recursos para su mantenimiento (por ejemplo, Hammond et al. 1998).<sup>2</sup>

La construcción y el mantenimiento de la arquitectura monumental eran asuntos muy importantes en el sector público tanto como en el privado. La construcción pública se basaba probablemente en el trabajo corvée de aquellos quienes también eran responsables de

mantener sus propias estructuras privadas. Conforme los recursos corvée para la construcción pública disminuían, las construcciones privadas se simplificaban. La clásica marca maya sobre el paisaje disminuyó, no hubo más inversión en piedra de cantera; y el mantenimiento mínimo de los monumentos fue disminuyendo a la par del crecimiento de sencillas estructuras domésticas. Los campesinos, libres de la carga del mantenimiento de la arquitectura monumental, se organizaban en unidades más pequeñas, y cultivaban a la manera tradicional tal y como se les encontró haciendo al tiempo de la conquista (Pugh et al. 2012; Terán y Rasmussen 1995).

## Los Registros Paleoambientales y de Polen

El registro paleoambiental de los mayas se basa principalmente en los núcleos de sedimentos de los de los lagos en el Petén de Guatemala (Binford et al. 1987; Deevey et al. 1979; Hodell et al. 2012). Los cambios en la vegetación del Holoceno están registrados en estas muestras (por ejemplo, Vaughan et al. 1985; Leyden 2002), las cuales se ven dominadas por polen de viento (Bradley 1999: 362-362; Kellman y Tackaberry 1997:18) y asociados con los depósitos que revelan la afluencia de sedimentos por corrientes turbias hacia los lagos (Anselmetti et al. 2007; Mueller et al. 2010; cf. Hartke y Hill 1974). Se cree que estas capas del lago corresponden a la erosión generalizada que formó la sedimentaria "arcilla maya". El registro histórico de precipitación pluvial se basa en la concentración y proporciones los elementos titanio (Ti) y hierro (Fe) en sedimentos marinos y lacustres. La concentración de titanio se utiliza como indicador de las precipitaciones, específicamente la lluvia monzónica de verano que se refleja en las capas de arcilla de sedimentos anuales en columnas de sedimentos como las de la Cuenca de Cariaco (Haug et al. 2001) y corroborada en los lagos de Petén (Hodell et al. 2008; Metcalfe et al. 2010).

### *Hace 8,000 – 4,000 años*

La alta precipitación es un rasgo del máximo térmico del Holoceno en el área maya. Las comunidades de plantas cambiaron de templadas a tropicales, y dominó el polen Moraceae tipo *Brosimum*, interpretado como representante de la cubierta de selva madura (Brenner et al. 2002; Hillsheim et al. 2005). La taxa templada, inclu-

yendo pino y roble, se mantiene presente, pero en bajas proporciones (Leyden 2002).

### ***Hace 4,000 – 3,000 años***

El final del máximo térmico del Holoceno fue marcado por más de 1,000 años de precipitación fluctuante (Ford y Nigh 2009). Aunque hubiera extremos caóticos de precipitación anual alta y baja, la tendencia iba hacia condiciones más secas que persisten hasta la actualidad. (Haug et al. 2001; ver también Aragón-Moreno et al. 2012; Curtis et al. 1996; Hodell et al. 1995; Islebe y Sánchez 2001; Islebe et al. 1996a; Islebe et al. 1996b; Wahl et al. 2007). En medio de la lluvia variable, la diversidad de polen fósil aumentó con la de malezas y pastos polinizados por el viento, con respecto a los árboles polinizados por el viento (Vaughan et al. 1985; Mueller et al. 2009) y la presencia inicial de la arcilla maya en lagos y pantanos o bajos (Anselmetti et al. 2007; Mueller et al. 2010 interpretada de ser el resultado de la erosión del suelo local; Beach 1998; Beach et al. 2002; Beach et al. 2006; Brenner et al. 2003; Chase y Scarborough 2014b:3; Mueller et al. 2006).

### ***Hace 3,000 – 2,000 años***

La precipitación todavía caótica al principio, por el 2000 a.P. se había estabilizado para el año 2000 bajo condiciones algo más secas, detectable por la caída en las concentraciones de titanio en los sedimentos de Cariaco. La composición y relativa abundancia de la taxa de polen en los sedimentos lagunares indican incluso una mayor diversidad de especies, junto a la dominación de pastos nativos y malezas. Al mismo tiempo, la presencia de la arcilla maya se elevó a sus niveles más altos (Anselmetti et al. 2007; Mueller 2010:1226), posiblemente por causa de la erosión de la deforestación agrícola o bien por algún otro cambio ambiental – por ejemplo: condiciones más secas o cambios dentro del lago, como lo sugieren Mueller y otros (2009:139; Anselmetti et al. 2006).

### ***Hace 2,000 – 1,400 años***

La precipitación se estabilizó en niveles menores a los del máximo térmico del Holoceno. El registro del polen da fe de una vegetación

estable aun dominada por gramíneas y hierbas, con menos del 20 por ciento procedentes de la taxa forestal (utilizando el Moraceae tipo *Brosimum* como representante de la selva, Leyden 1984, 1987). La arcilla maya también se estabilizó a niveles moderados (Mueller et al. 2010). Ante todo, es notable que los datos paleoambientales sugieren una firme continuidad de este tiempo.

### ***Hace 1,400 – 1,100 años***

Durante este periodo hubieron pocos cambios en las contribuciones del polen y los sedimentos (Leyden 1984, 1987; ver también el resumen en Ford y Nigh 2014), sin embargo, nuevos datos de precipitación sugieren mayor variabilidad (Kennett et al. 2012). Las interpretaciones de este periodo estable en la prehistoria maya siguen enfatizando la deforestación (que sugieren que comenzó al menos dos milenios antes; Rosenmeier et al. 202; Turner y Sabloff 2012; Wahl et al. 2006). Nuestra lectura de los datos, sin embargo, sugiere una continuidad de los indicadores paleoambientales: Los arbustos conforman la mayoría del polen por viento, con los pastos y Moraceae tipo *Brosimum* representando menos de una quinta parte del total cada uno.

### ***Hace 1,100 – 800 años***

No hay cambios climáticos dramáticos en este periodo crítico de la prehistoria maya (Medina-Elizalde y Rohling 2012), a pesar de la búsqueda de evidencias de sequía o algún otro impacto ambiental (Aimers y Hodell 2011; Iannone et al. 2014). La precipitación era estable, con algunos aumentos en los niveles de titanio lo cual sugiere un aumento en lluvia (Haug et al. 2001). La arcilla maya está presente, y los pastos y gramíneas dominan la vegetación; todo esto ha sido interpretado como trasfondo de la deforestación (Brenner 1994; Rosenmeier et al. 2002).

### ***Hace 800 – 500 años***

Los siguientes siglos hasta la conquista Española muestran importantes cambios en indicadores del polen (Binford et al. 1987), con el aumento del Moraceae tipo *Brosimum* y la disminución de gramíneas y pastos. La lluvia, según la lectura de los datos del Cariaco y

del Petén, aumentó en este tiempo, pudiendo mejorar las condiciones de siembra anual, especialmente en el norte seco. Aun así, estos datos se interpretan como la recuperación de la cubierta boscosa en *ausencia* de campesinos, pero esta noción no ha sido comprobada. Mientras que el polen Moraceae tipo *Brosimum* aumenta en el registro, esto marca un cambio en el hábitat del *Brosimum*. El *Brosimum* es una especie pionera, hecho evidente en su expansión por los trópicos hace 8,000 años. El hábitat nuevo para el *Brosimum* fue resultado del colapso de templos y palacios. La idea del despoblamiento de la zona maya es inconsistente con las observaciones de Cortés al tiempo de la conquista. El tan mencionado colapso del clásico maya duró siglos (Webster 2012), y aunque los principales centros fueron abandonados, los campesinos se quedaron en los jardines forestales.

## Los Aspectos Fundamentales

La civilización agrícola de los mayas emergió naturalmente dentro del contexto de la selva maya y en el ecosistema de las tierras bajas tropicales en la Península de Yucatán al sur de México, en el Petén de Guatemala y en Belice (cf. Conklin 1957). Estas selvas fueron consideradas alguna vez prístinas, pero los geógrafos y botánicos ahora reconocen que los humanos a través de milenios han influenciado la composición de la vegetación (por ejemplo, Denevan 1992a, 2011; Gómez-Pompa et al. 2003; Whitmore y Turner 1992). Hoy, el impacto humano es expresado ampliamente en las prácticas europeas de la ganadería de pastizal y el arado que juntos amenazan la integridad y biodiversidad de la selva (Harvey et al. 2008; Nations 2006; Primack et al. 1998; TNC 2014; cf. Campbell 2005). En muchos sentidos, la relación población-deforestación en la selva maya de la actualidad es exactamente el retrato del fenómeno que se ha imaginado sucedió mil años atrás. ¿Pero cómo podría ser, si no había borregos ni ganado ni arado durante el periodo en cuestión?

A pesar del amplio reconocimiento académico de los impactos humanos en la selva maya, no hay un acuerdo con respecto a los tiempos y la naturaleza de estos impactos. Turner y Sabloff (2012), haciendo un resumen de las interpretaciones actuales de la sabiduría recibida (Diamond 2005:176-177), afirman que las interacciones de las tierras bajas mayas con la selva culminaron en el continuo

desmonte para la agricultura, con impactos tan destructivos al medioambiente que causaron el colapso de la sociedad del clásico maya en el siglo nueve (Townsend 2009: 60-69). Esta interpretación está en la línea con la conclusión de Webster en su síntesis de 2002 que los mayas están repitiendo la misma historia hoy (2002:348). El sostiene que el sistema milpa es la raíz de las amenazas contemporáneas, pero cuando se refiere a imágenes satelitales éstas claramente muestran la expansión de los pastizales de ganado, y no de la milpa (Brook y Knudsen 2014). Mientras que la mayoría de los estudios de los mayas asumen que el colapso de la civilización se relacionó con la deforestación, hoy en día, la selva maya es conocida por su diversidad y abundancia de plantas útiles que siguen siendo tan beneficiosas como en el pasado (por ejemplo, Atran et al. 2004; Balick et al. 2000; Campbell et al. 2006; Fedick y Islebe 2012; Levi 2003; Roys 1976).

En medio de la expansión de la monocultura “convencional” basada en la producción industrial, los campesinos tradicionales mayas continúan practicando el cultivo a mano, haciendo uso del conocimiento ecológico de generaciones (Ferguson et al. 2003; Griffith 2000, 2004; Terán y Rasmussen 2009:23-30). ¿Qué está detrás de la transformación ecológica histórica de la selva maya? ¿Cómo puede la prehistoria de esta gente aportar un trasfondo para entender la transformación? ¿Dónde están las lecciones que debemos aprender? Los siguientes capítulos exploran estas preguntas a la luz de los retos de conservación que confrontamos hoy.

## Capítulo 2



### Habitando la Selva Maya: La milpa de Alto Desempeño

Las cualidades excepcionales del ciclo milpero dentro del jardín forestal, revelan no sólo el éxito de esta estrategia indígena de cultivo para especies anuales sino también el buen manejo de sucesivas plantas perennes en un sistema aún vinculado a creencias sagradas. Sus asombrosas estrategias de producción son flexibles y se pueden intensificar. La alimentación de árboles, la producción de cultivos y los métodos del uso de tierra equilibran la cubierta del suelo y las cosechas por innumerables generaciones. Lejos de ser destructivos, hemos percibido que los campesinos mayas son guardianes espirituales y co-creadores de la selva Maya.

#### Introducción

Es probable que cualquier comprensión de la historia ecológica en la selva maya sea sesgada e inexacta, a menos que comencemos por una visión clara de cómo la actividad humana ha impactado el paisaje. Por milenios *la milpa* (*kol* en maya yucateco), la rotación en forma de cultivo múltiple perenne centrado en el maíz (*Zea mays L.*), ha sido el elemento crucial para el manejo de los bosques neotropicales del área maya y ha formado y conservado los ecosistemas de la selva. La



**FIGURA 2.1.** (Arriba y frente a la página) Diego Jiménez Chi con su nieto Roque Calderón en su milpa plenamente desarrollada, Quintana Roo, México (Macduff Everton).

## Introducción

El problema que enfrenta el agricultor maya es el acceso a los recursos naturales. Este problema se agrava por la pérdida de los recursos naturales que son vitales para el cultivo de maíz y frijol. La pérdida de los recursos naturales afecta la producción de alimentos y la salud de las comunidades. El acceso a los recursos naturales es esencial para la supervivencia de las comunidades mayas y la sostenibilidad de su agricultura.



“milpa de alto desempeño” – sofisticada agro silvicultura intensiva – fue practicada de manera generalizada por los campesinos mesoamericanos (Palerm 1967, 1976; Wilken 1971, 1987). Comprenderla nos ayuda a interpretar los datos paleoecológicos y arqueológicos del antiguo uso de la tierra maya.

La milpa maya implica la rotación anual de los cultivos con una serie de etapas intermedias manejadas y enriquecidas con arbustos y árboles perennes de corto y largo plazo (Figuras 2.1, 2.2). Esta culmina en el restablecimiento de los árboles ancianos de copa madura de cualquier parcela que se cultivara (Everton 2012; Ford y Nigh 2010; Gliessman 1993; Hernández Xolocotzi et al. 1995; Nations y Nigh 1980; Nigh 2008; Nigh y Diemont 2013; Terán y Rasmussen 1994; Terán et al. 1998). La integración del ciclo de la milpa a la ecología del bosque neotropical transformó la sucesión de plantas (Tabla 2.1, Figura 2.3) y convirtió a la selva maya en un jardín donde más



**FIGURA 2.2** Chan K'in, campesino maya lakantún en su milpa mostrando las tres etapas del ciclo, Chiapas, México (James D. Nations).

del 90 por ciento de las especies de árboles dominantes ofrecen beneficios a los humanos (Campbell et al. 2006).

La milpa ha sido difamada y mal entendida, frecuentemente acusada de provocar la deforestación generalizada, la degradación del suelo y la pérdida de la biodiversidad. Esta visión negativa de una estrategia agroecológica venerable se debe en parte al rol periférico que juega la milpa en la actual agricultura industrial comercial (Everton, 2012:112-113; Schwartz y Corzo Márquez 2015). La milpa contemporánea de pequeños productores campesinos marginados es frecuentemente la retaguardia para la conservación de la semilla y provisión de maíz fresco, así como otros productos para el consumo doméstico (integral vs incipiente, cf. Conklin 1957:3-5), no se parece en nada al sistema descrito por Wilken (1971, 1987). Desdeñosamente nombrados campesinos de “roza y quema”, se acusa a los antiguos mayas de haber “quemado, cortado, y eventualmente en algunas regiones de haber eliminado largos tramos de estos paisajes boscosos poco después de haberlos ocupado” (Piperno 2011:206). Nuestra investigación ha demostrado que la milpa tradicional maya tiene por

**TABLA 2.1.** Las plantas dominantes del ciclo del jardín forestal milpero del Gran Petén\*

Ciclo de la milpa	Plantas dominantes (polinizadas por viento spp. indicado en cursivas)
<p>Campo de maíz abierto multicultivo ~ favorecido por el sol: Fase 1 iniciación (1-4 años)</p>	<p>Cultígenos: ~99 spp. tal como <i>Capsicum spp.</i>, <b><i>Chenopodium ambrosioides</i></b> L., <i>Cnidocolus spp.</i>, <i>Cucurbita spp.</i>, <b><i>Lycopersicon esculentum</i></b> Mill., <i>Phaseolus spp.</i>, <i>Xanthosoma yucatanense</i> Engl., <b><i>Zea mays</i></b> L. Varios géneros más encontrados en: Leguminosae. No-cultígenos: <i>Ambrosia spp.</i>, <i>Cecropia sp.</i>, <i>Mimosa sp.</i>, <i>Trema sp.</i>, y varios géneros encontrados en: <b>Amaranthaceae</b>, <b>Asteraceae</b>, <b>Cyperaceae</b>, <b>Euphorbiaceae</b>, <b>Melastomataceae</b>, <b>Poaceae</b>, <b>Urticaceae</b>.</p>
<p>Reforestación de perennes de larga vida ~ ofrecen sombra: Fase 2 ciclo renovado (4-12 años)</p>	<p><i>Acacia cornigera</i> L. Wild, <i>Ananas comosus</i> L. Merr., <i>Annona muricata</i> L., <i>Attalea cohune</i> C., <b><i>Brosimum alicastrum</i></b> Sw., <i>Bucida buceras</i> L., <i>Cucurbita pepo</i> L., <b><i>Bursera simarouba</i></b> L., <i>Byrsonima crassifolia</i> L. Kunth, <i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess, <i>Carica papaya</i> L., <b><i>Cecropia peltata</i></b> L., <i>Ceiba pentandra</i> L., <i>Cnidocolus chayamansa</i> McVaugh, <i>Enterolobium cyclocarpum</i> Jacq. Griseb., <i>Guarea glabra</i> Vahl, <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam., <i>Hamelia patens</i> Jacq., <i>Manihot esculenta</i> Crantz, <i>Manilkara zapota</i> L. van Royen, <i>Opuntia cochenillifera</i> L. P. Mill, <i>Pachyrhizus erosus</i> L., <i>Persea Americana</i> P. Mill, <i>Pimenta dioica</i> L. Merr., <i>Pouteria sapota</i> Jacq. Moore &amp; Stearn, <i>Psidium guajava</i> L., <b><i>Quercus oleoides</i></b> Schldl. &amp; Cham., <i>Sabal morrisian</i> Bartlett, <i>Simira salvadorensis</i> Standl., <i>Talisia oliviformis</i> Radlk.</p>
<p>Dosel cerrado ~ favorece por su sombra: Fase 3 culminación (&gt;12 años)</p>	<p><i>Alseis yucatanensis</i> Standley, <i>Aspidosperma cruentum</i> Woodson, <i>Attalea cohune</i> C. Mart, <b><i>Brosimum alicastrum</i></b> Sw., <i>Bursera simarouba</i> L., <i>Cryosophila stauracantha</i> Heynh. R. Evans, <i>Licania platypus</i> Hemsley Fritsch, <i>Lonchocarpus castilloi</i> Standley, <i>Manilkara zapota</i> L. van Royen, <i>Piscidia piscipula</i> L. Sarg, <i>Pouteria campechiana</i> Kunth Baehni, <i>Pouteria reticulata</i> Engl., <i>Sabal morrisiana</i> Bartlett, <i>Simira salvadorensis</i> Standl, <i>Spondias mombin</i> L., <i>Swietenia macrophylla</i> King, <i>Talisia oliviformis</i> Radlk, <i>Vitex gaumeri</i> Greenman, <i>Zuelania guidonia</i> Britton &amp; Millsp.</p>

\*Solo está incluida la taxa nativa. Basada en Campbell et al. 2006. La taxa en cursiva es taxa polinizada por viento.

Nota: La Fase 1 es dominada por taxa polinizada por viento y la Fase 3 es dominada por taxa polinizada bióticamente.



resultado el enriquecimiento de las selvas con especies útiles para los humanos y la mejora significativa del ecosistema (Atran et al. 1999; Diemont y Martin 2009; Snook y Capitanio 2012).

## **La milpa maya: un sistema de gestión de recursos**

La milpa es un agroecosistema reconocido de la Mesoamérica indígena y del área maya (Gliessman 2004; Kelly y Palerm 1952:100-107). Practicada desde hace miles de años en todos los ecosistemas de estas regiones. Incluso hoy, la milpa es una actividad central sustentable del manejo ambiental tradicional del pueblo maya (Gliessman 2001; Terán y Rasmussen 1995). Si definimos la milpa como un policultivo abierto organizado alrededor del maíz (Figura 2.4, 2.5), alternando con etapas sucesionales de vegetación boscosa en un ciclo de 16 a 30 años, se puede decir que la milpa es similar en cualquier parte de Mesoamérica. Adaptable a una diversidad de climas y entornos (cf. Scott 2009), la milpa se encuentra a nivel del mar y hasta en tierras de más de 2000 metros de altura; puede ser integrada con huertos domésticos o sembrada a varios kilómetros de viviendas familiares. También se puede intensificar para responder a las restricciones ambientales, las demandas del mercado, o los ciclos domésticos. Además alberga una enorme agrobiodiversidad, una herencia de miles de años de cultivo de la selva y de experimentación (Cleveland 2013).

La milpa maya ha sido bien descrita en la literatura académica (Bernstein y Herdt 1977; Diemont y Martin 2009; Everton 2012; Gómez-Pompa 1987; Hernández Xolocotzi et al. 1995; Isakson 2009; Nations y Nigh 1980; Nigh 2008; Parsons et al. 2009; Steinberg 1998; Terán y Rasmussen 1980; Wilken 1987; y otros). Sin embargo aún se le percibe a través de un lente europeo. De hecho, Staller (2010) sugiere que considerar al maíz como un “grano básico” – y comparar a la tortilla con el pan de los españoles – es una idea eurocéntrica que no refleja la realidad de la dieta prehispánica mesoamericana y maya. El maíz era una planta importante, incluso sagrada, para los mayas, de modo que no puede igualarse al trigo o al arroz del Viejo Mundo.<sup>1</sup> La demanda de los españoles del uso del maíz como tributo en el periodo Colonial, junto con la introducción de las herramientas de acero,



FIGURA 2.4. La milpa de policultivos maya lakantún figurando macal, plátano, tabaco, caña y maíz al fondo, Chiapas, México (James D. Nations).



FIGURA 2.5. La milpa de policultivos en el Petén, Guatemala (Macduff Everton).



**FIGURA 2.6.** José Valensuela, campesino lakantún en su milpa recién quemada, Chiapas, México; nótese los restos orgánicos de la superficie carbonizados y parcialmente quemados (James D. Nations).

ayudó a reestructurar el énfasis sobre las prácticas milperas e incluso a influenciar las variedades del maíz que se sembraban comúnmente después de la conquista (Staller 2010).

En la visión eurocéntrica, la milpa es simplemente un maizal, tan sólo una inversión en la siembra, y así era vista por los primeros conquistadores, quienes acuñaron la palabra “*milpa*” para describir el campo de maíz mesoamericano. Sin embargo, la milpa no es un monocultivo como el trigo de los españoles. Aunque el maíz es visualmente dominante, se intercala con frijol, calabaza y otras plantas de una canasta de más de 90 posibilidades mesoamericanas (Apéndice A). Más aún el campo multicultivo de maíz es solo una etapa de un ciclo recurrente (Tabla 2.1). Siguiendo el trazo del origen Náhuatl, la palabra “*milpa*” se basa en la palabra “*millipan*”, donde “*milli*” significa “cultivar” y “*pan*” significa “lugar” (Bierhorst 1985:213,259) Por tanto significa el lugar cultivado.



**FIGURA 2.7.** (Arriba y frente a la página) Una quemadura (rosa) establece la brecha de campo abierto e inicia el ciclo milpa, Yucatán, México (Macduff Everton)



Tal vez el aspecto que menos se entendido sobre la milpa es su relación con la selva. Por siglos este sistema de silvi-horticultura ha formado y conservado los bosques neotropicales (Gómez-Pompa 1987), y nuestra investigación explora el impacto que ha tenido sobre el ambiente boscoso. Para entender el poder que tiene la milpa sobre el paisaje, necesitamos hacer un escrutinio de las prácticas y reflexionar sobre sus consecuencias. Caracterizamos a la milpa como un sistema agroforestal porque el cultivo anual es una etapa en el manejo de la regeneración del ambiente del bosque. En una milpa tradicional, el espacio para los cultivos anuales se limpia y se quema para preparar la siembra (Figuras 2.6, 2.7), pero desde el primer año los campesinos toman medidas para asegurar la regeneración de la vegetación arbórea.

La palabra del maya yucateco “*k'ax*” se traduce normalmente como “bosque” en los documentos coloniales (p.ej. Roys 1976<sup>2</sup>). Nuestra noción de bosque es de una tierra arbolada, sin embargo, implícito en el uso del término de Roys, es una sobre simplificación del concepto maya de *k'ax*. El diccionario del maya yucateco publicado por Cordemex (Barrera Vázquez 1980) indica *k'ax* o *k'aax* se puede traducir como *bosque* o *selva* o *montaña* o *monte*, pero también como *arboleda*, y, especialmente, como *campo donde hay monte*, esto es, un campo agrícola con arbustos y árboles. *Kanan k'ax* es una selva bien atendida o, alternativamente, una deidad considerada guardián de la selva (Terán y Rasmussen 2008. McAnany (1995:67; ver Kintz 1990) también señala que estas selvas cuidadas eran adueñadas y consideradas como parte del patrimonio de la familia Maya desde los tiempos prehispánicos hasta entrado el periodo Colonial.

Los productos derivados de la milpa y las actividades relacionadas a su manejo dependen directamente de las destrezas de los campesinos mayas. La literatura se refiere reiteradamente a la protección de los árboles cuando una parcela de maíz se establece (Arias Reyes 1995b; Cowgill 1961; Emerson 1953; Everton 2012:72; Hernández Xolocotzi et al. 1995:274; Lundell 1937; Nations y Nigh 1980; Román Dañobeytia et al. 2011; Terán y Rasmussen 2009.) La cacería, el cuidado de las abejas y el manejo de la vida silvestre también se relacionan con el manejo del ciclo de la milpa (Diemont y Martin 2009; Terán y Rasmussen 1995).

La literatura etnográfica menciona específicamente árboles asociados con la milpa. Lundell (1933:66-67) y Emerson (1953:55) especifican que el chicozapote (*Manilkara zapota*) y ramón (*Brosimum alicastrum*) se mantienen sistemáticamente en las áreas cultivadas, junto con especies nativas como la *Annona* spp., caimito (*Chrysophyllum cainito*), cedro (*Cedrela odorata*), ceiba (*Ceiba petandra*), cocoyol (*Acrocomia aculeata*), corozo (*Attalea cohune*), guayaba (*Psidium guajava*), guano (*Sabal morrisiana*), nance (*Byrsönima crassifolia*), papaya (*Carica papaya*), pimienta gorda (*Pimenta dioica*), siricote (*Cordia dodecandra*) y zapote negro (*Diospyros digyna*) (cf. Cowgill 1961:17). Lundell (1933:66,71) agrega el aguacate (*Persea americana*), cacao (*Theobroma cacao*), chayote (*Sechium edule*), algodón (*Gossypium hirsutum*), mamey (*Pouteria sapota*) y tabaco (*Nicotiana tabacum*), junto con arbustos y árboles

ornamentales, así como plantas medicinales (tabla 2.2). La tumba del rey Maya de Palenque, Pakal, del siglo séptimo, ilustra árboles frutales ancestrales – aguacate, nance, mamey, guayaba y cacao (Schele y Mathews 1998:119-122), todos encontrados al interior de los huertos domésticos y huertos protegidos exteriores (Cowgill 1961:17; Emerson 1953:55; FLAAR 2008; Lundell 1933:66-68, 71, 75; Palerm 1976:39-43). Árboles nativos de la selva, palmas y arbustos han aparecido en la literatura etnobotánica Maya de la milpa durante el siglo veinte (Roys 1976) y mantienen importancia conforme entramos en el siglo veintiuno (Balick 2000).

## **El Ciclo del Jardín Forestal Milpero**

Las tierras boscosas neotropicales en las cuales la civilización maya se desarrolló eran paisajes influenciados profundamente por las sociedades humanas a las que alimentaban. Los arqueólogos y paleontólogos en el área maya han asumido que la presencia de la agricultura causó una reducción de tierras boscosas y finalmente la deforestación, pero los agroecólogos comprenden que esto no es lo que usualmente sucede en la milpa. Los botánicos, agroecólogos y restauradores de la ecología reconocen la importancia de cortar y quemar para incrementar la fertilidad del suelo y promover la biodiversidad local (Altieri 1995, 2008; Altieri y Merrick 1987; Altieri y Toledo 2005, 2011; Gliessman 1982; Gliessman et al. 1981; Ferguson et al. 2003; Griffith 2000; Hernández Xolocotzi 1985; Hernández Xolocotzi et al. 1995:565-566; Toledo et al. 2003; Toledo et al. 2008; Woodworth 2013:325-350). La selva maya, como otras áreas boscosas de Mesoamérica, ha sido formada por el ciclo de la milpa antigua y contemporánea (Finegan 2004; Ford y Nigh 2009, 2014).

Como paisaje cultural (Atran 1993; Everton 2012; Gómez-Pompa y Kaus 1990), ésta selva se ha ido desarrollando durante generaciones gracias a las oportunidades y desafíos ambientales de las tierras bajas tropicales. La respuesta adaptativa que nosotros llamamos ciclo del jardín forestal milpero surgió durante el milenio de caos climático hace 4,000 años (Ford y Nigh 2014; ver Haug et al. 2001; Hodell et al. 2008; ver Capítulo 3). El producto de la ecología

**TABLA 2.2.** Muestra de árboles protegidos de la milpa

<i>Nombre Común</i>	<i>Nombre científico</i>	<i>polinizador</i>	<i>Usos</i>
Aguacate*	<i>Persea Americana</i>	miel de abeja	alimento
Algodón	<i>Gossypium sp.</i>	Abejas	producción
Anona	<i>Annona sp.</i>	insectos^	alimento
Cacao*	<i>Theobroma cacao</i> L.	insectos	alimento
Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	insectos, murciélagos	alimento
Cedro	<i>Cedrela mexicana</i> M. Roem.	insectos	construcción
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	murciélagos^	construcción
Chayote	<i>Sechium edule</i> [Jacq.] Sw.	insectos, abejas	alimento
Cocoyol	<i>Acrocomia mexicana</i> Karw.	insectos	alimento
Corozo	<i>Atelea cohune</i> (Mart.) Dahlgren, Sheelea Lundellii Bartlett	insectos, viento	alimento, medicina
Guayaba*	<i>Psidium guajaba</i> L.	insectos	alimento
Guayo	<i>Talisia olivaeformis</i> [Hbk.] Radlk.	Abejas	alimento
Guano	<i>Sabal morrisiana</i> Bartlett	insectos^	construcción
Huano de sombrero	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	insectos	productos
Mamey	<i>Calocarpum mammosum</i> [L.] Pierre	mariposa	alimento
Nancé*	<i>Brysonima crassifolia</i> (L.) D.C.	insectos, abejas	alimento
Papaya	<i>Carica papaya</i> L.	insectos, viento	alimento
Pimienta	<i>Pimenta officinalis</i> Lindl.	insectos, pájaros^	alimento, medicina
Ramón	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Viento	alimento
Siricote	<i>Cordia dodecandra</i> Dc.	insectos	fruta
Tabaco	<i>Nicotiana tabacum</i>	Abejas	estimulante
Zapote*	<i>Manilkara zapota</i>	murciélagos	alimento
Zapote Negro	<i>Diospyros Ebenaster</i> Retz.	insectos	alimento

^El polinizador fue encontrado sólo por género.

Árboles compilados de: Cowgill 1961, Emerson 1953, Lundell 1933,

\*Schele &amp; Mathews 1998, Schwartz 1999.

histórica surgida hace al menos 8,000 años, la milpa se ve tergiversada en la literatura histórica (Cook 1921; Lundell 1937), científica (Piperino 2006; Reina 1967; Steggerda 1941; Turner 1978; Villa Rojas 1845; Webster 2002:348) y del desarrollo (Camacho Villa 2011:107; Haney 1968; Pilcher 1998).

El objetivo principal del ciclo del jardín forestal milpero es aumentar el beneficio de los paisajes manejados y la selva en conjunto (Everton 2012; Ford y Nigh 2009; Levy Tacher et al. 2005). Las etapas del ciclo son dirigidas estratégicamente con una utilidad en mente, empleando prácticas basadas en la selección informada de especies (Atran 1993; Atran y Medin 1997; Atran et al. 1999; Atran et al. 2000; Rättsch 1992). La siembra y la selección de plantas en las primeras fases de la reforestación favorecen el crecimiento rápido de especies leñosas de vida corta que logran un rápido cierre del dosel (Figura 2.8). Estas crean las condiciones que necesitan las especies perennes de larga vida para germinar y crecer (Gómez-Pompa 1987; Gómez-Pompa et al. 1972; Levy Tacher et al. 2005:71).

Al reconocer la milpa de alto desempeño y la secuencia de cambios que el ciclo implica en la cubierta vegetal (ver Tabla 2.1; Figura 2.3), no sorprende que los académicos confirmen la importancia de los humanos en la conformación de la selva maya tal y como la conocemos (Atran 1999; Campbell et al. 2006; Dunning et al. 2012:3652; Dunning y Beach 2010; Ferguson et al. 2003; Ford y Nigh 2009; Gómez-Pompa 1987; Ross 2008). Las muestras trazan en varios escenarios una asombrosa homogeneidad a través de los ecosistemas boscosos, cosa que no podría esperarse sin un manejo del bosque (Campbell et al. 2006). En el Petén, los 20 árboles dominantes que forman la oligarquía de la selva maya (Tabla 2.3) – donde las especies centrales dan cuenta de una mayoría de los árboles – todos se encuentran entre los huertos domésticos tradicionales en la región (Ford 2008) y cumplen con las necesidades de los hogares. Un examen detallado de las especies de la selva en áreas con arquitectura residencial antigua confirma este énfasis en la utilidad de las plantas (Campbell et al. 2006; Ross 2008, 2011). El conocimiento agrícola tradicional de los mayas es un experimento de 8,000 años en paisajes tropicales productivamente exitosos.

Las etapas ecológicas de sucesión “jóvenes” de los cultivos y rotaciones secuenciales son la fase constructiva del ciclo de la selva,



**FIGURA 2.8.** (Arriba y frente a la página) El establecimiento de los árboles y arbustos perennes en la milpa dirige la sucesión de la selva, Petén, Guatemala (Macduff Everton)



produciendo un rápido incremento en el secuestro de carbono, biomasa y diversidad. Todos los sistemas agrícolas se basan en la alta productividad primaria de estas primeras fases de los agro ecosistemas. Entre otras cosas, estos sistemas pueden resultar en un almacenamiento importante de carbono en los suelos.

Las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono pueden reducirse ya sea reduciendo las emisiones o quitando de la atmosfera el dióxido de carbono y almacenándolo en ecosistemas terrestres, oceánicos o acuáticos de agua fresca. Un sumidero de carbón es definido como el proceso o la actividad que remueve el gas invernadero de la atmosfera. La conversión de largo plazo de praderas y bosques en campos de cultivo (y pastizales) ha resultado en una pérdida histórica del carbono del suelo en todo el mundo pero existe un

**Tabla 2.3.** Plantas dominantes de la Selva Maya  $\phi$ 

<i>Nombre científico</i>	<i>Nombre común</i>	<i>Polinizador</i>	<i>Usos</i>
<i>Alseis yucatanensis</i>	mamey Silvestre	mariposa	alimento
<i>Aspidosperma cruentum</i>	Malerio	insectos	construcción
<i>Attalea cohune</i> *	Corozo	insectos	alimento
<i>Brosimum alicastrum</i> *	Ramón	viento	alimento
<i>Bursera simarouba</i> *	Chaca	abejas	Medicina
<i>Cryosophila stauracantha</i>	Escoba	escarabajo	producción
<i>Licania platypus</i>	succotz	mariposa	Alimento
<i>Lonchocarpus castilloi</i>	manchich	insectos	construcción
<i>Manilkara zapota</i> *	Chicle	murciélagos	Alimento
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	abejas	Veneno
<i>Pouteria campechian</i>	zapotillo	insectos	Alimento
<i>Pouteria reticulata</i>	zapote negro	insectos	alimento
<i>Sabal morrisiana</i> *	Escoba	insectos	producción
<i>Simira salvadorensi</i> *	palo colorado	mariposa	construcción
<i>Spondias radlkoferi</i>	Jocote	insectos	alimento
<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	insectos	construcción
<i>Tabebuia rosea</i>	macuelizo	abejas	construcción
<i>Talisia oliviformi</i> *	Kinep	abejas	alimento
<i>Vitex gaumeri</i>	yaxnik	murciélagos	construcción
<i>Zuelania guidonia</i>	Tamay	abejas	medicina

$\phi$  Tras Campbell et al 2006 y Ford 2008

\* Dominante en los jardines domésticos.

potencial importante para aumentar el carbón del suelo a través de la restauración de suelos degradados y la adopción generalizada de prácticas de conservación de suelo. (FAO 2014b)

Los yucatecos mayas emplean especialistas llamados “cuidadores del viento” (*yum ik'ob*), quienes controlan el fuego de la milpa quemando en contra de los vientos prevalecientes en un proceso que esparce el material flamable de la roza para lograr una quema nivelada de baja temperatura (Figura 2.10). Nuestra investigación con los mayas Lakantún (también conocidos en la literatura como Lacandones) ha demostrado que esta práctica resulta en una captura importante de carbono negro en el suelo así como la mejora de otras características físicas y químicas de tierras negras antropogénicas (Figura 2.11, Glaser et al. 2001; Nigh y Diemont 2013). Ha habido un enfoque, especialmente en la ecología tropical, en relación a la “biomasa aérea” como una principal reserva de carbono. Sin embargo, ahora sabemos que el suelo es el almacén más grande y durable de carbono orgánico terrestre, y que interactúa fuertemente con la cubierta vegetal y el reservorio atmosférico. El almacén de carbono en el suelo es de cuatro a cinco veces mayor que los depósitos aéreos, con un tiempo de rotación mucho más largo - alrededor de 1200 años (Lal 2004). La agricultura de restauración, como la definió Shepard (2013), describe lo que vemos en la milpa maya de alto desempeño. Los ciclos de producción proveen abundantes productos para la subsistencia familiar, mientras que aumentan la fertilidad del suelo y la conservación del agua, así como el secuestro de carbono, tanto a largo plazo en el suelo cómo a corto plazo en la regeneración de biodiversidad forestal.

Después de la conquista española, el área maya vivió una serie de sequías severas (Farriss 1984) que ahora se asocian con la Pequeña Edad de Hielo global (Dull et al. 2010; Hodell et al. 2002). Conforme la despoblación, reubicación y trabajos forzados dejaron desatendidos los jardines forestales durante el periodo Colonial, cambiaron a lo que se le puede denominar la selva asilvestrada (Campbell et al. 2006), probablemente a la forma dominante de crecimiento de la vieja selva del neotrópico. Un proceso similar ocurrió posiblemente después del



**FIGURA 2.9.** El tabaco se producía para el intercambio por los lakantún, Chiapas, México (James D. Nations).



**FIGURA 2.10.** Dario Tuz Caamal, un "cuidador del viento" maya yucateco esparce el fuego para obtener una quema controlada, Yucatán, México (Macduff Everton).



FIGURA 2.11. En la milpa Lakantún de Chan K'in, las quemadas a pequeña escala frecuentes crean cenizas y carbón sin dañar la vida del suelo, Chiapas, México (James D. Nations).

Fin del Clásico, conforme los templos y las plazas fueron desatendidos (ver Lambert y Arnason 1982).

Dado que virtualmente toda la selva maya refleja milenios de población y uso humano, es difícil precisar el grado de modificación de la selva por parte de los mayas versus la adaptación natural a las condiciones y recursos existentes (Schulze y Whitacre 1999). Al occidente de Belice, tres sitios de selva maya inventariadas con evidencia de ocupación al final del Clásico y poca evidencia de actividad humana subsecuente, ofrecen un cuadro vívido del paisaje domesticado (Campbell et al. 2006). Ensayando la hipótesis de que la huella humana es visible en el bosque hoy en día, los autores reportan que tanto los índices de diversidad *alfa* como *beta* son bajos, en comparación con latitudes tropicales similares en áreas relativamente libres de influencia humana. Campbell y colegas (2006) también muestran que los tres parches selváticos con asentamientos mayas antiguos eran altamente oligárquicos (definidos por la dominancia relativa de los 10 primeros o 20 primeros árboles de la muestra) y contenía especies de valor económico para los seres humanos, entre las 10 especies principales que representan el 57 al 61 por ciento de la huella ecoló-

gica en el bosque medida en el área sobre la base del diámetro de árbol.

Este grado de homogeneidad sugiere que estos sitios selváticos han sido sometidos a penetrantes perturbaciones humanas tales como la quema controlada y la selección y enriquecimiento con especies de valor económico. Mientras está claro que las condiciones físicas juegan un rol importante en la distribución y abundancia de especies arbóreas (Sánchez 2012), la predominancia de especies útiles se alinea con las prioridades del manejo agroforestal antiguo (Ross 2008, 2011; Ross y Rangel 2011).

Este ciclo agrícola adaptado localmente abastece a las viviendas con alimentos, productos intercambiables y otros útiles en cada una de sus etapas. Es de notar que las etapas reconocidas por los campesinos mayas equivalen a las etapas ecológicas definidas por los ecólogos forestales (Capers et al. 2005; Chazdon 2008, 2014; Kellman y Tackaberry 1997:146-151; cf. Nigh 2008; Finegan 2004). Las plantas de interés económico que caracterizan a la selva maya de hoy, incluidas las plantas reservadas para atraer y alimentar animales como el venado (Greenberg 1992; Hernández y Xolocotzi et al. 1995:62-63; Terán y Rasmussen 2009:309-320), deben su elasticidad a la selección persistente durante los últimos ocho milenios (Atran 1993; Campbell et al. 2006; Ford y Nigh 2009, 2014). Muchas de las plantas prominentes de la etnobotánica maya contemporánea son aquellas comúnmente distribuidas por la actividad humana (Chazdon y Coe 1999; Voeks 2004), particularmente *Attalea* sp. (cf. Anderson et al. 1991) destacadas en las columnas de polen del área Lamanai (Rushton et al. 2012). De 456 especies de plantas recolectadas en el área forestal de Lacanjá Chan Sayab, los mayas Lakantún reconocen la utilidad de más del 73 por ciento para al menos un uso específico (Levy Tacher et al. 2002).

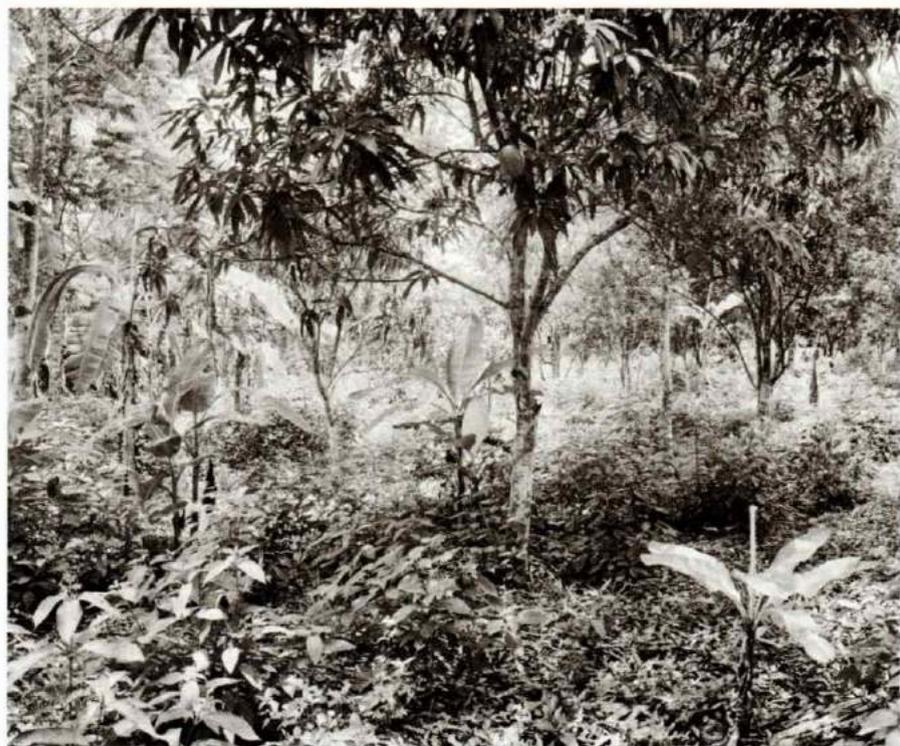
Cada etapa de crecimiento se maneja habilidosamente para seleccionar y establecer un útil y beneficioso inventario de plantas que sirva las necesidades a corto y largo plazo de la familia (Figura 2.12), al mismo tiempo que se integra un régimen del agua, la fertilidad y el contenido orgánico del suelo. Las etapas arbóreas sucesivas sirven no sólo de depósito para las plantas útiles, sino también para apoyar a los animales necesarios para la polinización, la dispersión de la semilla y el cuidado de las abejas (Everton 2012; Greenberg 1992; Hernández Xolocotzi et al. 1995:63-64; Terán y Rasmussen 2009:321). Las



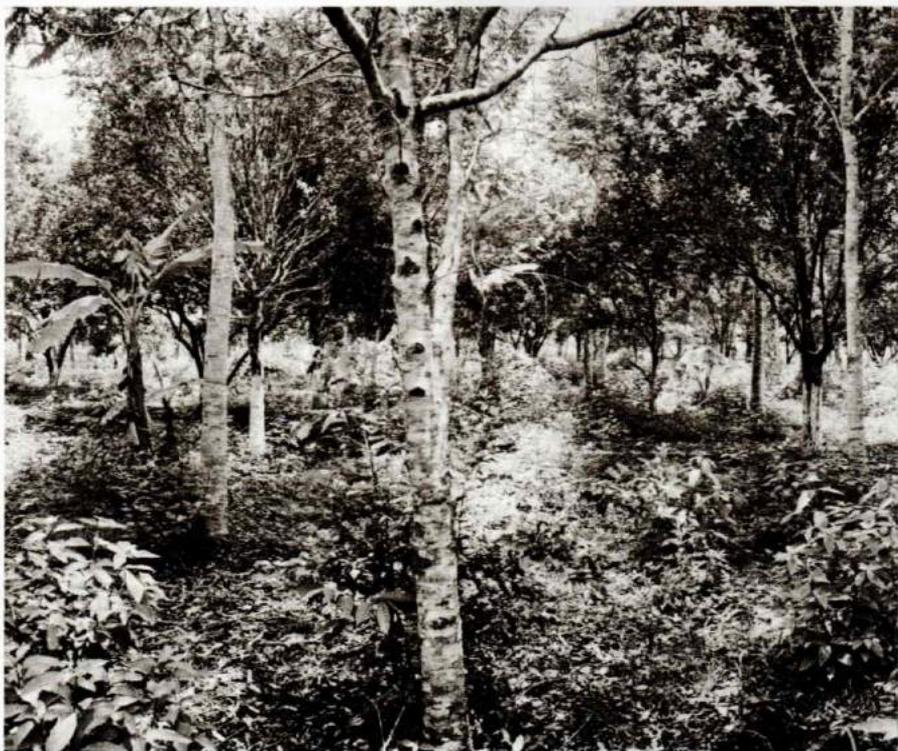
**FIGURA 2.12.** El trabajo, la destreza y los horarios son factores críticos para el proceso de sucesión en el que Zacarías Quixchan corta las puntas de las ramas del siricote, Petén, Guatemala (Macduff Everton).

etapas del ciclo se escalonan de tal forma que en cualquier momento, distintas parcelas crean diversos hábitats (ver Figura 2.3). El resultado es un paisaje mosaico complejo de tierras boscosas y campos en diferentes niveles de desarrollo que examinaremos en detalle en los capítulos 4 y 5.

El ciclo de transformación de campos de cultivo en selva fue formando el paisaje alrededor de los asentamientos mayas. Hierbas y pastos nativos amantes del sol cohabitaban con las diversas especies cultivadas durante los aproximadamente cuatro años productivos de una parcela de milpa (Ford y Nigh 2010; Kellman y Adams 1970; Steggerda 1941:99-107), comparable a las etapas iniciales de la sucesión natural en los claros creados por la caída de árboles (Chazdon 2014). Con el desarrollo de las plantas perennes, representando la nueva etapa del ciclo de la milpa, eran fomentadas las especies leñosas, cuidadosamente seleccionadas o sembradas. Al mismo tiempo, las especies favorecidas por los mayas muestran ser beneficiosas para la reforestación y la restauración del suelo (Diemont et al. 2006; Diemont et al. 2011; Nigh 2008; Román Dañobeytia et al. 2009; Dourterlungne et al. 2010). Entre estas están el guarumo (*Cecropia* sp.),



**FIGURA 2.13** (Arriba y frente a la página) Este huerto de campo incluye árboles introducidos la Selva Maya tradicional; es de notar la proliferación de plantas anuales durante esta etapa de sucesión. Petén, Guatemala (Macduff Everton).



balsa (*Ochroma pyramidale*), palo de leche (*Sapium lateriflorum*) y guapuruvú (*Schizolobium parahyba*) (Tabla 2.4; apéndice B).

En las etapas perennes del ciclo de la milpa, los árboles de copa resolverían las necesidades económicas. (Figura 2.13). Entre los árboles y palmas encontrados en los jardines forestales tradicionales de hoy, están: aguacate, pimienta, achotillo, achiote, anona, balsa, bayal, cacao, jícara, cedro, ceiba, chaya, chirimoya, copal, corozo, verbena, guano, gumbolimbo, ciruela, jabin, kinép, caoba, malerio, mamey, manchiche, chechén, ramón, siricote, succotz y zapote (ver apéndice B para una lista más completa y los nombres en latín; Everton 2012; Hernández Xolocotzi et al. 1995:232; de Miguel 2000; Terán y Rasmussen 2009:332-338). Estas plantas son parte de los jardines forestales mayas tradicionales y son en gran medida polinizadas por insectos, pájaros o murciélagos (Ford 2008).

**Tabla 2.4.** Plantas usadas por los mayas lakantún para la restauración del suelo

<b>Nombre de la especie</b>	<b>Maya Lakantún</b>
<i>Astrocaryum mexicanum</i> Liebmann ex Martius	ak te
<i>Belotia mexicana</i> K. Schum	Tao
<i>Brosimum</i> sp.	ba'am bax
<i>Bucida buceras</i> L.	sä puk te
<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb. var. <i>rekoii</i> Standl.	Baba
<i>Cedrela</i> sp.	Kulche
<i>Cordia alliodora</i> Oken	Bajum
<i>Dialium guianense</i> Sandw.	wech'
<i>Guatteria anomala</i> R. E. Fries	ek bache
<i>Hampea stipitata</i> S. Watson	ts'uk tok
<i>Hibiscus</i> sp.	Jor
<i>Mucuna pruriens</i> L.	Ka abe
<i>Ochroma pyramidale</i> Urban	chujum
<i>Piper auritum</i> H. B. K.	jo'ver
<i>Piper aduncum</i> L.	Makarum
<i>Sapium lateriflorum</i> Hemsl.	u'cunte
<i>Simira salvadorensis</i> Standl.	chak'ax
<i>Sterculia apetala</i> Jacq.	Anís
<i>Swietenia macrophylla</i> King	Puna
Sin identificar	pok te

Fuente: Diemont 2006

Un sistema de siembra de múltiples cultivos, el jardín forestal milpero es un ciclo de varias décadas. Con el aclareo del campo como la fase inicial, el ciclo de cada parcela comienza con una cosecha selectiva, podando la selva, seguida de una quema cuidadosa (Everton 2012:75; Terán y Rasmussen 2009:201-231). Este proceso limpia el campo de la broza seca para la siembra de maíz y otros cultivos anuales (Hernández Xolocotzi et al. 1995:71; Terán y Rasmussen 2009:235-258). Los cultivos domesticados y las hierbas útiles se siembran anualmente durante aproximadamente cuatro años, mientras que a la sombra de las altas cañas de maíz, en su progreso hacia la siguiente etapa del ciclo germinan y crecen arbustos leñosos, árboles frutales y maderas duras. Algunos cultivos perennes se establecen también durante este tiempo. Cuando los arbustos leñosos y los árboles crecen como para dar sombra a los anuales, el campo avanza a través de sucesivas etapas de reforestación guiada, transformándose de ser un campo abierto a un bosque manejado (Everton 2012:16-18; Hernández Xolocotzi et al. 1995:131-139; Levy Tacher y Golicher 2004).

## **Un ejemplo de Chiapas: la milpa maya lakantún**

Podemos beneficiarnos de la idea de la interdependencia de la agricultura de la milpa maya y la selva tropical a través de la examinación de los ejemplos etnográficos recientes de los lakantún de Chiapas. Los antiguos mayas sin duda alguna utilizaban una amplia variedad de sistemas de siembra, y la milpa lakantún no puede tomarse como modelo general de la subsistencia de los antiguos mayas, pero ilustra el compromiso cultural tan sofisticado con el ambiente de las tierras boscosas neotropicales característico del agroecosistema mesoamericano indígena (Alcorn 1990, Nigh 2008; Toledo et al. 2003; Wilken 1971, 1987; ver también Conklin 1957). La comprensión del manejo del uso del suelo lakantún revela la flexibilidad del sistema del jardín forestal milpero maya.

La Selva Lacandona alberga actualmente cerca de 500,000 indígenas en su mayoría de filiación lingüística y cultural maya. Los lakantún son el grupo maya más pequeño, sin embargo cuentan con una larga historia de ocupación continua en las tierras bajas de la selva

(Palka 2005). Tradicionalmente, han subsistido del manejo y explotación de la tierra en varias zonas ecológicas simultáneamente. Estas zonas incluyen traspatios, campos, tierras boscosas maduras y ecosistemas acuáticos y semiacuáticos. Las parcelas selváticas en regeneración han sido calificadas como campos “abandonados” al concluir el ciclo del cultivo de maíz, pero de hecho, éstas demuestran la enorme diversidad de plantas y animales manejadas directa e intencionalmente por los lakantún (Durán Fernández 1999; Levy Tacher et al. 2002; Nations y Nigh 1980; Nigh 2008).

El origen histórico del grupo lakantún está rodeado de misterio, pero no está se debate su exitoso aislamiento del cambiante mundo Mesoamericano después de la conquista. Resguardándose en el accidentado terreno de la selva Lacandona en lo que son actualmente territorios de México y Guatemala, probablemente desde finales del siglo XVII (Palka 2005), estos grupos fueron capaces de mantener su sistema de producción tradicional hasta nuestros tiempos. El sistema de agricultura lakantún descrito por Nations y Nigh (1980) es por tanto una mirada al pasado – un prototípico ejemplo de la milpa de alto desempeño. El planteamiento lakantún de siembra floreció en la ausencia de las restricciones políticas y sociales del mundo globalizante durante la Colonia del Siglo XVI al Siglo XIX (cf. Scott 2009). La familias vivían donde trabajaban; los alimentos y otras necesidades se derivaban directamente y casi por completo de la milpa y de las tierras boscosas.

Los hombres lakantún tradicionalmente dedicaban gran parte de su día al trabajo en la milpa, además de la cacería y de la recolección de recursos selváticos. Las mujeres y niños ayudaban durante la cosecha, cuando se requería más mano de obra, una práctica que sigue siendo común en Mesoamérica. Dicha dedicación al trabajo de la milpa permitía la diversificación y productividad de las especies, cosa rara en tiempos recientes (cf. Campbell 2010).

El impacto de las prácticas de manejo lakantún sobre las selvas en regeneración (los acahuals) es dónde la verdadera sutileza del sistema se revela. Los campesinos eligieron sitios de cultivo rodeados por selva madura para mantener la fuente de semillas de árboles, muchas de las cuales son transportadas por animales a través de los campos de maíz (Medellín 1994b; Medellín y Equihua 1998; Medellín y Gaona 1999; Vargas Contreras et al. 2009) Esta práctica, combinada

con la selección diaria intensiva por el deshierbe de las áreas de cultivo aceleraron y encausaron la sucesión ecológica, y por tanto lograron la regeneración rápida de la selva (Nigh 2008). El cuidadoso manejo de las hierbas extendió la vida útil de los campos para los cultivos anuales durante periodos largos (de cuatro a ocho años), a diferencia de las milpas convencionales menos intensivas, que, en esta región actualmente, se siembran por un máximo de tres años antes de verse inundadas por maleza y arbustos en competencia (Kellman y Adams 1970; ver también Conklin 1957:3).

El deshierbe que hacía el agricultor Maya tradicional incluía un juicioso uso del fuego, evitando cualquier efecto negativo sobre la ecología del suelo (Nigh y Diemont 2013; Nigh 2008; ver también Gliessman et al. 1981). El manejo lakantún de las hierbas arvenses es radicalmente diferente en filosofía y práctica de la "limpieza" de la milpa convencional, como la practican ampliamente los campesinos mesoamericanos contemporáneos. En la milpa convencional, el campo entero se deshierba una vez durante varios días, luego dos o tres veces más durante el cultivo del maíz. Se permite que las hierbas proliferen después de la última limpieza conforme el maíz crece hasta alcanzar el tamaño para su cosecha. Esto significa que el campo entero deberá limpiarse y quemarse en preparación para la siguiente temporada de siembra, lo cual puede ser negativo para la ecología del suelo.

En la milpa maya de alto desempeño, la quema total del campo entero ocurre una sola vez en el ciclo de treinta años o más (ver Tabla 2.1), cuando se limpia la vegetación primaria para iniciar la siembra del campo. Incluso esa quema inicial se controla cuidadosamente para mantener bajas temperaturas y cuidar que la vegetación no se convierta en cenizas, asegurando así la presencia de carbón (ver Terán y Rasmussen 2009:225-231). A lo largo del año, los residuos de los cultivos y las hierbas arvenses se acumulan en pequeñas pilas y se queman periódicamente (ver Figura 2.11); las cenizas y carbón que resultan se esparcen en el campo. La mayoría de las hierbas que se sacan o se cortan no se queman sino que se dejan denle el campo para que se descompongan como abono verde (Everton 2012:17). Estas prácticas abastecen material orgánico y carbón negro de manera continua y tienen por resultado un suelo antropogénico altamente enriquecido (cf. Wilken 1987), similar a la *terra preta* del Amazonas (Balée 2010; Glaser et al. 2001; Guimaraes Vieira y Proctor 2007;

Hecht 2007, 2009; McCann et al 2011; Nigh y Diemont 2013; Peterson et al. 2001; Woods y McCann 1999).

El control del banco de semillas tiene un profundo efecto en la subsecuente suspensión del cultivo anual. La idea del abandono del campo al finalizar cultivo se refiere universalmente en la literatura como “barbecho”, sugiriendo que el campesino simplemente deja descansar el campo, permitiendo así un proceso de regeneración natural. Sin embargo esta noción no es una caracterización exacta del manejo tradicional de la milpa (ver Tabla 2.1). Para los mayas lakantún, las fases posteriores al cultivo reciben una atención comparable al mismo cultivo de maíz, hecho que contradice la noción del campo abandonado.

Los ecólogos ya no manejan los modelos de equilibrio, donde se pensaba que las tierras boscosas volvían a un clímax después de la perturbación (fuego, huracán o roza para la siembra). Ahora se reconoce la sucesión selvática como una serie de etapas, llegando usualmente a alguna forma de selva de copas cerradas donde las relaciones entre las especies leñosas dominantes caracterizan cada etapa (Chazdon 2008, 2014). Los lakantún identifican estas etapas sucesivas y las especies de árboles asociadas (Nigh 2008), de tal forma que sus campos tradicionales abarcan una mayor diversidad de especies, en comparación especialmente con las prácticas de la milpa convencional. Esto es, la recuperación de la selva se acelera bajo el sistema de manejo tradicional.

Por ejemplo, en una práctica de manejo, los campesinos lakantún esparcen semilla de balsa (*Ochroma pyramidale*) para crear sitios espesos de este árbol de rápido crecimiento (Diemont et al. 2006; Douterlungne et al. 2010). El árbol balsa ha sido usado por generaciones de campesinos lakantún para acelerar la regeneración de la selva, renovando el suelo de materia orgánica y aumentando el control de las hierbas arvenses. Se usa en particular para el control del helecho (*Pteridim aquilinum*), el cual puede ser un problema invasivo serio (Cooper-Driver 1990; Gliessman 1978; Schneider 2004; Suazo 1998; Turner et al. 2001, 2003, 2004; Turner y Sabloff 2012).

El helecho se torna invasivo bajo condiciones específicas donde las copas de los árboles son abiertas y los helechos pueden introducir sus rizomas profundos formando densos prados (Berget

2012; Booth et al. 2003; Den Ouden 2000; Earp 2011; Schneider 2004). Schneider (2004:230) descubrió que la invasión de helechos en Campeche se vinculaba a las estrategias del uso de tierra: el tamaño de las parcelas y la intensidad del uso de tierra son factores fundamentales. Donde la tierra era escasa y las parcelas eran menores de 40 hectáreas por propietario, la densidad de helechos era baja. Donde las parcelas eran más grandes, de 80 hectáreas o más por propietario, el helecho prevalecía (Schneider 2004:237). El control del helecho es cuestión de trabajo y destreza (Berget 2012), como lo demuestran los lakantún (Levy Tacher 2012).

También se manejaba tal vez una docena de especies de por sus efectos benéficos sobre la fertilidad del suelo, reteniendo árboles de interés y valor durante el proceso de reforestación (Roman Daño-beytia et al. 2011; Diemont y Martin 2009; Levy Tacher 2000; ver Tabla 2.4). En suma, tal y como lo ilustra el ejemplo lakantún, el ciclo de la milpa es un sistema complejo de múltiples cultivos, construido en torno a la rotación de los campos de maíz con etapas de bosque secundario (Chazdon 2014). La sucesión del bosque y la regeneración son manejados cuidadosamente; las especies de árboles son seleccionadas – eliminadas, sembradas o promovidas en su crecimiento – de tal forma que la recomposición y la regeneración de la tierra boscosa tienen por objetivo la utilidad económica y cultural (Diemont y Martin 2009; cf. Campbell et al. 2006; Ross 2011; Ross y Rangel 2011; cf. Snook 2005; Snook et al. 2005).

La comprensión del sistema milpa lakantún y la importancia del ciclo de la milpa en el manejo de la selva maya nos da una idea del posible carácter de los horticultores móviles arcaicos y de la ecología histórica profunda del área hace más de 4,000 años. Estos proto campesinos de la selva habrían de explotar y expandir pequeños claros naturales en la selva, observando y eventualmente interviniendo en la sucesión, de manera similar al actual sistema lakantún. Otras prácticas habrían de estar disponibles para los primeros habitantes de las tierras bajas mayas, anticipando las sofisticadas formas agroforestales que caracterizan a los pueblos indígenas a lo largo del neotrópico (Alcorn 1990; Linares 1976; Peters 2000; Stahl y Pearsall 2012). Estas prácticas dejaron su huella en las tierras boscosas mucho tiempo después de que estos territorios fueran despoblados.

Otro ejemplo agroforestal maya es el *pet kot*, una forma de modificación del bosque practicada por los mayas yucatecos recientemente, descrita primero por Gómez-Pompa y colegas (1987). En esta región pedregosa de la selva maya, el *pet kot* crea nichos que apoyan el manejo de sitios de árboles altos que con frecuencia contrastan fuertemente con la vegetación más baja de los alrededores. Los *pet kot* se desarrollaban con la acumulación de piedras en campos de 19,000 a 24,000 metros cuadrados, donde especies especialmente útiles eran sembradas como un ecosistema de selva protegida (Gómez-Pompa et al. 1987:11, 13). Muchos de estos árboles son comunes en los jardines de las casas, tales como de los géneros *Brosimum*, *Spondias*, *Pithecellobium*, *Malmea*, *Bursera* y *Sabal*, y otros (Gómez-Pompa et al. 1987:11, 12). En áreas enriquecidas de manera similar alrededor de cenotes, el equipo de Gómez-Pompa observó árboles de cacao de una variedad comúnmente encontrada al sur de Chiapas (Gómez-Pompa y Kaus 1990). Al proveer sombra y rompe viento, estos microambientes, en el árido Yucatán crean su propio régimen de agua, produciendo en promedio más neblina y humedad (Peters 2000).

El *pet kot* yucateco y la milpa lakantún probablemente surgieron durante “la transición larga”, cuando los horticultores mesoamericanos móviles extendieron su alcance durante el Holoceno temprano. Eventualmente emergió una sociedad agraria verdadera, aumentando su dependencia en la agricultura estable. Esto tuvo como resultado un paisaje domesticado que transformó la selva en un elemento cultural (Fedick 2010; Everton 2012:1-37). La creación del jardín forestal maya es por lo tanto el resultado de una inversión acumulada en el ciclo de la milpa y su intensificación como parte de un sistema de silvicultura dinámico (Everton 2012:57-96; Ford y Nigh 2009; ver Scarborough y Burnside 2010:237).

## **La milpa de alto desempeño**

### **– Crecimiento agrícola no industrial**

La interrogante que perdura en los estudios de los antiguos mayas es cómo podía una civilización sofisticada y populosa mantenerse en un ambiente tropical húmedo y con una tecnología agrícola aparentemente “primitiva”, la milpa de ‘roza, tumba y quema’ (ver

Beckerman 1983; Conklin 1954, 1957, 1971; Cook 1921). Como hemos mostrado, la milpa de alto desempeño maya no es primitiva. Esta emplea el conocimiento campesino y estrategias de trabajo intensivo que incrementan mucho la producción y el potencial de restauración del campo (Cleveland 2013). Algunos arqueólogos han apuntado a esta estrategia para explicar el aparente misterio del ascenso cultural maya y el crecimiento de la población durante 20 siglos comenzando en 1,000 A.C.

Desde una perspectiva arqueológica, el hecho de que la siembra de barbecho de arbusto (*bush fallow*) es ecológicamente factible bajo ciertas condiciones es significativo porque su práctica, en la antigüedad, dio cuenta de procesos que no habían tenido explicación por mucho tiempo. Entre éstos está la relación de la sociedad del Clásico Maya, en el sur de las tierras bajas, (550-800 d.C.) con el crecimiento de la población, la intensificación agrícola y el cambio cultural profundo. Con base en los estimados de la población derivados de los datos de los asentamientos y los estimados de la capacidad productiva de las tecnologías agrícolas que se conoce fueron utilizadas por los mayas, varios arqueólogos han concluido que durante los siglos VII y VIII d.C. algunas poblaciones mayas de alta densidad al sur de las tierras bajas excedieron la capacidad productiva de sus sistemas agrícolas. Si los estimados actuales de la densidad máxima de la población maya son razonables – suposición que algunos mayistas rechazan (Ford 1991b; Webster 2002:174, 264) – entonces los arqueólogos deben preguntarse, ¿Cómo se sostuvieron las poblaciones mayas de alta densidad a sí mismas agrícolas hablando? Una estrategia de intensificación no considerada previamente por los mesoamericanistas es la siembra intensiva de arbustos en el barbecho. (Johnston 2003:127)

La milpa de alto desempeño, una forma intensiva de barbecho de arbustos como descrita por Johnston (2003), permite el crecimiento agrícola a través de la intensificación del trabajo especializado y del conocimiento ecológico (Ploeg 2013). La reducción del barbecho es vista por los ecólogos como negativa usualmente, un resultado no

buscado del crecimiento de la población y la presión de la tierra que lleva a la pérdida de la biodiversidad y la fertilidad del suelo (Karthnik et al. 2009; Schmook et al. 2004; Van Vliet et al. 2013; entre otros). Acelerar el proceso de reforestación en el ciclo de la milpa, sin embargo, puede verse como intensificación agrícola lograda por el manejo de la sucesión secundaria (cf. Snook 2005; Snook y Negreros-Castillo 2004; Snook et al. 2005; Valdez Hernández et al. 2014). Esto es lo que observamos con los lakantún.

El ciclo de la milpa es el fundamento del paisaje construido, compuesto de especies seleccionadas por los milperos, especialmente durante la fase del cultivo anual y en las primeras etapas de la sucesión donde ocurre una selección intensa de plantas. Como un ecosistema enriquecido por humanos, este refleja los valores de la cultura, donde las inversiones emanan de una base doméstica. Como estrategia de *sembradíos infield* (campos interiores o de traspatio) y *outfield* (campos exteriores) (ver Netting 1977, 1993; Netting et al. 1989; Pyburn 1998), el tiempo, el trabajo y los horarios están balanceados con la distancia a los campos. Los sembradíos domésticos cercanos (Caballero 1992; Corzo Márquez y Schwartz 2008; De Clerck y Negreros-Castillo 2000; Klintz 1990; Mariaca Méndez 2012; Negreros-Castillo y Hall 2000) y los diversos sembradíos más lejanos de la unidad doméstica, toman provecho de las gradientes microambientales de humedad, inclinación y del suelo, etc., para proveer un sinfín de exigencias de la vida diaria.

La residencia primaria de una familia se ve ubicada con frecuencia en una comunidad establecida con otras familias, y normalmente tendrán una milpa de traspatio, – *infield* – un huerto alrededor del recinto de vivienda (Figura 2.14). Estas siembras al interior de las viviendas eran bien conocidas en los tiempos de la Colonia, y los españoles, quienes veían estos diseños agrícolas urbanos como intrusiones al orden de la vida propia de la ciudad, los prohibieron. Una Ordenanza en Yucatán sobre el tema por el gobernante Virrey Tomas López Medel en 1552 revela la visión del conquistador en relación a los humanos en el paisaje de la selva:

Por lo tanto Yo ordeno que todos los nativos... construyan casas cerca unos de otros. Y ellos no deberán sembrar ninguna

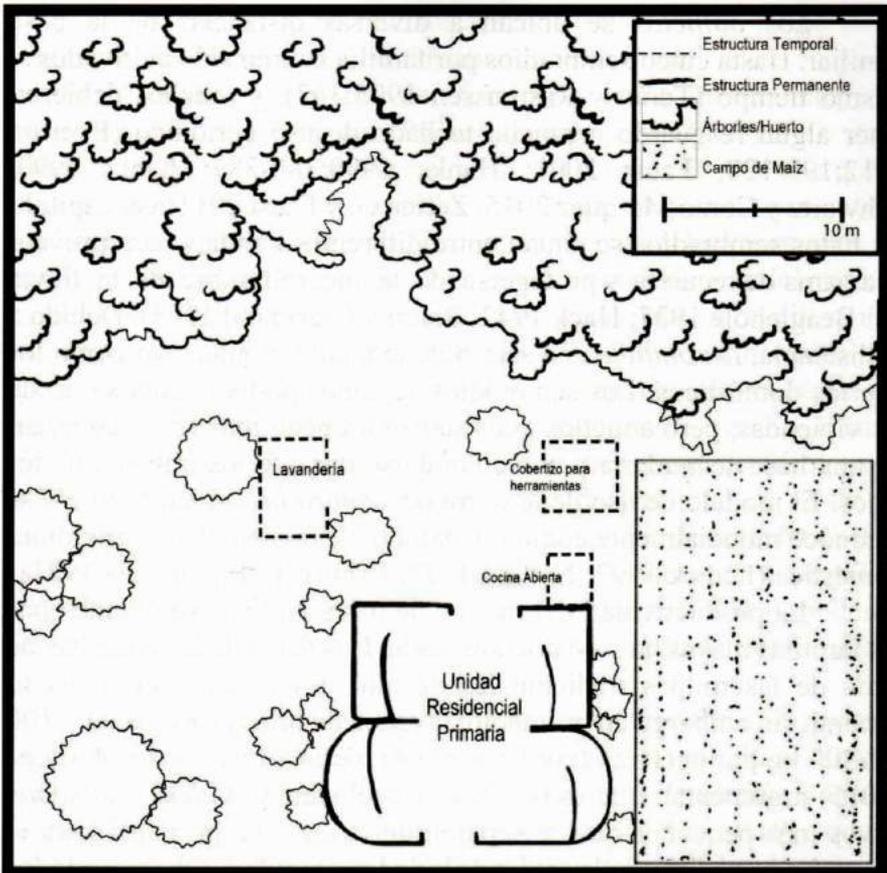


FIGURA 2.14. Una casa maya infield y un jardín forestal, la unidad residencial primaria.  
©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

Milpa dentro del pueblo, para que este se muy limpio. No deberán de haber arboledas, deberán de cortarlas todas... Para que sean limpios, sin tierras sembradas o arboledas; si hubiera alguna, deberán ser quemadas. (Cita en Roys 1952:137)

Dichas políticas tuvieron claramente un impacto tremendo en el uso tradicional de la tierra y en los patrones de residencia, y causaron estragos en el bienestar de los mayas (Terán y Rasmussen 1995; 2008:133-134). Previo a la conquista española, sus sistemas de siembra eran apoyados por la elite administrativa. Tanto los *sembradíos infield* como *outfield* se integraban en la sociedad prehispánica.

*Los outfields* se ubican a diversas distancias de la base familiar. Hasta cinco sembradíos por familia habrán sido cultivados al mismo tiempo (Terán y Rasmussen 1995:367), y muchos debieron tener algún resguardo o rancho techado de uso periódico (Everton 2012:199-120; Faust 2001; Hanks 1990:380-387; Kintz 1990; Schwartz y Corzo Márquez 2015; Zetina G. y Faust 2011; ver capítulo 4). Estos sembradíos se sitúan entre diferentes hábitats para proveer una gama de recursos y protegerse de la incertidumbre de la lluvia (cf. Beaglehole 1937; Hack 1942; Soleri y Cleveland 1993). Debido a la distancia, *los outfields* no serían de manejo tan intensivo como los huertos domésticos. Los sembradíos cercanos podían visitarse desde las viviendas, pero aquellos que estaban un poco más lejos requerían de una base secundaria para acomodarse durante los trabajos periódicos. El modelo de uso de la tierra de *sembradíos infield/outfield* se reconoce mundialmente como un método de manejo de la agricultura doméstica (Fedick 1992; Netting 1977; Pyburn 1998; Sanders 1981).

La productividad del maíz y de otros cultivos sembrados por las familias mayas ha sido documentada. Los datos de las cosechas de maíz de las milpas tradicionales de alto desempeño varían en lo general, sin embargo en promedio, la gama de producción es de 1,100 a 1,300 kg por hectárea (ver Capítulo 4). Schwartz y Corzo Márquez (2015) argumentan que esos datos no incluyen al *mulca*, o *molcate*, elotes más pequeños que se separan de la cosecha principal para el consumo inmediato de la vivienda y de los animales. Observando los datos de los años 1950's del Petén, Cowgill (1961) proporciona una cosecha promedio de 855 kg por hectárea. Las cosechas de maíz en el norte de Yucatán reunidas por los investigadores de la Instituto Carnegie de milpas tradicionales comparables son mayores, teniendo un promedio de 1,155 kg por hectárea (Redfield y Villa Rojas 1962; Steggerda 1941; Villa Rojas 1945). Estas cosechas contrastan con el sistema de trabajo intensivo y especializado de los lakantún ya descrito, donde las cosechas alcanzan 2,800 kg por hectárea (Nations y Nigh 1980). Estas cifras representan tan sólo una fracción del potencial. Milperos emigrantes reportan que, al inicio de la colonización de la selva Lacandona, las cosechas de los sembradíos nuevamente establecidos en la selva madura tenían una gama de 6 a 10 toneladas por hectárea, niveles que disminuyeron rápidamente con la siembra subsecuente.

Las cosechas de muchos otros cultivos de la milpa no se reportan de manera tan sistemática como la del maíz. Cowgill (1961:22-26) hace una lista de 26 cultivos en la milpa, incluyendo cinco tipos de frijol (varios *Phaseolus* spp. y *Vigna elegans*) y tres tipos de calabaza (*Cucurbita* ssp.). Sin embargo, ella sostiene que es problemático estimar esas cosechas, dado que cada campesino utiliza una fórmula diferente de combinación de plantas, y los promedios son difíciles de calcular (Cowgill 1961:22). La cosecha de frijol varía de acuerdo con los tipos y las cantidades sembradas. Cowgill reporta cosechas de frijol de una gama de 125 a 2,500 kg por hectárea a un promedio de 747 kg por hectárea. Los reportes de Cowgill son relativamente altos comparados con los registros de Terán y Rasmussen (2009:290-291) quienes documentan tres tipos de frijol en las milpas tradicionales de Xocen que juntas dan un total de 51 kg por hectárea. Arias Reyes (1995b) registra sólo un tipo de cosecha de frijol a 11 kg por hectárea. Considerando los registros de Cowgill de cosechas de maíz bajas (Schwartz y Corzo Márquez 2015), podemos tomar estos números como evidencia de una amplia variación dentro del sistema milpa.

Los registros de la calabaza también son variables, se registran a lo mucho cuatro variedades en diferentes sembradíos. Cowgill (1961:22) ofrece algunos estimados del número de plantas y uno en cosecha que resulta en 1,000 kg por hectárea. La dificultad es que algunos registros se basan en la pulpa o carne de la calabaza y otros en las semillas, donde recae la mayor densidad de nutrientes. Terán y Rasmussen (1994:292-93) registran 15 kg por hectárea y Arias Reyes (1995b) documenta solamente de 28 a 49 kg de semillas por hectárea.

Tanto Cowgill como Steggerda registran el número de “malezas” de la milpa, indicando una importante diversidad de plantas arvenses que pueden actuar como cobertura para conservar humedad, evitar erosión y proveer alimentación y medicinas útiles para las familias (Ankli et al. 1999; Ford 2008; Vieyra-Odilon y Vibrans 2001). Algunas plantas pueden inhibir el crecimiento de otra vegetación en la cercanía, atraer insectos o proveer de compuestos alelopáticos que mejoran las cosechas (Gliessman 1983). Cowgill (1961:22) estima 5,727 plantas por mecate, o sea 14,318 por hectárea. Steggerda (1941:24) estima 1,135 por cada 4 metros cuadrados para un total de 28,375 por hectárea y las lista por especie.<sup>3</sup> Claramente se ve que

sucedan muchas cosas en la milpa tradicional (Ford et al. 2012). En el Capítulo 4 analizaremos. Estos datos de productividad y nos enfocaremos en la cuestión de la capacidad del sistema milpa para sostener a la población regional.

## La agricultura sagrada maya

La agricultura es una expresión fundamental de la relación entre la gente y la naturaleza. Para los mayas, como para muchas culturas tradicionales, la agricultura no es sólo una cuestión de fertilidad del suelo y de genética de los cultivos. La siembra involucra la relación con un mundo de espíritus, que se cree dirigen el mundo material y exigen obligaciones morales y rituales fundamentales para los humanos (Trigger 2003:649-650; 670-672). Los científicos que se enfocan en las dimensiones materiales de las prácticas y conocimiento de la siembra con frecuencia ignoran el aspecto espiritual (Terán y Rasmussen 2008, 2009:27-28, 49-50). Sin embargo, difícilmente podemos comprender el comportamiento de los campesinos mayas tradicionales si no tomamos en cuenta su cosmología – la relación que ellos perciben entre los procesos naturales y los seres elementales que se cree animan esos procesos.

El mundo maya es un mundo moral. No sólo las acciones tienen consecuencias sino que esas consecuencias también dependen de la intención humana (Terán y Rasmussen 2008:137). Las malas intenciones, las actitudes egoístas y la falta de respeto a la naturaleza traen malas consecuencias para todos. No es sólo en las acciones directamente relacionadas con la agricultura donde uno debe ser cuidadoso. Todos los aspectos del comportamiento requieren respeto hacia otros humanos y hacia los espíritus de la naturaleza. “De acuerdo con los abuelos, todo tiene su *secreto*”, dijo uno de los informantes en Chiapas. Estos “secretos” son los rituales que completan las obligaciones de cada uno hacia el mundo espiritual. El éxito en la agricultura depende no sólo de los factores ecológicos y materiales, sino también de la armonía que los campesinos y sus comunidades establecen con los seres espirituales que animan a la naturaleza (Terán y Rasmussen 2008:136-137). Incluso hoy, esta idea es fundamental para la agricultura maya tradicional.

Para sembrar una parcela de tierra, los mayas deben pedir permiso al dueño, quien es el señor de la tierra, reconociendo las obligaciones recíprocas. En la preparación de la tierra, el campesino marca las cuatro direcciones cardinales y el centro donde se para, encarando cada dirección mientras reza y realiza ofrendas para traer armonía a la milpa con las fuerzas cósmicas (Freidel et al. 1993:29-33; Everton 2012:67-74). La filosofía expresada aquí es una de pertenencia y reciprocidad con la tierra y los espíritus en cada proceso natural. La idea de la co-responsabilidad, no del control de la naturaleza, similar a la reciprocidad que gobierna las relaciones sociales en la comunidad maya (Atran 1999).

Los seres espirituales vivientes que animan a las plantas de maíz *Zea mays* se le conoce en maya como el alma o corazón del maíz. Las acciones y virtudes de la familia y la comunidad campesina motivan al alma del maíz a quedarse con ellos. Si ellos desperdician maíz o de alguna otra forma ofenden al alma, se quejará con el señor de la tierra y quizás abandone a la familia o a la comunidad entera. Si el alma del maíz se va, el abasto de maíz o incluso la semilla pueden perderse.

Esta visión corresponde a lo que se llama la tradición común: la idea de que los humanos son pecadores y la desgracia ocurre de la voluntad normal de Dios de castigar. La mayoría de los mesoamericanos han creído así desde los tiempos prehispánicos. Otras ceremonias directamente involucran actos para purificar los pecados de uno y aminsonar el castigo. Los mayas de la Península de Yucatán parecen haber conservado más de estos rituales directamente asociados con la milpa, aunque todos los pueblos mayas participan en esta tradición de la milpa (Everton 2012:116). Haciendo una reflexión en los aspectos religiosos de la milpa maya, Terán y Rasmussen escriben:

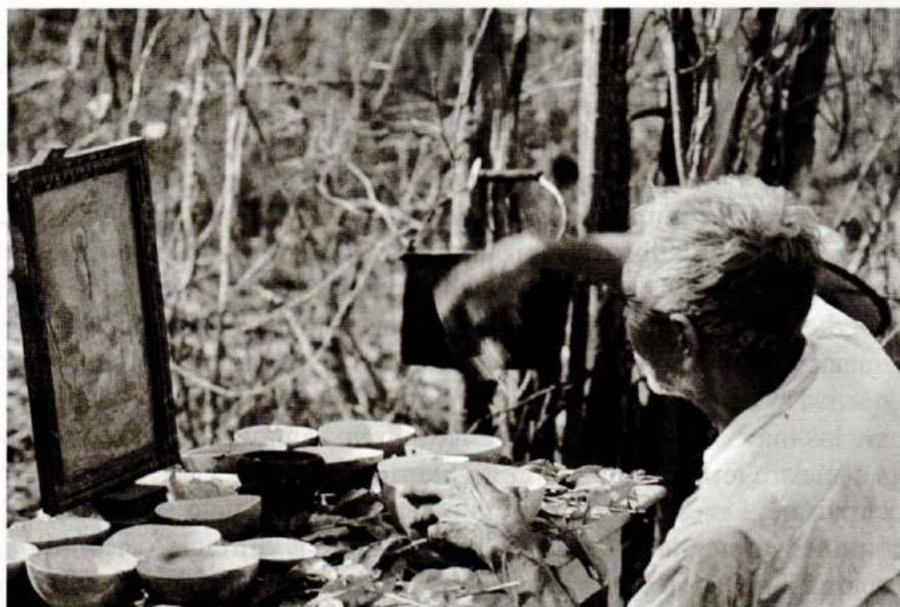
La alta variabilidad del régimen pluvial y la incertidumbre que genera parece ser la base de las creencias religiosas agrícolas, como afirman la idea de que la lluvia expresa la voluntad de Dios de perdonar a los pecadores. La sequía, las lluvias desastrosas, los huracanes y las pestes son castigos que Él envía cuando Él no perdona. Tal y como los aspectos técnicos producen prácticas y plantas adaptadas a la limitación ecológica, en lo espiritual se han generado creencias y ceremonias

como la petición de la lluvia (*ch'a chaak*), y que aparece mencionada en las fuentes del siglo XXI, que han permitido a la semilla humana adaptarse a ese difícil por incierto ambiente. (2009:355)

Hay otra tradición 'no común' de los mayas, apropiada por los chamanes – curanderos y especialistas del ritual (Terán y Rasmussen 2008). Dichos especialistas (*hmen* en yucateco) actúan como consejeros del pueblo, conducen las ceremonias formales tales como *ch'a chaak* y pueden comunicarse directamente con las entidades espirituales (Everton 2012:67; Freidel et al. 1993; Schele y Freidel 1990:44; Terán y Rasmussen 2008:30-32). Este talento especial les permite intervenir directamente con los espíritus para prevenir la desgracia – sequía, granizo, viento – o para curar la enfermedad. El chamán no sólo suplica como un simple pecador común sino que requiere de una preparación especial en ritual y purificación, así como un estado espiritual interno que le permita a él o ella comunicarse con los seres supernaturales (Terán y Rasmussen 2008:29).

El inicio del ciclo de la milpa incluye un ritual de petición y agradecimiento (Everton 2012:76). Los campesinos pueden hacer ofrendas de rezos y alimentos antes de cortar la vegetación, una vez quemada, antes de plantar, y también cuando madure el maíz (Everton 2012:67-74; Hernández Xocolotzi e al. 1995:181; Terán y Rasmussen 2008:36-42). Los rezos ceremoniales del *ch'a chaak* (Figura 2.15) durarán tres días (Terán y Rasmussen 2008:61-110) y nombrarán elementos específicos para proteger a la milpa en particular – por ejemplo, sitio de rocas, áreas bajas, árboles específicos, pájaros de la noche y espíritus de los caminos (Terán y Rasmussen 2008). Pero estas costumbres han cambiado en años recientes. Los campesinos mayas tradicionales, o milperos, están siendo ridiculizados por los evangélicos, y los campesinos ya no se reúnen para hacer el *ch'a chaak*, aunque algunos lo harán individualmente (Everton 2012:112, 260, 284-285; Terán y Rasmussen 2008:61-110, 2009:259).

Estos cambios recientes son ilustrados por un grupo de niños escolares de mayas ch'ol del norte de Chiapas quienes estaban participando en lo que se convirtió en *Laboratorios para la Vida*, un programa de huerto escolar. Ellos realizaron un proyecto de investigación para saber por qué la gente de su pueblo ya no sembraba su



**FIGURA 2.15.** La ceremonia *Ch'a chaak*, realizada por el *hmen* Agapito May, forja la conexión del campesino con su tierra en San Ramón, Yucatán, México (Macduff Everton)

propio maíz (ECOSUR 2003; Nigh 1999). Al preguntar a sus padres y abuelos, se les dijo que hace alrededor de 10 años antes de que la comunidad sufriera la división religiosa, los convertidos a la secta protestante habían criticado a sus vecinos, quienes permanecían católicos tradicionales, por sus rituales, incluyendo aquellos que acompañaban la siembra de la milpa. Esta burla avergonzó a los campesinos, y aunque ellos no se volvieron protestantes, abandonaron esas prácticas espirituales. Como resultado, los niños aprendieron de los más viejos que el alma del maíz abandonó el pueblo, y los campesinos perdieron su semilla. El conflicto religioso afectó todos los aspectos de la comunidad, e incluso la asamblea del pueblo dejó de reunirse para la toma de decisiones en temas colectivos.

De acuerdo con la cosmología maya, estos problemas pueden corregirse reajustando la relación personal con el mundo espiritual y modificando el comportamiento ofensivo. En el caso de los niños escolares *ch'ol*, los estudiantes decidieron recuperar la semilla de la comunidad y sembrar una milpa en la escuela. Ellos visitaron una

comunidad cercana para obtener variedades de semilla de maíz previamente sembradas por sus antepasados. En el día señalado los estudiantes sembraron la milpa tradicional y llevaron a cabo los rituales de siembra, marcando las cuatro esquinas y el centro y haciendo ofrendas al señor de la tierra para solicitar permiso de su piel para plantar la semilla. La comunidad entera estaba invitada, y el resultado fue impresionante. Incluso los protestantes vinieron y observaron a la distancia. El señor de la tierra estaba aparentemente complacido porque ese año la milpa dio una cosecha particularmente abundante. Gracias a los niños, el corazón del maíz había regresado.

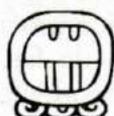
No existe una separación real entre la naturaleza y la cultura para los mayas. No hay palabra en los idiomas mayenses que equivalga a nuestro término “naturaleza” (Everton 2012:87). El conocimiento del paisaje, los espíritus del mundo natural y el respeto de los bienes comunes impregnan la vida diaria y sus ritmos. El ciclo de la milpa encarna la relación de los mayas con sus campos, bosques y jardines.

## Resumen

La selva maya es el resultado del trabajo de pequeños milperos campesinos comprometidos con la selección de las plantas (Terán y Rasmussen 2009:44), aplicando destrezas pulidas en el ambiente variable a nivel del paisaje local (Ferguson et al. 2003; Griffith 2000). La siembra tradicional maya, aún practicada hoy, representa una inversión en la conservación del paisaje, desde las complejidades del manejo del suelo a la utilidad de los árboles y los espíritus de ese paisaje. La estrategia de siembra promueve la biodiversidad y los hábitats animales esenciales para la sustentabilidad de un sistema de subsistencia integrado. Los mayas antiguos y contemporáneos dependen de la intensidad y productividad de sus sistemas de manejo de recursos. Como hemos mostrado, el ciclo de la milpa en sí mismo permite intensificación variada, dependiendo de la cantidad de trabajo dedicado a las diferentes fases del cultivo y la sucesión manejada. El resultado es una ecología histórica elástica y dinámica que construye un paisaje diversificado y crea el mosaico requerido para las etapas en sucesión.

La respuesta histórica de largo plazo al desarrollo de la selva tropical incluye el forrajeo y la caza, la horticultura, la arboricultura y la silvicultura. La estrategia que favoreció la domesticación del paisaje selvático maya antiguo ha influenciado la composición y las dinámicas del ecosistema selvático contemporáneo. La huella maya es tan extensa que la riqueza de las especies que despertó el interés de los biólogos conservacionistas (Mittermeier et al. 2000) deben ser vistas en gran parte como resultado de milenios de años de selección y manejo humano. Si los mayas han transformado esta diversidad a lo largo de los últimos 8,000 años para favorecer las necesidades humanas, entonces la flora y la fauna ahora reconocida por los conservacionistas de estar en peligro y en necesidad de protección deben de haber evolucionado bajo el manejo humano intensivo (Fedick 2003, 2010). En los capítulos siguientes, examinaremos el paisaje creado por el ciclo del jardín forestal milpero, usando datos específicos para interpretar la ecología histórica maya y construir una explicación alternativa a la visión actual de que los mayas destruyeron su ecosistema de tierras boscosas.

## Capítulo 3



# El Cambio Ambiental y la Historia Ecológica de la Selva Maya

La gente siempre forma parte del paisaje, pero asumir que los cultivos son incompatibles con el bosque es simplemente continuar con la visión europea y burlarse de la sofisticación sutil que sabemos es parte del sistema de cultivo maya. La selva es parte integral del ciclo de la milpa de Mesoamérica y la cultura maya. Reconocer la cualidad cíclica de los modos de siembra maya resalta el impacto del enriquecimiento de la selva y su reflejo en la ecología humana local. Los registros combinados para la precipitación y el polen proveen la base para interpretar el cambio medioambiental.

### Introducción

La llegada humana al Nuevo Mundo y la ocupación de Mesoamérica y del área maya coinciden aproximadamente con la gran época de transición del Pleistoceno al Holoceno hace aproximadamente 10,000 años, pero ¿hasta qué momento en el registro paleoecológico están realmente presentes los humanos? Estudios recientes muestran que las preguntas surgidas de la interpretación de los datos y la determinación de las fechas precisas de las fases, giran en torno a la habilidad de poder distinguir entre los efectos del cambio climático y el impacto humano. La huella humana fue liviana en el periodo

Arcaico, entre hace 8,000 y 4,000 años, hace alrededor de 3,000 años aparecían evidencias arqueológicas con los asentamientos agrícolas del Preclásico. Cualquier cambio anterior a ese tiempo es probable sea atribuido al cambio climático asociado con el calentamiento del Holoceno y al caos climático de hace 4,000 años (Ford y Nigh 2014). Una vez que los mayas se asentaron en el paisaje, la selva fue moldeada cada vez más por el manejo humano del ciclo de la milpa (Toledo et al. 2008). En este capítulo, analizamos los registros paleoecológicos para dar consistencia a esta interpretación.

## **El contexto paleoambiental de la selva maya**

Las primeras poblaciones de América, quienes llegaron hace más de 13,000 años, poseían destrezas básicas de cacería y recolección, incluyendo la producción de herramientas de piedra y el uso del fuego. Estos pioneros se expandieron rápidamente a través del hemisferio de norte a sur (Figura 1.3) y establecieron una presencia detectable a través de América a lo largo de 2,000 años (Goebel et al. 2008; Steele et al. 1998). La ocupación de las tierras bajas mayas de Mesoamérica data desde el periodo de tiempo más temprano, cuando el clima era más frío y seco de lo que es hoy (Leyden 2002:88-90; Steele et al. 1998).

La transición climática que terminó el Periodo Glaciar final del Pleistoceno creó un paisaje seco caracterizado en las tierras bajas mayas por paisajes de matorrales, pastos y cactus (Borroughs 2005; Piperno 2006,2011). Con el calentamiento del Holoceno hubo un cambio hacia una sabana templada de robles y pinos. Los estudios paleoclimáticos en el Petén de Guatemala sugieren que conforme el mundo se fue calentando, ese cambio trajo consigo un aumento en la precipitación y condiciones húmedas que, alrededor de hace 8,000 años, promovieron los bosques tropicales siempreverdes de la actualidad (Carrillo-Bastos et al. 2010; Leyden 2002; Leyden et al. 1993). Esta interpretación se correlaciona con los datos climáticos regionales del Cariaco para el Circum -Caribeño (Haug et al. 2001; Hillesheim et al. 2005; Hodell et al. 2008; Peterson et al. 2001).

**Tabla 3.1. Cronología Paleambiental y cultural de las Tierras Bajas Mayas**

Años anteriores al presente	8,000 - 4,000	4,000 - 3,000	3,000 - 2,000	2,000 - 1,400	1,400 - 1,100	1,100 - 800	800 - 500	500 - Presente
<b>Ecología humana</b>	Caza y recolección	Asentamientos tempranos	Centros emergentes	Expansión de los centros cívicos	Crecimiento de los asentamientos y centros cívicos	Disminución de los centros cívicos	Reenfoco en los asentamientos	Despoblación tras la Conquista
<b>Precipitación</b>	Humedad por largo tiempo estable	Caos climático inicial	Continuo caos climático	Regreso a la estabilidad de las secas	Seca estable	Humedad cálida medieval	Extremos de la Pequeña Era de Hielo	Inestabilidad
<b>Plantas polinizadas por viento (traídas por viento)</b>	Dominación de la Moraceae	Variación de la Moraceae, los zacates aparecen	Caída de la Moraceae, aumento de los zacates	Dominación de los zacates, máximo de pinos	Dominación de los pastos y zacates, y variación de pastos	Aumentos de la Moraceae, declive de los zacates	Expansión de la Moraceae, declive de los zacates	Continuación de la Moraceae, declive de los zacates
<b>Uso de la tierra</b>	Horticultura móvil	Asentamiento de los jardines forestales hortícolas	Establecimientos de los jardines forestales	Expansión de los jardines forestales milperos	jardines forestales milperos centralizados	jardines forestales milperos comunitarios	jardines forestales milperos dispersos	jardines forestales milperos interrumpidos
<b>Período Cultural</b>	Arcaico	Preclásico formativo	Preclásico tardío - medio	Preclásico tardío - clásico temprano	Clásico tardío	Fin del Clásico - Postclásico	Postclásico tardío	Colonial, nacional, global

Mientras que la evidencia arqueológica es escasa para el Holoceno temprano (Neff et al. 2006b; Rosenswig et al. 2006a, 2006b), hay muchas razones para considerar que el área maya fue ocupada tempranamente, como lo fué la mayor parte del continente (Kelly y Thomas 2013; Steele et al. 1998:297). Están recibiendo más atención los datos arqueológicos de los periodos de cacería y recolección de la ocupación Paleoindio y Arcaico en el área maya, previo a 4,000 años (Tabla 3.1), (Kenneth et al. 2002; Lohse 2005; Lohse et al. 2006; Voorhies 2004). Los habitantes de las tierras bajas inicialmente encontraron un ambiente árido, frío y templado, mismo que cambió al expandirse la vegetación tropical.

Los datos del polen indican una reducción de las plantas tolerantes a las heladas tales como *Quercus* y *Pinus* y el aumento de la *Morácea* tipo *Brosimum*, plantas tropicales susceptibles a la helada (Deevey et al. 1979; Leyden 2002:91; Morley 2000:13). A mediados del Holoceno, tiempo conocido como del máximo térmico u óptimo climático, hace alrededor de 8,000 a 4,000 años (Borroughs 2005; Rosen 2007:80-88; ver también Burn et al. 2010), fue entre los periodos más húmedos en la historia de las tierras bajas mayas. Podemos imaginar el paisaje del Pleistoceno como un mosaico de tierras boscosas abiertas abarcando desde pastos hasta bosques semicaducifolios cerrados. Las condiciones más calientes y húmedas de este periodo óptimo resultaron en un paisaje más complejo en el cual la selva perennifolia (siempreverde) se expandió hasta convertirse en la vegetación dominante (Kellman y Tackaberry 1997:22-25; Morley 2000:126-129).

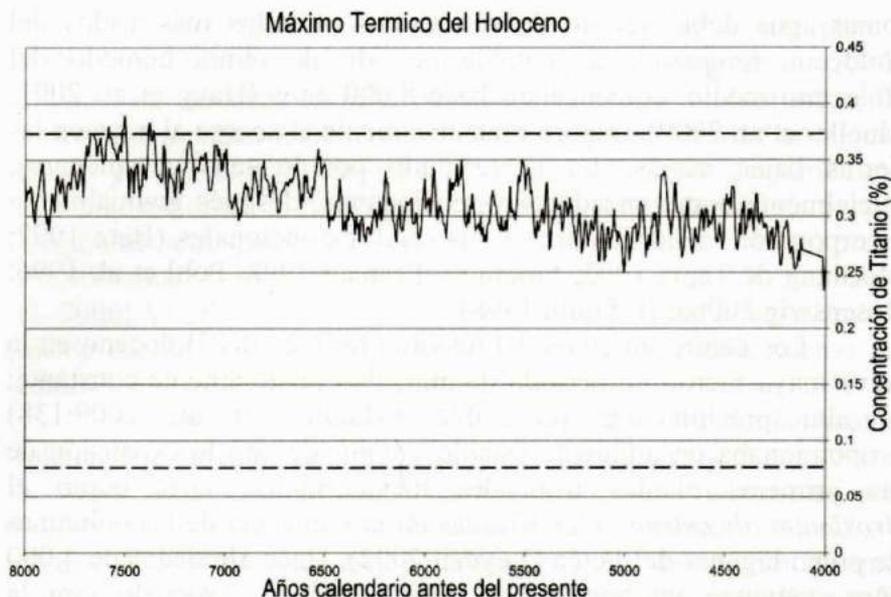
El cambio de un ambiente árido templado a uno neotropical húmedo debió representar una oportunidad para los habitantes arcaicos, y evidentemente su número aumentó en los milenios de estabilidad del Holoceno. Aunque estas poblaciones eran dispersas y relativamente pequeñas, no debemos subestimar los efectos de su diestro uso del fuego y herramientas de piedra sobre el ambiente a largo plazo (Denevan 1992b, 2012; Neff et al. 2006b; ver también Piperno 2011). A través de la interacción con su medio ambiente, los primeros pobladores de las tierras bajas mayas alteraron la composición y la distribución de la selva.

El paisaje kárstico que caracteriza gran parte del área maya absorbe el agua de la superficie y la lleva rápidamente a los depósitos subterráneos o a la superficie de los humedales conocidos como *los bajos* (Dunning et al. 2002). Dependier de la lluvia para

tomar agua debió ser un desafío en los periodos más áridos del Holoceno temprano. El notable periodo de clima húmedo del Holoceno medio, comenzando hace 8,000 años (Haug et al. 2001; Mueller et al. 2009), mejoró dramáticamente el acceso al agua en las tierras bajas mayas. La gente pudo por lo tanto desplegarse, inicialmente como cazadores y recolectores, después gradualmente incorporando la horticultura a sus rondas estacionales (Betz 1997; McClung de Tapia 1992; Piperno y Pearsall 1998; Pohl et al. 1996; Rosenswig 2006a; B. Smith 1998).

Los cuatro milenios del máximo térmico del Holoceno en la selva maya fueron un periodo de humedad relativamente constante: la alta precipitación predecible (Mueller et al. 2009:138) proporcionaba un ambiente estable y coincide con la expansión de las primeras plantas tropicales megatermales, tales como el *Brosimum alicastrum*, identificadas en la secuencia de las columnas de polen lagunar del Petén (Leyden 2002). Hace alrededor de 4,000 años comenzó un periodo de caos climático, asociado con la aparición de campesinos asentados en Mesoamérica y marcando la etapa Formativa o Preclásica de la prehistoria maya. Los arqueólogos no han reconocido del todo la importancia de la estabilidad climática en el arcaico y el impacto del caos climático sobre la etapa Formativa.

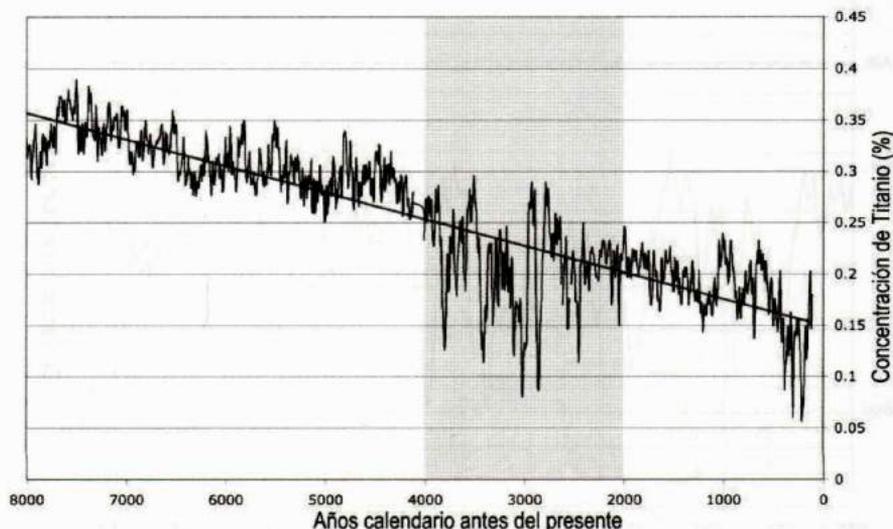
El registro paleoecológico de las columnas sedimentarias de la Cuenca del Cariaco, cerca de la costa de Venezuela en Sudamérica, proporciona valiosos indicadores geoquímicos de los cambios climáticos (Figura 1.4). El titanio (Ti) y el hierro (Fe) son oligoelementos que se elevan y caen con escorrentías de agua identificadas en columnas marinas durante los últimos 14,000 años (Haug et al. 2001). Las condiciones libres de oxígeno de la Cuenca del Cariaco crean depósitos de sedimentos intactos, llamados varvos, formando estratos claros y oscuros alternantes que corresponden a las estaciones secas o húmedas del año (Haug et al. 2001; Peterson et al. 2001). Los cambios de precipitación en la columna del Cariaco profundo (Haug et al. 2001:1304-1305) corroboran las tendencias climáticas reflejadas en los datos locales a lo largo de la región, en particular en el área maya (Hodell et al. 2008; Mueller et al. 2009:137-140; Neff et al. 2006a; Neff et al. 2006b). Los cambios de polen identificados por los palinólogos (Leyden 2002), así como los datos isotópicos revisados por Brenner y otros autores (2002:144; Hodell et al. 2008), coinciden con los caóticos y dramáticos cambios



**FIGURA 3.1.** Precipitación alta estable del Máximo Térmico del Holoceno hace 8,000 a 4,000 años (basado en Haug et al. 2003). ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

señalados por los datos del Cariaco. Las mayores fluctuaciones de precipitación reconocidas en el Holoceno han sido atribuidas a los movimientos de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y a la intensidad en el aumento de los eventos de El Niño (Haug et al. 2001; Hillesheim et al. 2005; Mayewski et al. 2004; Peterson et al. 2000). La estabilidad del periodo húmedo de cuatro milenios de duración del Holoceno temprano terminó hace alrededor de 4,000 años (Figura 3.1) y fue seguido por aproximadamente 2,000 años de marcada inestabilidad y caos (Figura 3.2). En la gráfica, las variaciones en la precipitación del Cariaco son tan extremas que las amplitudes igualan la diferencia entre los periodos más secos registrados en el Pleistoceno y los periodos más húmedos registrados en el máximo térmico del Holoceno (Haug et al. 2001:1306). Este periodo caótico con diferencias radicales en niveles de precipitación (Figuras 3.2, 3.3), junto con la tendencia general hacia la sequía (Gunn et al. 2002; Haug et al. 2001; Neff et al. 2006b), habrían de impactar el paisaje fuertemente, como lo es evidente en el polen (Leyden 2002) y los sedimentos en los lagos del Petén (Anselmetti et al. 2007; Mueller et al. 2009; Mueller et al. 2010).

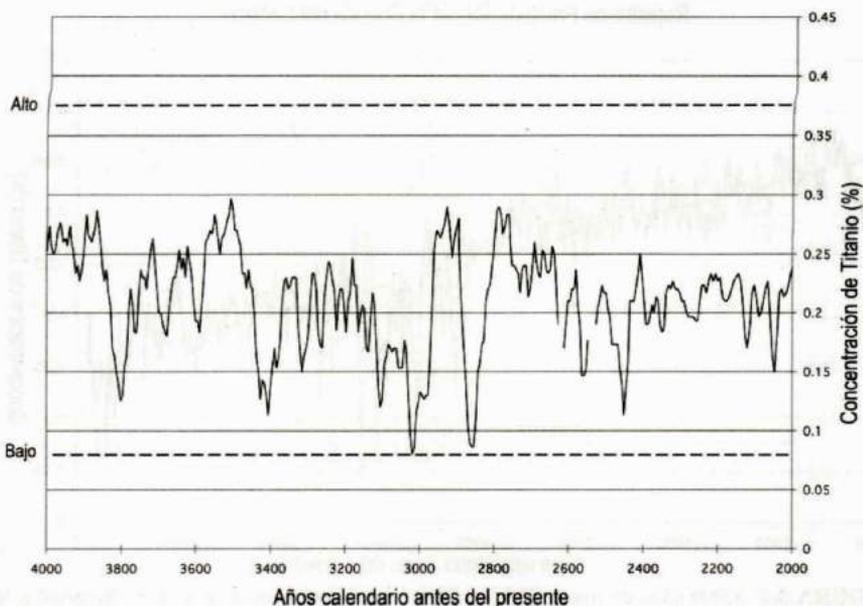
## Registro de Precipitación de la Cuenca del Cariaco



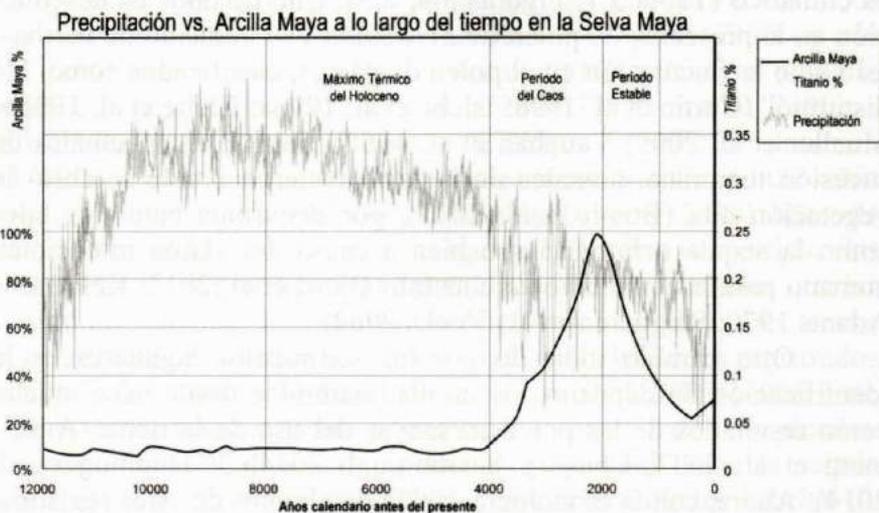
**FIGURA 3.2.** 8,000 años de precipitación caracterizando el periodo del caos climático y la tendencia a la sequía en las mejores condiciones de todas (basado en Haug et al. 2003). ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

Varios cambios ambientales se asocian con el periodo de caos climático (Tabla 3.1, Figuras 3.4, 3.5). Uno de ellos es la reducción en la presencia de polen de *Brosimum* y el aumento de hierbas, así como la fluctuación en el polen de pastos, clasificados como “de disturbio” (Curtin et al. 1998; Islebe et al. 1996a; Islebe et al. 1996b; Mueller et al. 2009; Vaughan et al. 1985). Estas plantas anuales de sucesión temprana, amantes del sol, aparecieron donde se abrió la vegetación alta (Booth et al. 2003), por disturbios naturales tales como la sequía o huracanes o bien a causa del clareo intencional humano para hacer campos o construir (Ford et al. 2012; Kellman y Adams 1970; Steggerda 1941; Voeks 2004).

Otro cambio indicado por los sedimentos lagunares es la identificación de depósitos de arcilla, asumidos desde hace mucho como resultados de las prácticas mayas del uso de la tierra (Anselmetti et al. 2007; Chase y Scarborough 2014b:3; Dunning et al. 2014). Ahora, con la cronología exacta de algunos de estos registros, es claro que la afluencia inicial de la llamada ‘arcilla maya’ precede al establecimiento de los asentamientos mayas (Mueller et al. 2009).



**FIGURA 3.3.** El caos climático entre 4,000 y 2,000 años (basado en Haug et al. 2003). ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB



**FIGURA 3.4.** El cambio de precipitación indicado por el porcentaje de titanio con el tiempo mostrando la arcilla maya y el caos climático (basado en Haug et al. 2003; Anselmetti et al. 2007; Brenner et al. 2002). ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

## La precipitación y el polen selecto con el tiempo en la Selva Maya

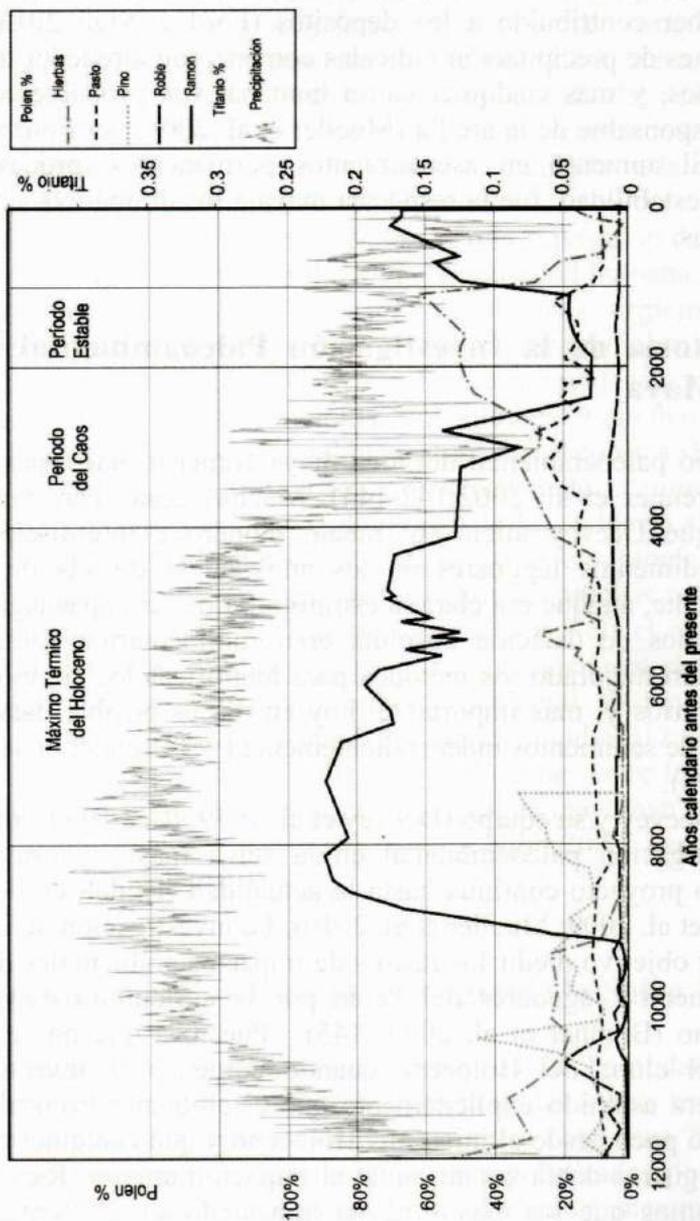


FIGURA 3.5. La precipitación y el polen selecto con el tiempo en la Selva Maya (después de Brenner et al. 2002; Curtis et al. 1998; Leyden 2002).  
 ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

Los sedimentos son probablemente el resultado de cambios internos lagunares conocidos como turbiditas (Anselmetti et al. 2006; Mueller et al. 2010: 1226) y coinciden con la caótica precipitación (Figura 3.4) que debió tener impactos importantes sobre el paisaje, y pudo haber contribuido a los depósitos (Ford y Nigh 2014). Las variaciones de precipitación radicales comenzaron alrededor de hace 4,000 años, y más cualquier causa humana, son probablemente el factor responsable de la arcilla (Mueller et al. 2009; ver Ford y Nigh 2009). El aumento en asentamientos permanentes, proceso que cimentó estabilidad, fue la respuesta maya a los dramáticos cambios climáticos.

## **La historia de la Investigación Paleoambiental en la Selva Maya**

El estudio paleoambiental del área maya comenzó hace más de 50 años (Brenner et al. 2002:142-144). Muchas cosas han cambiado des-de que Deevey inició su trabajo pionero e interdisciplinario sobre sedimentos lagunares en los años de la década de 1960. Inicialmente, aunque era clara la estratigrafía de las capas lagunares, los métodos de datación absoluta eran rudimentarios. Desde ese tiempo han mejorado los métodos para identificar los componentes sedimentarios y, más importante, hoy en día es posible datar cada depósito de sedimentos independientemente (ver Brenner et al. 2002; Rice 1996).

Deevey y su equipo (Deevey et al. 1979; Rice 1996) iniciaron la investigación paleoambiental en la selva maya, y este extraordinario proyecto continua hasta la actualidad (Hodell et al. 2012; Mueller et al. 2009; Mueller et al. 2010). La investigación de Deevey tenía por objetivo medir los rastros de impactos ambientales dejados en sedimentos lagunares del Petén por la agricultura maya y el urbanismo (Brenner et al. 2002; 145). Puesto a que no se tenían datos del clima del Holoceno cuando comenzó la investigación inicial, era asumido explícitamente que el ambiente tropical había cambiado poco desde el inicio del Holoceno y que cualquier cambio en los registros debía ser atribuido al impacto humano (Rice 1996). No dudamos que los mayas hayan impactado su ambiente, y los resultados de Deevey cuentan par-te de la historia, comenzando con su primera publicación (Deevey et al. 1979).

El Petén de Guatemala fue el sitio de las primeras muestras de sedimentos lagunares en un tiempo durante el cual no era factible la datación detallada por carbono 14. Los problemas deposicionales afectaron la estratigrafía sedimentaria con un índice variable de sedimentación, bioturbación y otros factores que complican la secuencia de sedimentos y sus interpretaciones. Como resultado, se asumió que los cambios detectados en la secuencia del polen fósil correspondían a los estratos arqueológicamente registrados. Así las unidades de sedimentos fueron definidas y vinculadas a la cronología arqueológica (Vaughan et al. 1985).

Desde el trabajo de Deevey comenzó la suposición de que los cambios en el paisaje eran resultado de la actividad humana, y no se exploraron interpretaciones alternas. Los problemas surgieron cuando las secuencias lagunares vinculadas algo arbitrariamente a la cronología arqueológica se usaron como fuente de evidencia independiente para confirmar la cronología arqueológica. Vaughan y otros autores (1985:75) quienes inicialmente trabajaron con los datos del Petén advirtieron a los estudiosos, particularmente a arqueólogos, que evitaran reconstrucciones tautológicas de la evidencia sin datos independientes. Cuando por fin se estableció la cronología exacta, fueron necesarios obvios ajustes, permitiendo un análisis más preciso (Anselmetti et al. 2007; Mueller et al. 2010; Neff et al. 2006a; Wahl et al. 2006). Sin embargo, a pesar de las revisiones, persistía la idea original de que cualquier cambio ambiental sólo podría ser atribuido a los impactos humanos (ver Dunning et al. 2012; Turner y Sabloff 2012; Webster 2002:348). Las relaciones entre las reconstrucciones paleoambientales y la historia antigua maya han sido sólo recientemente sujetos a escrutinio (Ford y Nigh 2009; ver también Fedick 2010; McNeil 2010).

## **Interpretando el Polen en la Ecología de la Selva Maya**

Cuando fueron expresadas dudas acerca de la habilidad de la palinología para arrojar luz sobre la historia de las selvas tropicales, la crítica señalaba los registros de polen tropical como una “infusión mezcla poco informativa” de especies raras polinizadas por viento (Bush 1995:595 citando a Faegeri 1966). Pareciera inevitable que hubiese confusión en el registro fósil de polen debido a la gran diversidad de especies únicas y desconocidas del dosel de la selva,

(Bush 1995, Bush y Rivera 1998:389,2001), aunado a su alto índice de degradación bajo condiciones tropicales, (ver también Bradley 1999, Morley 2000). El polen fósil es recolectado en una variedad de escenarios, y más comúnmente en sedimentos lagunares y humedales. Dado que éstos reflejan un subconjunto de la lluvia polínica histórica, la pregunta es: ¿A qué grado refleja este perfil fosilizado la composición real de la vegetación regional (Bush 1995; Bush y Rivera 1998, 2001)?

La inmensa mayoría de las especies leñosas tropicales (el 98%) son polinizadas por animales (Ollerton et al. 2011), produciendo pequeñas cantidades de polen disperso sobre distancias cortas, raramente viajando más de 20 a 40 metros desde el árbol de origen (Bush y Rivera 1998). Los árboles polinizados por viento que distribuyen abundante polen son raros. Mientras algunos árboles zoophilous están presentes en la lluvia de polen local, estos se limitan a especies con flores de estructura abierta (Bush y Rivera 2001:360), por lo cual es difícil hacer cualquier inferencia sobre la presencia y abundancia de especies forestales de doseles maduros (Bush 1995:595).

Para los tipos de selvas en paisajes mesoamericanos contemporáneos, la distribución histórica del polen se considera representativa de los patrones actuales (Bush 2000; Leyden 2002). Por lo tanto es crítico considerar datos de estudios ecológicos actuales cuando se trata de interpretar el espectro de polen fósil. Dichos estudios revelan una serie de problemas con los métodos actuales utilizados por los paleoecólogos y arqueólogos para describir paisajes antiguos (Bush y Rivera 1998; Bush 2000). Las especies más importantes del dosel forestal tropical se ven severamente subrepresentadas en la lluvia polínica y rara vez aparecen en registros sedimentarios (Bush 1995; Bush y Rivera 2001). Un ejemplo prominente de una especie polinizada por viento es el árbol del ramón (*Brosimum alicastrum*), miembro de la familia *Morácea* que es de las familias ecológicamente más importantes en la selva neotropical (Burn y Mayle 2008:187). Se encuentra bien representada en la lluvia de polen contemporánea de la selva maya (Domínguez-Vásquez et al. 2004; Leyden 2002), al igual que en el Amazonas (Burn y Mayle 2008; Burn et al. 2010). El ramón es un componente importante del dosel maduro del bosque, pero como es abundante en el sotobosque, los estudios contemporáneos han excluido su polen de los cálculos de

las representaciones de doseles de la selva madura (Bush y Rivera 1998: 39; ver también Burn y Mayle 2008).

En los registros históricos de polen de la selva maya, el aumento del ramón y su familia *Morácea* coinciden con el máximo térmico del Holoceno y con el desarrollo de la selva tropical (Figura 3.5). Una caída subsiguiente en la abundancia está asociada con la irrupción de una tendencia a una sequía general junto con el milenio de caos climático hace 4,000 años (Ford y Nigh 2009; Mueller et al. 2009). El ramón es tolerante al estrés hídrico en las serranías kársticas del área maya, como se aprecia hoy en día (Lambert y Arnason 1982; Puleston 1968; Schulze y Whitacre 1999: 191, 283). El árbol del ramón es altamente competitivo en las serranías bien drenadas, donde las condiciones secas extremas adelgazan el bosque (Schulze y Whitacre 1999: 192-193). En las pendientes más bajas, sin embargo, donde la humedad es accesible, el ramón pierde su ventaja y rápidamente deja de ser dominante (Schulze y Whitacre 1999: 193-194, 283-286), mientras que toman ventaja otros árboles amantes de la humedad.

El ramón es bien conocido por sus semillas robustas, altamente nutritivas, las cuales son usadas por los mayas de hoy (Atran 1993; Flaster 2007; Instituto de la Nuez Maya 2014; Puleston 1982; Teeccino 2014) y son alimento favorito de muchos mamíferos neo-tropicales (Nations y Nigh 1980). La hojas brindan un excelente forraje para animales tales como venados (quienes *ramonean*; Emery et al. 2000; Flaster 2007:29) y fueron usados en el Petén por los *chicleros*, cosechadores de la savia del chicozapote, para alimentar sus mulas, y por los campesinos para ganado doméstico (Fairchild 1945; Schwartz 1990: 137-198).<sup>1</sup> Estas propiedades hacen del ramón uno de los árboles más intensivamente manejados a lo largo del área (Peters 1983, 2000; Puleston 1968).

Es un desafío interpretar los patrones del paisaje desde la huella del polen. La dominancia del polen llevado por el viento en el espectro es evidente en las muestras contemporáneas como también en el registro fósil (Bush 1995:602; Vaughan et al. 1985: 76-77). Las especies de árboles observadas en la secuencia del polen fósil incluyen varias especies de la familia *Morácea*, especialmente el ramón. Otros registros de familias y especies incluyen Urticales, *Byrsonima*, y Melastomatácea/Combretácea. *Bursera* y *Cecropia* son referencias, indicadores de disturbios de la selva. Estas especies están, de hecho, representadas en todos los tipos de selvas maduras contem-

poráneas en Tikal (Schulze y Whitacre 1999). Además, Bush y Rivera (2001:363) notan que la *Morácea* representa el 46% de la lluvia de polen en las selvas maduras actuales de Panamá y la *Cecropia* el 10%, lo cual no representa un fiel reflejo de la composición de la selva actual.

Claramente, es problemático enfocarse en el polen para la interpretación directa del paisaje de la vegetación. Vientos débiles y lluvias fuertes limpian el polen del aire y reducen su dispersión (Bush y Rivera 1998:350). Las especies que abundan en la lluvia de polen, tales como el ramón y la *Cecropia*, están presentes en los doseles maduros pero también pueden ser pioneros, explotando los aclareos forestales comunes en las serranías bien drenadas (Schulze y Whitacre 1999: 240; ver también Bush y Rivera 1998:389; Strauss-Debenedetti y Bazzaz 1991). Dadas las dudas persistentes alrededor de la interpretación del registro de polen para determinar el tipo de vegetación en los paisajes de la selva contemporánea, está claro que existen ambigüedades aún más grandes con respecto al polen fósil y selva maya antigua.

## Los Problemas del Polen Fósil

Las interpretaciones de los datos del polen lagunar (Brenner et al. 2002; Hodell et al. 2012; Leyden 2002) son consistentes con el cuadro general de las tendencias climáticas durante el periodo post glacial tardío. Sin embargo, conforme miramos más a profundidad y nos enfocamos en la escala de las dinámicas humano-ambiente en la selva maya, aumentan las dudas. Para interpretar correctamente el registro del polen, necesitamos una comprensión sólida de la ecología de la selva tropical, especialmente en un contexto de adaptaciones humanas, la cual proviene de los estudios actuales de etnobotánica y agroecología.

Las especies del dosel de la selva tropical son diversas, y la presencia de cualquier especie en particular dentro del espectro de polen contemporáneo es escasa (Bush y Rivera 1998, 2001; Ford 2008; Ford y Nigh 2009), representando sólo tan del 0 a 3 por ciento del total de lluvia de polen *in situ* (Bush y Rivera 1998: 390). Como grupo de plantas, los árboles contribuyen alrededor del 20 por ciento del registro actual en las selvas existentes. Aun así uno puede esperar encontrar alrededor de un 10 a un 40 por ciento de especies

“desconocidas” en polen de selvas bien descritas (Bush y Rivera 2001:366). La rareza de los árboles de dosel significativos en la lluvia polínica complica la interpretación de la composición de los bosques tropicales, ya que esta se basa en medir polen de especies dominantes del sotobosque, así como en los pocos productores prolíficos de polen en la copa selvática que utilizan dispersión por viento (Bush y Rivera 1998:391, 2001:359).

Es más, al presentar los perfiles de polen como porcentajes simples de diferentes taxa se asume que los relativos aumentos y decrementos identificables en el polen reflejan una variación del tipo de cubierta selvática en la cuenca (Brenner et al. 2002; Curtis et al. 1998; comparar con la Figura 3.5). Sin embargo, los trabajos sobre la lluvia de polen contemporánea en el neotrópico no respaldan esta suposición (Bush 1995; Bush y Rivera 1998, 2001). Un problema es que los paisajes complejos (Rackham 2006:79-81), como aquellos creados por el ciclo de la milpa (ver capítulo 2), no se prestan a descripciones con polen arborícola (PA) versus polen no arborícola (PNA) como indicador de la presencia o ausencia de selva. Otro problema al interpretar porcentajes crudos de un perfil de polen surge por el polen “indeterminado”, dada la degradación post deposición, evidente incluso en las muestras frescas (Bryant y Hall 1993:283). En las selvas tropicales bien descritas, como la del trabajo de Bush y Rivera en Panamá (1998,2001), grandes proporciones del polen recolectado no se pueden identificar (Bush y Rivera 2001), haciendo incierta la interpretación de la abundancia relativa basada en diagramas de porcentajes (Bryant y Hall 1993).

La mera presencia del polen del ramón no es buen indicador de la composición total de la selva madura, porque el árbol es un colonizador de espacios abiertos de bosque (Burn y Mayle 2008; Bush y Rivera 1998; Campbell et al. 2008). Su ausencia no señala la deforestación, como se asume generalmente en la literatura de la paleología maya (Binford et al. 1987:121; Carrillo Bastos et al. 2010; Carrillo Bastos et al. 2012; Dunning et al. 2009:93 Rice 1996:197; Webster 2002:256). Como hemos visto, los porcentajes fluctuantes del polen del ramón son indicador ambiguo de la composición arborícola actual del paisaje ((Bush y Rivera 1998:389). Más aún, como un árbol manejado, el ramón figura en el desarrollo de la ecología humana de la selva y el jardín por varios milenios.

En otras palabras, la variación en la cantidad de polen del tipo *Brosimum* no significa una expansión proporcional o a una con-

tracción de un paisaje selvático. La abundancia de polen de la *Morácea* y del tipo *Brosimum* puede indicar áreas abiertas aclareadas por sequía, huracanes o incendios, donde tienen la ventaja competitiva. Alternativamente, podría ser el resultado del abandono de edificios y monumentos públicos permitiendo la expansión del *Brosimum* en nuevos hábitats de piedra caliza rota, a la que se adapta bien (Lambert y Arnason 1982). Igualmente, podría indicar la regeneración de huecos selváticos abiertos para la agricultura. Las caídas del polen de la *Morácea* tipo *Brosimum* pueden reflejar su inhabilidad para competir en periodos caóticos de humedad y seca, como sucede en milenios después de 4,000 B.P., o la expansión de huertos domésticos manejados intensivamente, donde habrían de ser cultivados una mayor variedad de árboles benéficos y útiles.<sup>2</sup> En otras palabras, los cambios en el polen del *Brosimum* de hecho pueden ser indicadores de la consolidación de jardines forestales, donde son más abundantes las especies polinizadas por insectos (Campbell et al. 2006; Ford 2008). Esto hablaría más de una expansión de la selva madura y de los jardines forestales que de alguna pérdida en la cubierta selvática. Es probable que los cambios de abundancia del ramón se relacionen más a su manejo por los mayas que a cualquier otro factor.

Muchas plantas importantes que conforman la diversa suite de los jardines y selvas forestales manejadas por los mayas (Atran et al. 1999; Campbell 2007; Corzo Márquez y Schwartz 2008; Ford 2008) son invisibles en el registro del polen (Fedick e Islebe 2012; Ford 2008; Tablas 2.1-2.4 en el capítulo 2). Es posible que los antiguos mayas, así como sus descendientes tradicionales privilegiaran un jardín forestal económicamente diversificado que habría reprimido el *Brosimum* del registro de polen. El aumento del ramón en los sitios mayas hoy reconocidos (Lambert y Arnason 1982; Puleston 1968, 1982) podría explicarse mejor por la ausencia del manejo de jardines y por la dominación del *Brosimum alicastrum* basado en su etapa pionera, como en el máximo térmico del Holoceno.

Las palmas tales como *Sabal morrisiana* (también referida como *S. mauritiiformis*), utilizada como techo de paja, y los árboles tales como *Swietenia macrophylla* o caoba, usados para la construcción, son plantas bien distribuidas en la selva maya húmeda (Schulze y Whitacre 1999:234, 240). Incluso después de un siglo de explotación extensiva por las industrias madereras, se reportan densidades de cuatro a ocho caobas por hectárea en la selva maya (Patiño Valera

et al. 2003). Sin embargo, estas especies raramente, si acaso, aparecen en los perfiles de polen fósil.

Los ecólogos creen que la distribución de las caobas hoy en día es resultado directo de los patrones de regeneración de la selva establecidos después del abandono del uso de suelo maya tradicional, en particular, de la milpa agroforestal (Snook 1998; Steinberg 2005). Sin embargo, este árbol de dosel económicamente importante y ampliamente distribuido no se ve reflejado en los registros de polen. Dada la biología floral y la estrategia reproductiva de la caoba, la investigación de Bush y Rivera muestra que incluso la abundancia del polen disperso de la Meliaceae de los árboles de esta familia se restringe a 5 metros alrededor de un individuo (Bush y Rivera 1998:388). Este descubrimiento significa que la caoba pudo no haber sido bien representada en la lluvia de polen, incluyendo el registro de polen fósil. Los estudios contemporáneos del polen de la Selva Lacandona confirman esta deducción (Domínguez-Vázquez et al. 2004).

Las evidencias a favor de una reducida cubierta forestal, empezando en el Formativo o Preclásico temprano (de hace 4,000 a 3,000 años), consisten en analizar las variaciones en la abundancia de polen de algunas pocas plantas específicas que representan el polen arborícola y, por extensión, la selva. En muchos estudios, el árbol del ramón es virtualmente el único representante de la selva en el espectro del polen (p. ej., Domínguez-Vázquez e Islebe 2008) y por lo tanto se utiliza como indicador por necesidad. La disminución con el tiempo de ramón y taxones polínicos similares en la lluvia de polen, junto con la expansión proporcional de especies de polen no arborícola (PNA) amantes del sol, como las de la familia Poaceae (pastos), se atribuye a un "aclareo forestal generalizado". Aun así, los pastos, mientras fluctúan, permanecen por debajo del 20 por ciento sobre el periodo prehistórico entero (Figura 3.5). Se asume que las selvas modernas se han recuperado como resultado de la despoblación y el abandono de la agricultura después del colapso maya (Binford et al. 1987; Dull et al. 2010; Dunning et al. 2012; Peterson y Haug 2005; Turner y Sabloff 2012; Wahl et al. 2006), aunque incluso el polen del maíz está registrado desde el preclásico y a lo largo del Postclásico (Brenner et al. 2002; Domínguez-Vázquez e Islebe 2008; Islebe et al. 1996b; Mueller et al. 2010). Esta visión descansa en la suposición tácita de la inherente incompatibilidad entre la agricultura y la cubierta selvática, una suposición

que es compartida por muchos biólogos y conservacionistas hoy en día (Carr et al. 2005; Green et al. 2005).

Sin embargo, esta idea hace surgir varias dudas, empezando con el uso de polen fósil como evidencia ya que su presencia o ausencia en una muestra no necesariamente refleja la composición y distribución del bosque en el paisaje tropical. El registro de polen en los sedimentos proporciona una línea de evidencia para entender el desarrollo de la selva maya, pero es un indicador incierto de la composición de especies y su distribución. En estos estudios no hay ninguna justificación para la suposición de que los porcentajes de cobertura forestal correspondan a los porcentajes de tipos de polen en los sedimentos. Además, la presencia de polen de árboles versus herbáceas no corresponde a la cobertura de selva versus sabana, como muchos concluyen. Polen de árboles no indica bosque ni polen de hierbas implica una deforestación. En un paisaje mosaico la situación es más compleja.

De manera crítica, los análisis del polen no han admitido la complejidad del paisaje con la mezcla diversa de las serranías bien drenadas y los humedales de tierras bajas. Tampoco estos análisis consideran la naturaleza cíclica del uso de la tierra con el cultivo de la milpa, la reforestación de sucesión y el manejo del jardín forestal. De hecho, el desarrollo del ciclo del jardín forestal milpero puede dar cuenta de la distribución de la taxa polinizada por viento que crea las oportunidades de la expansión de hierbas nativas (Ford 2008; Johnston 2003; Nigh 2008; Wilken 1987; ver Figuras 3.5, 3.6). Finalmente, no se ha hecho intento alguno para atender el problema de que más del 90 por ciento de las especies de árboles maderables dominantes contemporáneos así como las especies de palma, son subrepresentadas en la lluvia de polen (Bush 1995; Bush y Rivera 2001; Ford 2008; Instituto Smithsonian 2014; Turner 2001). Consecuentemente, son sospechosas las interpretaciones actuales del registro de polen fósil, y la inferencia de una deforestación generalizada desde el Preclásico y una subsecuente "recuperación forestal" después del supuesto colapso (Dull et al. 2010; Mueller et al. 2010; Turner y Sabloff 2012).

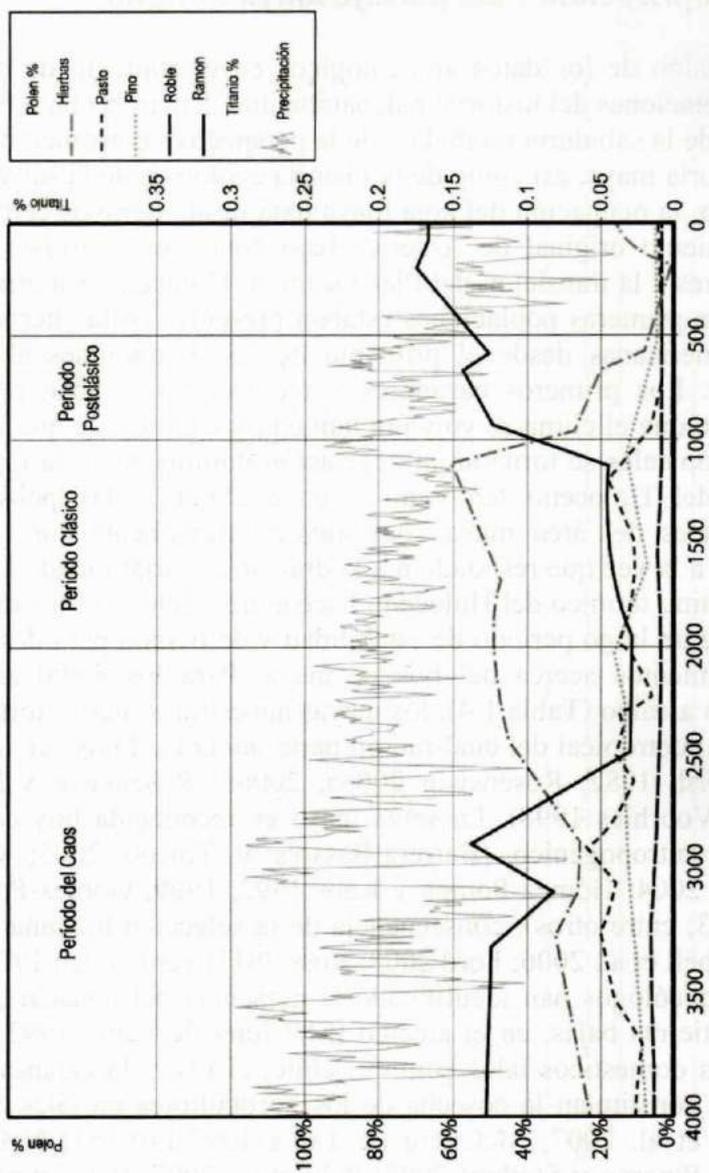


FIGURA 3.6. La precipitación y el polen selecto en los últimos 4 milenios en la Selva Maya (después de Bremer et al. 2002; Curtis et al. 1998; Leyden 2002). CCentro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

## Las implicaciones del paisaje maya antiguo

La revisión de los datos arqueológicos en el contexto de nuestras interpretaciones del historial paleoambiental demanda una reconsideración de la sabiduría recibida y de la perspectiva convencional de la prehistoria maya, así como de la historia ecológica de la selva maya. Primero, la ocupación del área maya data desde tiempos cercanos al poblamiento original de América bajo condiciones áridas y frías, anteriores a la transición del Pleistoceno al Holoceno. En otras palabras, las primeras poblaciones estaban presentes en las tierras bajas mesoamericanas desde el principio de las migraciones al Nuevo Mundo. Los primeros cazadores y recolectores estaban presentes antes de que el clima se volviera húmedo y cálido y de que los bosques tropicales se tornaran la vegetación dominante en la región. A partir del Holoceno temprano y en adelante, estas poblaciones ancestrales del área maya coexistieron íntimamente con y en el paisaje a la vez que respondían a la dramática variabilidad climática. El máximo térmico del Holoceno hace entre 8,000 y 4,000 años proveyó de un largo periodo de estabilidad y de tiempo para desarrollar conocimientos acerca del bosque maya. Para los 4,000 años del periodo arcaico (Tabla 1.4), los mayas ancestrales dieron forma a un paisaje neotropical del cual fueron parte integral, (Lohse et al. 2006; MacNeish 1982; Rosenswig 2006a, 2006b; Rosenswig y Masson 2001; Voorhies 1998). La selva maya es reconocida hoy como de origen antropogénico (Barrera-Bassols y Toledo 2005; Gómez-Pompa 2004; Gómez-Pompa y Kaus 1992, 1999; Gómez-Pompa et al. 2003; entre otros), consecuencia de la selección humana antigua (Campbell et al. 2006; Ford 2008; Ross 2011; ver Covich 1978:155). Los arqueólogos han identificado la presencia del aguacate, nativo de las tierras bajas, en el arcaico (McClung de Tapia 1992). Otros cultivos domésticos tales como el chile, el maíz, la calabaza y los frijoles constituían la cosecha de los horticultores móviles arcaicos (Casas et al. 2007; McClung de Tapia 1992:149-151; Neff et al. 2006b; Piperno y Stothert 2003; Pohl et al. 2007; Pope et al. 2001; Smalley y Blake 2003). Esta es la agroecología incipiente de la cual surgió la milpa maya y mesoamericana.

Los grandes extremos climáticos impactaron la región maya en el Formativo o Preclásico entre hace entre 4,000 y 2,000 años (Figura 3.6; Ford y Nigh 2014). De cara a los extremos de este periodo climático (Figuras 3.2, 3.3) los mayas hicieron frente a lo

Años calendario antes del presente - Holoceno Medio

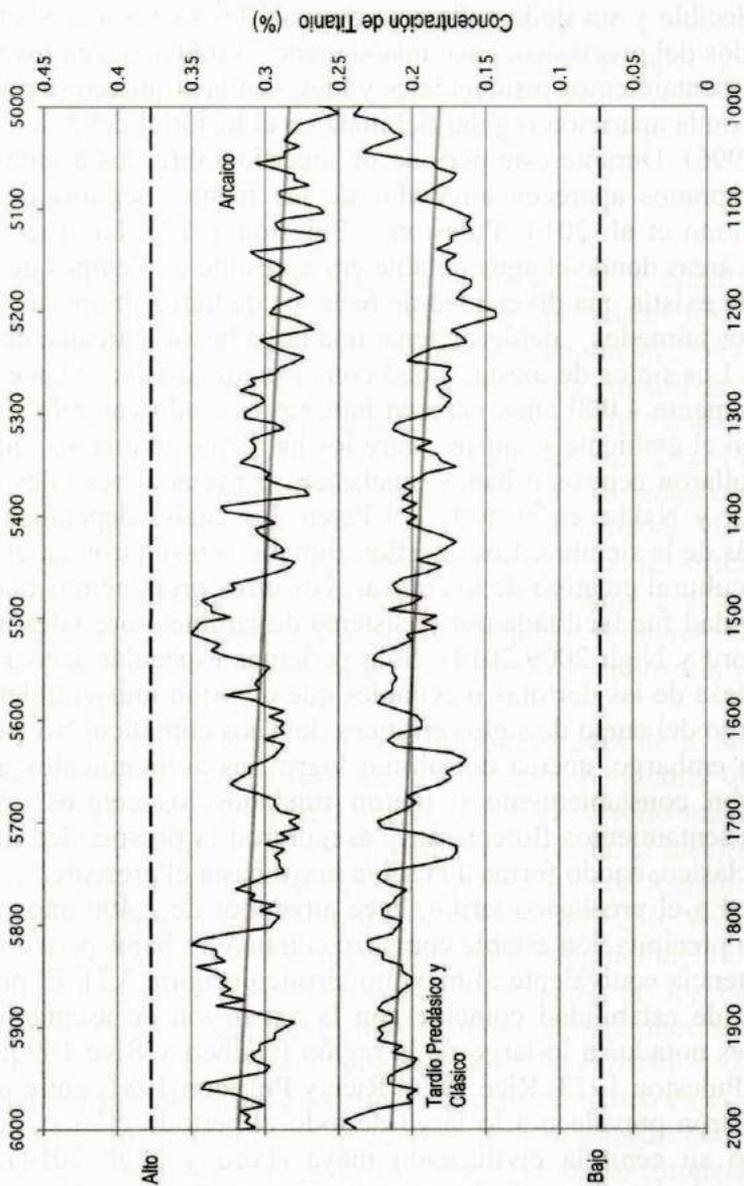


FIGURA 3.7. Mil años de estabilidad mostraron la tendencia a la sequía en las mejores condiciones por dos períodos: el arcaico y el clásico (basado en Haug et al. 2003). ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas, UCSB

impredecible y sin duda sufrieron. Aun así los éxitos son visibles a mediados del preclásico, hace más o menos 3,000 años, en los restos de los asentamientos residenciales y luego en la arquitectura pública, junto con la aparición regular del maíz en el historial del polen (Pohl et al 1996). Durante este periodo de incertidumbre, los asentamientos tempranos aparecen alrededor de las fuentes seguras de agua (Ver Gunn et al. 2014; Puleston y Puleston 1972). Las fuentes de agua – áreas donde el agua potable era accesible en tiempos de secas y donde existía una diversidad de recursos de tierras húmedas en los periodos húmedos – debieron tener una larga historia arcaica de uso.

Los siglos de inestabilidad comenzando alrededor hace aproximadamente 4,000 años parecen haber provocado cambios dramáticos en el ambiente y ajustes entre los habitantes humanos, quienes desarrollaron centros urbanos preclásicos espectaculares tales como Mirador y Nakbe en el norte del Petén, los cuales dependían cada vez más de la siembra. Los desafíos climáticos resultaron en el desarrollo cultural creativo de los mayas. Nosotros proponemos que esta creatividad fue facilitada por el sistema de jardines forestales milperos (Ford y Nigh 2009,2014). Sólo podemos especular acerca de la naturaleza de las derrotas inevitables que ocurrían indiscutiblemente a lo largo del curso de siglos erráticos del caos climático. No hay duda, sin embargo, acerca del último logro: los asentamientos mayas crecieron constantemente y fueron fundados los centros cívicos. Estos asentamientos florecieron y aseguraron la prosperidad del periodo clásico, dando forma a la selva maya hasta el presente.

En el preclásico tardío, hace alrededor de 2,400 años (tabla 3.1), la precipitación estable comenzó con niveles bajos pero con una consistencia equivalente al máximo térmico (Figura 3.7). El periodo clásico de estabilidad coincide con la expansión de asentamientos mayores notados a lo largo de la región (Culbert y Rice 1990; Ford 1986; Puleston 1973; Rice 1976; Rice y Puleston 1981; entre otros). Este patrón prevalece a lo largo de todo el periodo clásico, cuando alcanzó su cénit la civilización maya (Ford y Nigh 2014). Una revisión de los datos de la precipitación del Cariaco (Haug et al. 2001) y los datos comparables del Petén (Mueller et al. 2009; Mueller et al. 2010) revelan que no hay fluctuaciones comparables ni tan severas en la precipitación prehistórica como las de los caóticos periodos preclásico medio y temprano (Figuras 1.2 y 3.2). La variación de la precipitación durante el periodo clásico es mínima, comparable al máximo térmico durante el arcaico (Figura 3.7). El

periodo clásico es en gran medida un periodo estable y predecible en cuanto a sus indicadores paleoambientales de precipitación y polen (Figura 3.6).

## Resumen

Los orígenes de la selva maya están vinculados a condiciones difíciles con extremos de seca y diluvio, bajo las cuales los mayas establecieron inicialmente sus asentamientos. Claramente, los mayas respondieron a las incertidumbres de los extremos climáticos con el desarrollo de un sistema de manejo de recursos que trabajaba con la ecología tropical de la selva (Ford y Nigh 2009, 2014). Era un sistema flexible (cf. Scott 2009), sensible a las variadas circunstancias para apoyar el crecimiento de la jerarquía maya. Nosotros consideramos al ciclo del jardín forestal milpero como un sistema de manejo de recursos que dio forma de manera dinámica a la selva maya y proveyó de una base para apoyar a los primeros asentamientos, finalmente alimentando el crecimiento y desarrollo de los mayas del clásico.

El paleoambiente ha sido interpretado a través de la lente de los impactos humanos negativos, aun así es difícil de ignorar que estas condiciones coinciden precisamente con el desarrollo maya más próspero y exuberante (Figura 3.6). Para este periodo, el historial del polen muestra una baja productividad, una descarga de fosfato alta y una calidad orgánica baja (Binford et al. 1987, 2002:256; Wilkinson 2014:187). También es el tiempo del descenso del polen del ramón y del aumento de las hierbas nativas con fluctuación en los Poacea. Simultáneamente, la adaptación maya a estas condiciones ambientales promovió el crecimiento poblacional y la expansión de una civilización tropical brillante. Al final del caos climático en el periodo preclásico, los mayas firmemente establecidos estaban listos para construir sobre sus milenios de éxito. Esta posición se fortaleció por la estabilidad que prevaleció durante el periodo clásico (Tabla 3.1; Figuras 3.6, 3.7). El sistema de recursos maya basado en el ciclo del jardín forestal milpero del pasado y del presente, se adapta a condiciones extremas moderando los impactos de los diluvios y manejando la cubierta del suelo contra la sequía. El sistema era elástico bajo condiciones de cambio y la estabilidad climática del clásico promovió el ascenso de la civilización maya.

¿Qué provocó que el clásico maya cayera? Nosotros afirmamos que no fue un colapso ambiental. La selva maya es manejada para incluir plantas benéficas y económicamente valiosas, no sólo para los estándares mayas tradicionales sino también para la economía mundial de hoy. Las especies registradas hoy confirman que los mayas tenían y continúan teniendo un impacto constructivo sobre la selva.

## Capítulo 4



### Uso del Suelo Maya, la Milpa y la Población en el Período Clásico Tardío

¿Cómo se expresa el ciclo de la milpa en el paisaje selvático maya? Nuestro modelo revela que, con inversiones continuas y recurrentes, el ciclo responde elásticamente a los cambios ambientales y humanos. El Pilar nos da ejemplo sobresaliente: La alta densidad de población residencial demuestra el éxito del ciclo del jardín forestal milpero. Los campos anuales producen hierbas siempre presentes polinizadas por el viento. En nuestro modelo, la proporción de tierra bajo cultivo varía de acuerdo con el rendimiento del maíz. Ya sea alto o bajo, se mantiene siempre una sustancial cubierta forestal.

#### Introducción

¿Cómo podemos juzgar la sustentabilidad de las estrategias de la siembra maya tradicionales? En la visión eurocéntrica, el sistema de 'roza, tumba y quema' se relaciona con una baja densidad y poblaciones dispersas (ver Boserup 1965, 1981; Van Vliet et al. 2013). Pero las poblaciones mayas eran sin duda grandes y densas. ¿Cómo podía su paisaje sostener el crecimiento y la longevidad de su civilización? Dependía de un sistema intensivo de cultivo a mano. Hemos demostrado que el ciclo del jardín forestal milpero es precisamente eso: un sistema agrícola perenne intensivo que evolu-

ciona con inversiones de trabajo en cada etapa del ciclo. Los mayas manejan el paisaje, transformándolo de bosque a campo y luego a bosque otra vez. Su cultivo del capital biológico del paisaje como un bien de valor resuelve más que los requisitos de subsistencia inmediatos para la familia; crea también un excedente que permite la administración de elites jerárquicas. Dentro del ecosistema, el ciclo milpero tradicional no sólo maneja la biodiversidad sino también promueve la conservación del agua, la calidad del aire y la fertilidad del suelo, impidiendo el daño ambiental y respondiendo al cambio. ¿Podría este sistema de cultivo intensivo sostener las densas poblaciones estimadas en los antiguos territorios mayas? Para investigar esta pregunta nos enfocamos en el ejemplo del asentamiento a los alrededores del centro más importante de El Pilar al norte del río Belice, donde hay suficientes datos arqueológicos para examinar en forma detallada el uso del suelo y la población (Ford 1985, 1990, 1991a, 1992, 2004; Ford and Fedick 1992).

Analizamos los potenciales de El Pilar antiguo usando el modelo del sistema de cultivo a mano de un jardín forestal milpero descrito en el capítulo 2, tomando en cuenta asuntos indicados por los datos del polen delineados en el capítulo 3. El Pilar es un centro maya grande e importante y forma parte del gran Petén. Comparte el paisaje de tierras altas bien drenadas y tierras bajas pobremente drenadas, ofreciendo diferentes recursos a los mayas. El Pilar floreció por más de dos milenios, comenzando hace alrededor de 3,000 años (Ford 2004). La prosperidad aquí, así como en los centros importantes de la región, se basaba en el manejo de la tierra para la subsistencia. La investigación realizada en 1983-84 por el proyecto Encuesta Arqueológica de Asentamientos del Río Belice (BRASS) mapeó los asentamientos mayas antiguos en muestras de corte transversal y produjo series de datos importantes acerca del ambiente y la población en un área de estudio de 1,288 kilómetros cuadrados colindantes al centro (Fedick 1988, 1989, 1994, 1995; Ford 1985, 1990, 1991a, 1992). Usamos el área de El Pilar como la base para probar el potencial del ciclo del jardín forestal milpero para sostener a los antiguos mayas a la altura del periodo Clásico Tardío.

## La puesta en escena - Asentamiento y ambiente

Nuestra visión de los patrones del uso del suelo antiguos en El Pilar se basa en el modelo de predicción del paisaje desarrollado con el Sistema de Información Geográfica Forestal Maya (Ford y Clarke 2006; Ford et al. 2009) y apoyada con trabajo de campo en el gran Petén (Ford 1986; Fedick 1988). En este contexto, exploramos las distribuciones de las poblaciones y asentamientos antiguos guiados por estrategias y métodos agrícolas documentados por etnografías de los mayas (Cowgill 1960, 1961, 1962; Eastmond y Faust 2006; Faust 2001; Ford y Nigh 2010; Harvey et al. 2008; Kolb 1985; Nations y Nigh 1980; Nigh 1999, 2008; Redfield y Villa Rojas 1962; Robin 2001; Steggerda 1941; Toledo et al. 2008; Villa Rojas 1945; Zetina G. 2007). El nivel intensivo de inversión en el manejo del paisaje y la importancia de la calidad anidada de los ciclos domésticos del uso de la tierra fueron factores decisivos para nuestro análisis de estimados de la población maya antigua. Los ciclos de los hogares mayas comienzan con las demandas de subsistencia familiar, el trabajo dentro del ritmo anual de las estaciones húmeda y seca, el construir sobre la sucesión de campo a bosque y de regreso a campo, y las demandas de la creciente economía política de la elite.

Mientras que todos los biomas del área fueron utilizados de una manera u otra, cerros y peñascos, así como tierras pobremente drenadas y humedales, no todas fueron ocupadas o cultivadas de manera igual. Los estudios de los asentamientos arqueológicos en las tierras bajas mayas han mostrado que estos generalmente evitaban las tierras húmedas permanentes o temporales (ver Fedick 1988, 1989; Ford 1981, 1986; Ford et al. 2009; Puleston 1983; Rice 1976), aunque estas áreas fueran utilizadas por los habitantes. Similarmente, los recursos naturales eran extraídos de toda el área, pero no toda la tierra era adecuada para cultivos; las tierras pobremente drenadas y aquellas altas en arcilla caían en esta categoría (Fedick 1988, 1989, 1996a; Fedick y Ford 1990).

Más allá de la arquitectura monumental de los centros importantes, como El Pilar y Tikal, había numerosas estructuras pequeñas. Como tales, se supone servían generalmente para propósitos domésticos, por lo tanto han sido denominadas antiguas casas mayas. Algunas eran permanentes, otras temporales, algunas grandes, otras pequeñas, y algunas solitarias, en tanto que otras se encontraban agrupadas. Sin embargo, todas estas estructuras jugaban un papel en

los ciclos y estrategias de uso del suelo, como lo siguen haciendo hoy en día (ver Everton 2012:120; Terán y Rasmussen 1995; Toledo et al. 2008). Los sitios de los campos y bosques, así como los sitios domésticos, no eran estáticos; el paisaje y su uso eran dinámicos, siempre cambiantes, reaccionando, ajustándose y respondiendo al manejo de sus ocupantes.

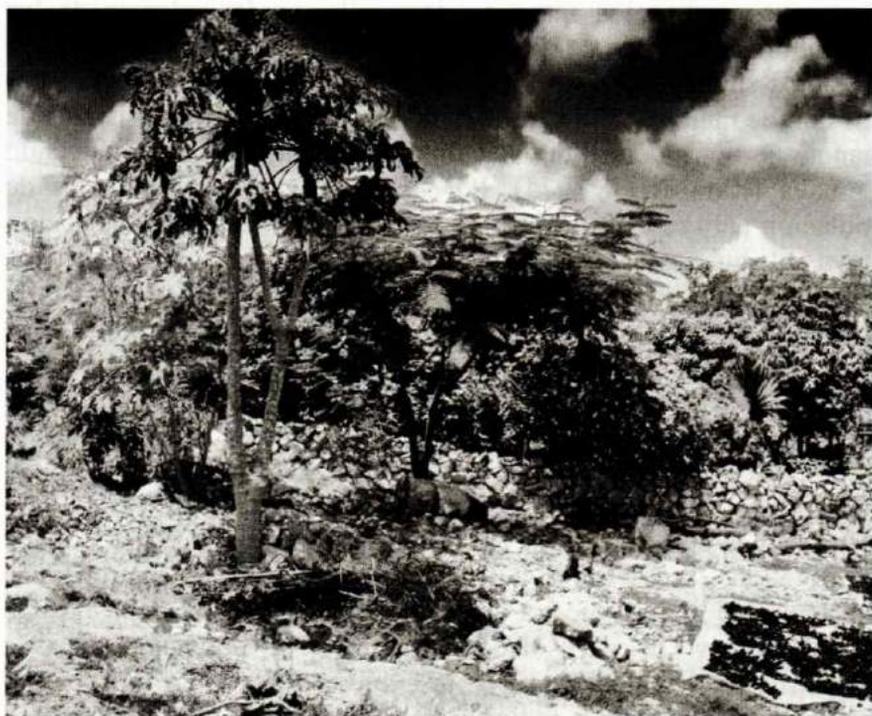
Los estimados poblacionales siempre están vinculados a los patrones de asentamiento, y en el área maya estos patrones se relacionan con la distribución de las estructuras en la geografía, como lo registran los arqueólogos con respecto a los centros cívicos más importantes y en los estudios de los espacios rurales alrededor de ellos (Carr y Hazard 1961; Chase y Chase 1987, 1998, 2003; Ford 1981, 1986, 1991a, 1991b, 1992, 2004; Mc Anany 1993, 1995; Puleston 1973; Pyburn 1990, 1998; Rice 1976; Robin 2001, 2002, 2004, 2012; entre otros). Se ha supuesto que cada estructura pequeña representa una familia (ver Healy et al. 2007; y Robin 2012 para las más reciente aplicación). Este pensamiento ha permitido estimados desmesuradamente altos de las densidades poblacionales (Webster 2002:264; cf. Trigger 2003:303), excediendo situaciones contemporáneas alrededor del mundo (Chase y Chase 1987, 1994; Chase et al. 2014:24; Haviland 1972). Además, tienden a ser descartadas las implicaciones de las configuraciones de las pequeñas estructuras así como su tamaño, agrupamientos y patrones (cf. Levi 2002, 2003). La importancia de estas variaciones en la arquitectura residencial o doméstica no puede ser ignorada mientras éstas tengan un efecto en los estimados poblacionales y la interpretación del uso del suelo (cf. Zetina G. 2007; Zetina G. y Faust 2011).

La unidad residencial, como indicador de población, es el punto de entrada obvia y universalmente aceptada. Por lo tanto es esencial definir esta unidad y cómo será usada para calcular la población. Tenemos por objetivo realizar un estimado poblacional confiable para el clásico tardío de El Pilar (600-900 D.C.) dado que representa la cumbre de la expansión hacia las tierras bajas centrales de la región. Para lograrlo, nos apoyamos en un modelo de predicción de sitios para el área de estudio de El Pilar en el periodo Clásico Tardío (Ford y Clarke 2015; Ford et al. 2009; Merlet 2009, 2010). Después, usando este estimado, evaluamos cómo el paisaje pudo haber sido usado para la producción de milpa, utilizando ejemplos etnográficos para extrapolar las implicaciones de las necesidades antiguas (Fox y Cook 1996).

La civilización maya se desarrolló en dependencia de los agricultores. El hecho de que la cultura creciera y se mantuviera por 20 siglos sugiere un sistema agrícola refinado y resiliente. La producción de maíz ha sido identificada como el corazón del sistema de manejo de tierra dentro de las culturas mesoamericanas, incluyendo la maya (Katz et al. 1974). Por lo tanto, nuestros estimados de población para el área de El Pilar, y su extrapolación para la región maya anti-gua, asume para propósitos de evaluación, que el sistema milpa de maíz prehispánico era la forma dominante de producción y que el maíz era la fuente principal de calorías de carbohidratos. Como ya hemos mencionado, sin embargo, la dieta maya antigua era ricamente variada incluyendo una amplia gama de frutas, vegetales y animales (ver Emery y Thornton 2008; Terán y Rasmussen 2009, White y Schwarcz 1989; Woodward 2000). Conectamos el ciclo del jardín forestal milpero tradicional reconocido hoy así como históricamente (Atrán 1999; Hernández Xolocotzi et al. 1995; Kintz 1990; Nigh 2008; Terán y Rasmussen 1995) a los patrones de asentamiento maya. Nuestra hipótesis es que el ciclo campo-bosque no sólo sostuvo las necesidades de maíz de las poblaciones mayas antiguas sino también conservó la cubierta forestal en un mosaico dinámico a lo largo de la región.

### **Las unidades residenciales mayas antiguas: un indicador de población**

Las estructuras antiguas han sido rutinariamente usadas como el indicador de hogares, proporcionando la base de los estimados de población para los mayas antiguos y otras civilizaciones; sin embargo, cualquier estimado debe ser sensible a pre-suposiciones que influyen los resultados (ver Culbert y Rice 1990; Healy et al. 2007; Robin 2012; Turner 1990). Primero, es necesario definir operativamente lo que representa un hogar o unidad residencial. Como en estrategias previas, los sitios pequeños registrados por estudios de asentamientos arqueológicos son el punto de inicio para la definición de la unidad residencial primaria (cf. Healy et al. 2007:26; Robin 2012:40-41). Nuestro análisis, toma en cuenta además los datos etnográficos de la siembra de subsistencia maya y la continuidad del pasado etnográfico (Terán y Rasmussen 1995). Por lo tanto, es decisiva para nuestra estrategia la consideración de los ciclos anuales de



**FIGURA 4.1.** (Arriba y frente a la página) Una casa infield maya y jardín forestal con un huerto verde al fondo y chiles secándose al frente, Yucatán (Macduff Everton)

siembra registrados, los cuales nos revelan patrones etnográficos así como arqueológicos sobre las unidades domésticas (Cowgill 1962; Kintz 1990; Redfield y Villa Rojas 1962; Villa Rojas 1945; Zetina G. 2007; Zetina G. y Faust 2011).

Las estructuras pequeñas de los mayas han sido analizadas de manera igual, ya sean solitarias o agrupadas, sin embargo no todas ellas son iguales. Las estructuras en grupos son distintas a las que se encuentran solitarias (Ashmore 1981), y sus patrones de distribución varían con relación a la geografía (Ford 1991b; Levi 2003; Tourtellot 1983; descripciones en Culbert y Rice 1990). Todas las estructuras pequeñas pueden ser domésticas, pero aquí nosotros distinguimos entre tipos de unidades residenciales en base a las configuraciones superficiales.

Las dudas arqueológicas que surgen con respecto a restos residenciales “invisibles” son importantes (ver Johnston et al. 1992; Johnston 2002; Robin 2012:40), pero estos hallazgos escapan a una



contabilidad superficial. Nosotros reconocemos que pueden haber evidencias subterráneas relevantes que pudieran revelarse con excavaciones (ver Healy et al. 2007:26-27); sin embargo, éstos no son visibles en la superficie, por lo que no pueden ser tomados en cuenta en estos momentos. La cualidad de la *visibilidad* hace nuestra valoración de las estructuras antiguas consistente y comparable con todos los datos de otros remanentes visibles. La variedad de las configuraciones residenciales visibles proveen una base comparativa común. La distribución espacial de la arquitectura residencial visible es el mejor indicador para evaluar la población y el uso de la tierra, conforme a los cultivos de traspatio identificados en los estudios etnográficos (Figuras 4.1, 4.2).

Nosotros definimos *la unidad residencial primaria (URP)* en base a la configuración de las pequeñas estructuras como grupos compuestos, asumiendo que servían como residencias domésticas. Las viviendas campesinas de las tierras bajas tradicionales tienen al

menos dos estructuras, una para la vida diaria y el dormitorio y otra para la cocina y almacén (Hanks 1990:95-96; 333; Everton 2012:58). Mientras que cocinar y dormir ocurre en los interiores bajo techo, muchas de las actividades diarias ocurren afuera, a un lado o en los alrededores (cf. Everton 2012:58-60; Hanks 1990:106, 335; Robin 2002, 2012:336). Esta disposición residencial primaria podía ser complementada por sitios residenciales secundarios de uso más cercanamente atado al ciclo agrícola (Hanks 1990:355,385-386; Levi 1996). Como Zetina G. notó (2007), y otros han observado (Everton 2012:120; Farriss 1984; Fedick 1996a; Hanks 1990; Redfield y Villa Rojas 1962; Villa Rojas 1945), los patrones residenciales históricos y contemporáneos del uso de la tierra requieren de múltiples sitios residenciales para cada familia (ver también Zetina G. y Faust 2011). Esto es común en todo el mundo entre campesinos de subsistencia. Dichos patrones deben tomarse en cuenta al realizar estimados de población (Zetina G. 2007).

De acuerdo con el registro etnográfico de Faust (1998) y Zetina G. y Faust (2011; Zetina 2007) y el registro etnohistórico (Farriss 1984; Redfield y Villa Rojas 1962; Steggerda 1941; Villa Rojas 1945), los ciclos generacionales y anuales del uso de la tierra son complejos; requieren del mantenimiento de múltiples sitios residenciales. Puede haber hasta tres "casas" por familia, con una casa principal mantenida en el centro de la comunidad aldea o pueblo (Zetina G. y Faust 2011). Experiencias comunes en el campo demuestran que estas tres unidades residenciales tienen múltiples estructuras, una cocina por separado, así como otras construcciones y estructuras (cf. Hanks 1990:95-96, 106; López Morales 1993:251-285; Sheets 1992; Smyth 1991; ver figura 2.2).

Las residencias principales son usadas a lo largo del año, mientras que las residencias secundarias se ocupan intermitentemente en áreas de siembra (Toledo et al. 2008). Las residencias *outfield* secundarias (Figura 4.3), a veces llamadas *rancherías*, están asociadas con actividades agrícolas temporales (Hanks 1990:385-386; Zetina G. 2007; Zetina G. y Faust 2011). Este patrón de residencias múltiples tiene implicaciones mayores para los estimados poblacionales, pero han sido ignorados en gran parte (Everton 2012:120, Fedick 1992, 1996a; Levi 1996; Netting 1977; Sanders 1981). En este capítulo, usamos únicamente las unidades residenciales primarias para nuestro cálculo de la población en el área de El Pilar de las tierras bajas mayas.



FIGURA 4.2. La casa infield lakantún y el jardín forestal de José Camino Viejo en 1976, Chiapas, México (James D. Nations)



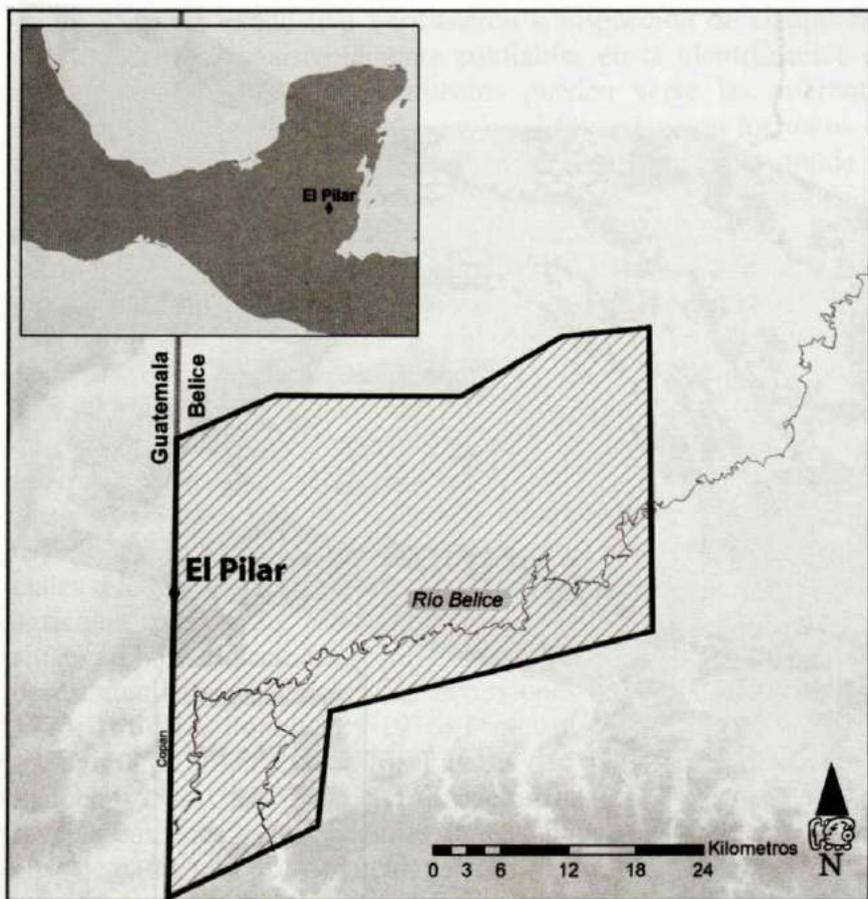
FIGURA 4.3. La milpa outfield lakantún en el segundo año de José López en 1976, Chiapas, México (James D. Nations)

## Un mapa de probabilidades de patrones de asentamientos mayas antiguos

Los estimados poblacionales para el área de El Pilar se basan en la observación de que los sitios mayas antiguos están distribuidos con respecto a características ambientales y geográficas: factores tales como pendiente, fertilidad del suelo y drenaje contribuyen independientemente de la ubicación los asentamientos, aunque a diferentes grados. Estos grados de importancia, o *ponderación*, son la base para el uso del modelo Ponderación-de-Evidencia (Weights-of-Evidence, WofE) (Raines et al. 2000; ver también Bonham-Carter 1999). Basados en datos de los estudios de asentamientos del área de El Pilar, Ford y otros autores (2009; Merlet 2009) crearon y validaron en campo un modelo de los patrones de asentamiento maya usando el Sistema de Información Geográfica (SIG). Este mapa validado para la distribución espacial de los antiguos asentamientos en relación a factores geográficos conforma la base de nuestra evaluación de la población y ambiente en la selva maya.

Es conocido que son incompletos los registros arqueológicos de los sitios mayas, aun así la ubicación de los sitios desconocidos puede ser prevista con modelos probabilísticos. Usando los métodos Bayesianos en el contexto del SIG, los asentamientos conocidos y sus asociaciones geográficas en el área de El Pilar fueron convertidos en un mapa de sitios-probables usando el WofE. Los factores geográficos o temas de influencia fueron clasificados y transformados para producir un mapa de densidades estadísticas proyectadas para cada factor temático. A medida que cada mapa temático contribuye proporcionalmente al poder aclaratorio del modelo, se calcularon ponderaciones combinadas en el contexto del SIG, produciendo un mapa que muestra la probabilidad esperada de encontrar un asentamiento en un dado sitio (Ford et al. 2009; Ford et al. 2011).

El modelo de predicción de sitios de asentamientos mayas ofrece un conjunto de datos en el SIG de la Selva Maya (Ford y Clarke 2006; Ford et al. 2009; Merlet 2009, 2010; Ford et al. 2014; Monthus 2004; Sirjean 2003). Los datos de los asentamientos independientes son del área de El Pilar (Figura 4.4), basados en la Encuesta Arqueológica de los Asentamientos del Río Belice (BRASS), área de estudio de El Pilar (Fedick 1988, 1989, 1995; Fedick y Ford 1990; Ford 1990, 1991a, 2004; Ford y Fedick 1992), y de los datos mapeados de Barton Ramie (Willey et al. 1965). El ma-



**FIGURA 4.4.** Los límites del área de estudio de El Pilar al norte del Río Belice. ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

pa resultado requirió de una correlación de datos extensiva, un modelo construido con los métodos de predicción Bayesiano, la aplicación del modelo a los datos del área de El Pilar, y una minuciosa validación en campo con el Sistema de Posicionamiento Global en el contexto del SIG (Ford et al. 2009; Merlet 2009; Monthus 2004; Sirjean 2003).

El mapa identificó probabilidades de ubicación para los antiguos asentamientos a lo largo del área de estudio de El Pilar (Ford y Clarke 2006; Ford y Clarke 2015; Ford et al. 2009). Las ubicaciones previstas fueron validadas en campo y resultaron en cinco categorías de probabilidades de asentamiento. Tres variables geográficas

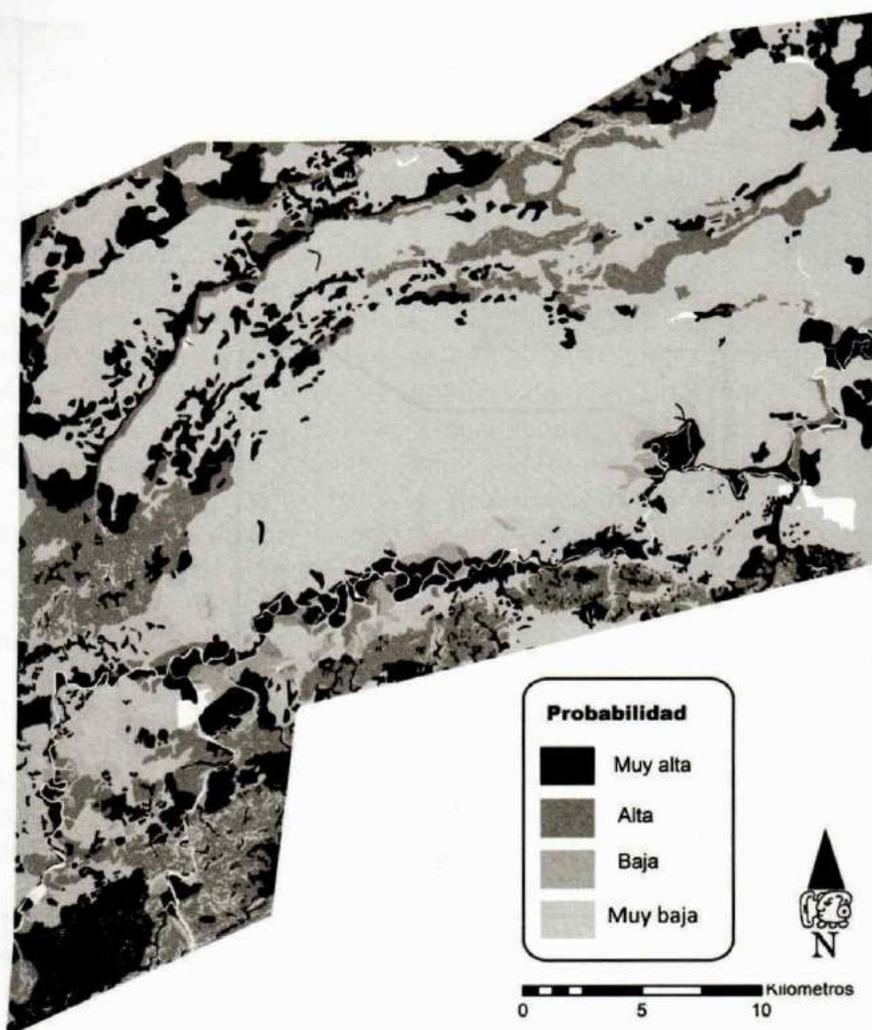


FIGURA 4.5. Mapa de probabilidad de asentamientos mayas para el área de estudio de El Pilar. Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

principales – fertilidad, drenaje y pendiente – influenciaron juntas las preferencias de asentamiento de los mayas antiguos (cf. Bullard 1960, 1964; Fedick 1988, 1996a, 2014; Ford 1986; Isendahl 2002; Isendahl et al. 2014:46). Los resultados estadísticos, con un nivel de confianza de un 95 por ciento, se agruparon para proveer la base del mapa de clasificación de probables asentamientos mayas (Figura 4.5).

Nuestra exhaustiva verificación e inspección de campo han demostrado ser consistentemente confiables en la identificación de asentamientos. En los acercamientos pueden verse las diferentes densidades de los asentamientos, y las diferencias con los datos de corte transversal del BRASS/El Pilar (Figura 4.6, 4.7), donde la superimposición de los asentamientos en el mapa de probabilidades del área de estudio de El Pilar revela la relación entre la clase de probabilidad y la distribución de asentamientos. El primer par de imágenes (Figura 4.6) muestra la distribución de asentamientos en clases de baja probabilidad, mientras que el segundo par (Figura 4.7) muestra la distribución de asentamientos en clases de alta probabilidad. Estas variaciones, basadas en el modelo de predicción y de las áreas de probabilidad, fueron codificadas para el sitio modelo a lo largo del mapa (Figura 4.5, Merlet 2009:34).

Las densidades de los asentamientos reflejan la intensidad del uso de tierra. Mientras que los asentamientos y las unidades residenciales que los componen no son indicadores *directos* de los patrones agrícolas, pues entre las sociedades agrícolas los campesinos se sitúan en base al acceso a recursos importantes. Esto es, los patrones de asentamientos reflejaran las inversiones en el paisaje (Basehart 1973; Brown y Podolefsky 1976; Denevan y Padoch 1988; Fedick 1988; 70-72; Flannery 1976; Linares 1976; Netting 1968, 1974; Padoch 1982; Udo 1965). La ubicación de los sitios residenciales revelan entonces las necesidades de los campesinos para la construcción de casas y el uso de suelo, así como para el transporte y acceso a los centros de intercambio (cf. Levi 1996). De esta manera, los sitios indican el uso de suelo, mientras que el número de hogares indican la población. Esto es, la distribución y configuración de las unidades residenciales en los estudios de asentamientos son el fundamento para el desarrollo de los estimados poblacionales en el área de El Pilar.

## **Identificando la unidad residencial primaria**

Evaluar los sitios residenciales para calcular estimados poblacionales es un desafío reconocido en la arqueología. Para definir nuestro uso de la unidad residencial primaria es esencial la diferenciación entre grupos de estructuras pequeñas y estructuras individuales o solitarias (Willey 1956; Ashmore 1981; Ford 1991b; Levi 2002, 2003; Robin

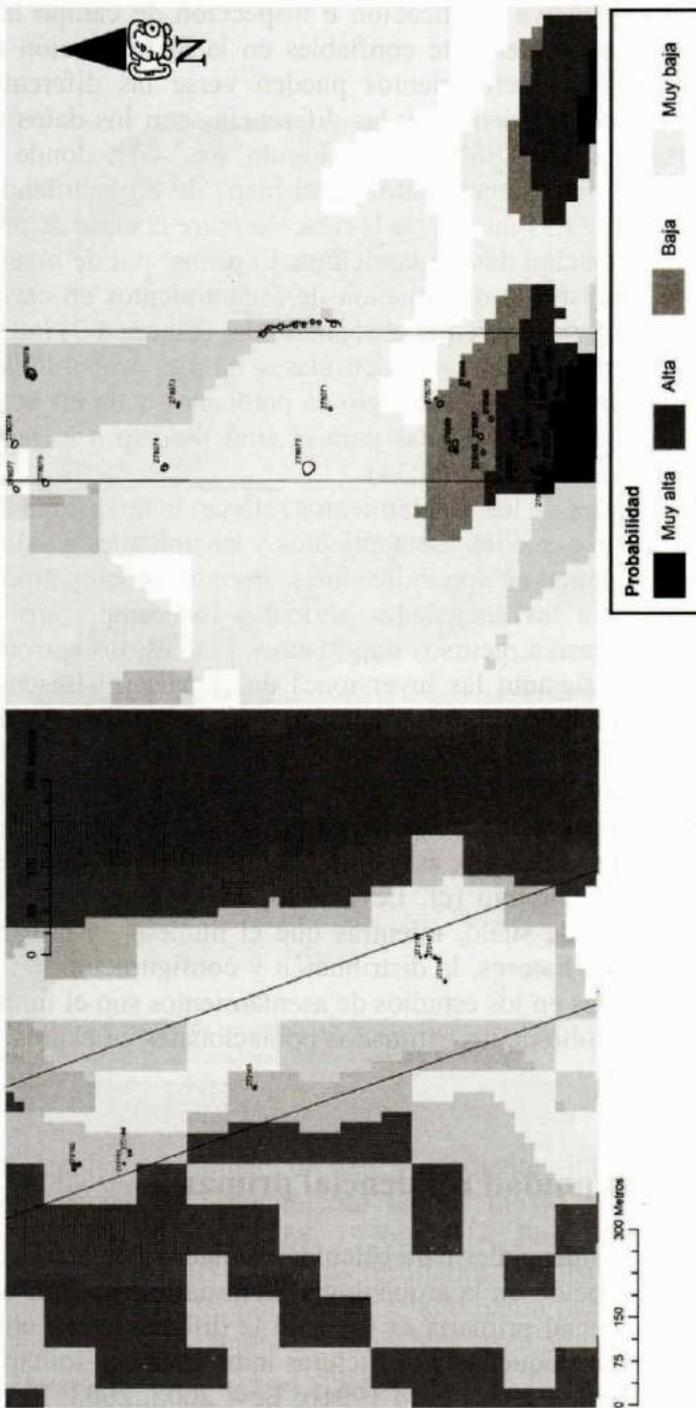


FIGURA 4.6. Áreas de probabilidad de pocos asentamientos para los estudios de El Pilar. ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas

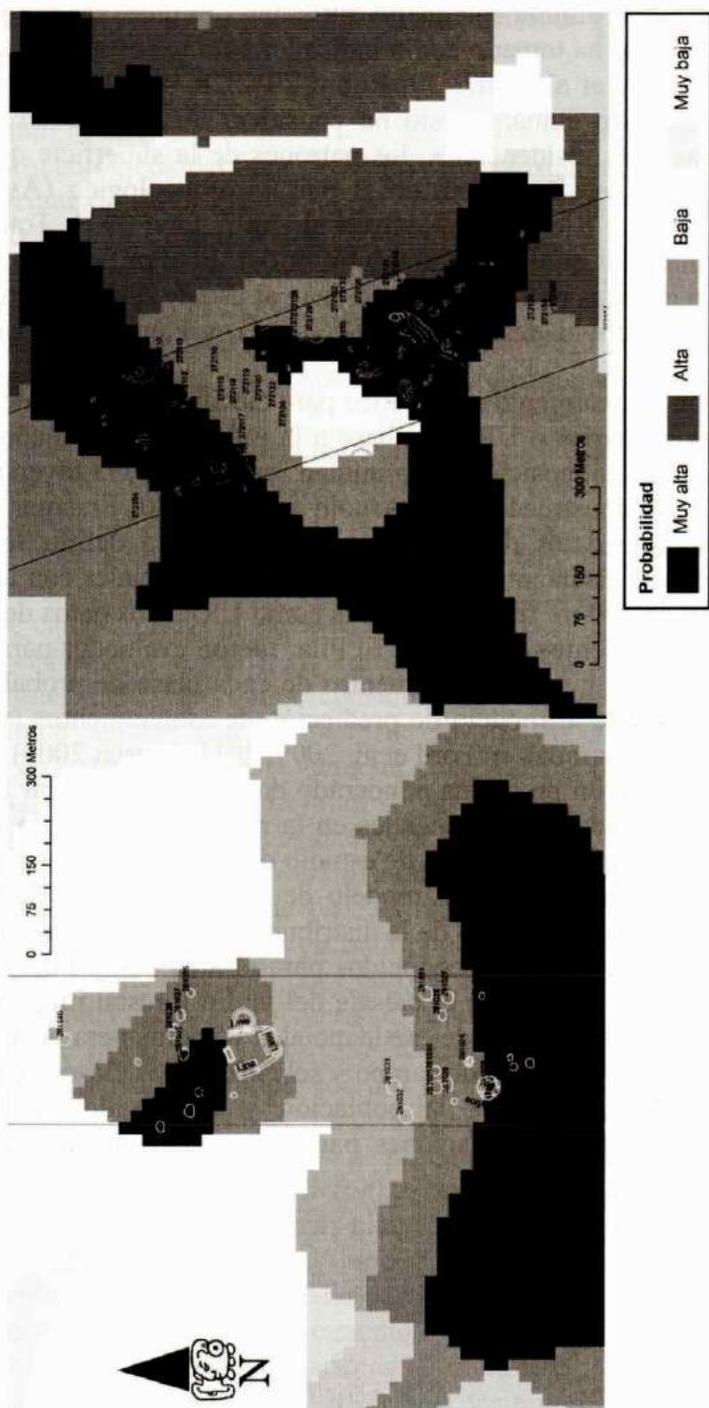


FIGURA 4.7. Áreas de probabilidad de grandes asentamientos para los estudios de El Pilar. ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCESB

2012:25-26). Comúnmente, cada estructura definida, sea o no parte de un grupo, se ha tomado como indicador para los estimados de población (Healy et al. 2007: 30; Robin 2012:28, 40-41; también ver Ford 2013). Sin embargo esto no considera la variabilidad en las configuraciones residenciales, los patrones de la superficie que podemos reconocer fácilmente en el paisaje arqueológico (Ashmore 1981; Culbert y Rice 1990; Healy et al. 2007; Levi 2003; Tourtellot 1983; Tourtellot et al. 1990:86; entre otros). El significado y la importación de estos patrones se relacionan al uso de suelo y particularmente a las actividades agrícolas (Zetina G. y Faust 2011; Everton 2012:21).

Un acercamiento sistemático para clasificar las unidades residenciales primarias o URP- en base a la ubicación, el tamaño de la estructura, la composición de la unidad residencial y la inversión de trabajo en la construcción (de Arnold y Ford 1980; Erasmus 1965) de la base de datos de El Pilar- fue usado para definir la URP arqueológica.<sup>1</sup> Esencialmente, las unidades residenciales con un área promedio de 290 m<sup>2</sup> fueron incluidas como URP. Los datos del estudio de asentamientos del área de El Pilar fueron evaluados para identificar las URP y enumerados dentro de cada clase de probabilidad definida en base al modelo de predicción de asentamientos (ver Figuras 4.5-4.7; basadas en Ford et al. 2009, 2011; Merlet 2009).

Usando un programa ponderado de dispersión al azar basado en SIG, las unidades residenciales en la muestra del estudio fueron propagadas a lo largo del área de estudio de acuerdo con las probabilidades de asentamiento del modelo de predicción (Ford y Clarke 2015). El modelo simulado de la distribución de las URP, usando los patrones de asentamiento conocidos para el área de El Pilar es una herramienta para entender el paisaje del jardín forestal milpero, una manera de ver las densidades residenciales y una manera de apreciar el mosaico de la cubierta de campo y selva sobre las clases de probabilidad. El modelo para la población y el uso del suelo que desarrollamos tiene aplicaciones para el periodo clásico del gran Petén maya.

## Estimados de la Población en el Clásico Tardío para el Área de El Pilar

Mediante la diferenciación de las URP en las muestras de los estudios arqueológicos del área de El Pilar, desarrollamos estimados de la distribución de probables sitios en la misma. Dada la configuración de los sitios residenciales, las unidades fueron propagadas proporcionalmente por clase de probabilidad de asentamiento a lo largo del área de estudio usando el SIG (Figura 4.5, Ford y Clarke 2015). Este proceso produjo un mapa de distribución residencial, así como también una vista de las concentraciones de asentamientos (Figura 4.8).

Las unidades residenciales que calificaron como URP fueron utilizadas como indicador de la población maya antigua. Para derivar poblaciones clásicas tardías, el número total de unidades se redujo por la proporción de ocupación del 95 por ciento determinadas para el clásico tardío (Culbert y Rice 1990; Ford 1985; Ford et al. 2009: 14). Se calculó un promedio de 5.4-5.6 personas por unidad residencial (ver Healy et al. 2007:31; Puleston 1973: 171-189; Robin 2012: 41; Turner 1990), el cual se considera un promedio válido para la "economía agraria paleotécnica" de los mayas antiguos (Turner 1990: 305). Utilizamos esta gama de viviendas para llegar a los estimados para el ejemplo de El Pilar.

Para calcular la densidad y la distribución de la población maya del Clásico Tardío, contabilizamos el número de las URP y su distribución por la clase de probabilidad de asentamiento (Figuras 4.5 y 4.8). Estos totales fueron multiplicados por 5.4 y 5.6 personas por hogar respectivamente para derivar en los estimados de población para cada clase de probabilidad, desde la más baja de 1 hasta la más alta de 5 (Tabla 4.1). Los estimados poblacionales del área de El Pilar son relativamente altos, con una población total de un rango de 176,077 a 182,600 personas. La distribución de este rango total desde la ocupación cero en la clase de probabilidad baja, que representa el 38 por ciento del área, a 376-390 personas por kilómetro cuadrado en la clase de probabilidad más alta, representando el 20 por ciento del área (Tabla 4.1). Basados en 5.4 a 5.6 personas por URP, la densidad de población promedio para el área entera varía de 137 a 142 personas por kilómetro cuadrado. Este rango es mayor al de algunos de los estimados anteriores (Turner 1990:317) pero no tan altos como otros (Chase et al. 2011: 389; ver también Healy 2007:33

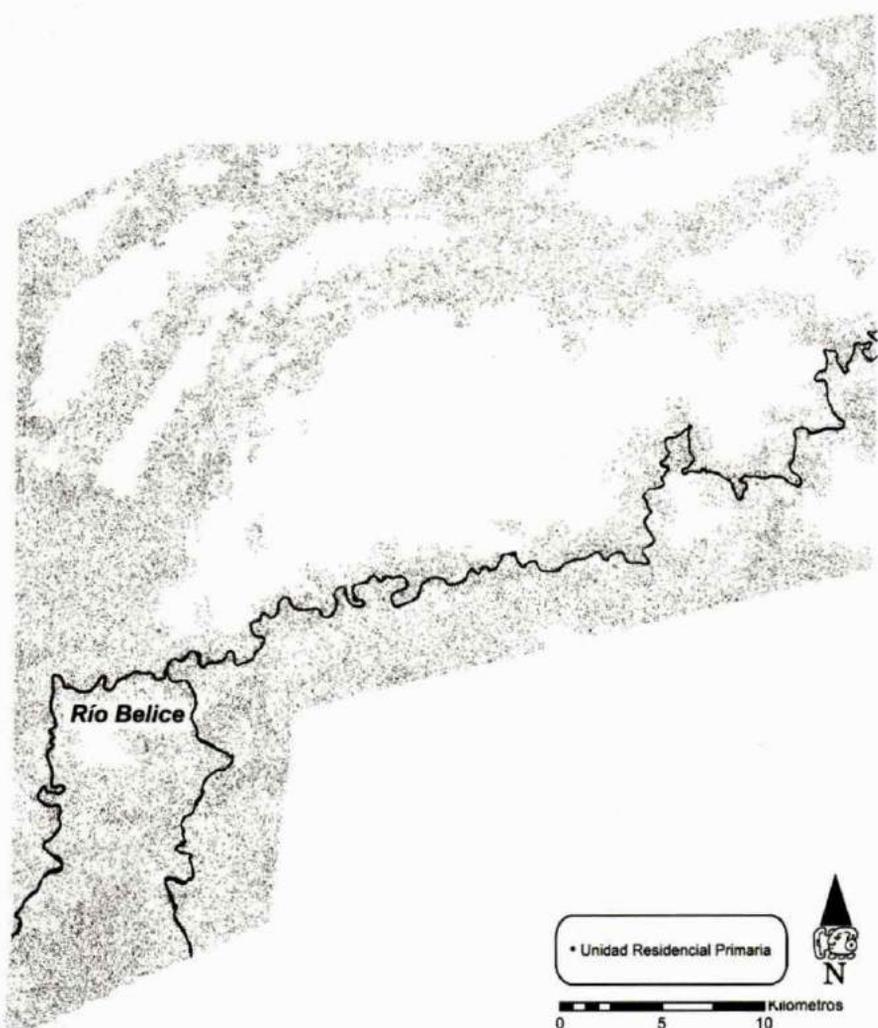


FIGURA 4.8. Distribución de las unidades residenciales primarias del área de estudio de El Pilar. ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

y Robin 2012:32-33), y cae dentro de los estimados de 100 a 200 personas por kilómetro cuadrado publicados para el periodo Clásico Tardío (Culbert y Rice 1990, Turner y Sabloff 2012:13,099).

¿Cómo se comparan estos estimados de los mayas con otras civilizaciones? Boserup (1981:9) no ofrece una base en su tratado sintético de población y tecnología. Allí define a una población mayor a 64 personas por kilómetro cuadrado como *densa* y arriba de

**TABLA 4.1.** Clase de probabilidad, Unidades Residenciales del Clásico Tardío y las distribuciones de las poblaciones para el área de estudio

Distribuciones para el Área de Estudio						
Asentamiento Clase de Probabilidad	Unidades Residenciales del Clásico Tardío	Área (km <sup>2</sup> )	Población	Densidad Poblacional (por km <sup>2</sup> )	Pocentaje de Población	Porcentaje de Área
1	0	485	0	0	0%	38%
2	5,403	243	30,255	124	17%	19%
3	1,753	76	9,818	129	5%	6%
4	7,643	225	42,800	190	23%	18%
5	17,808	256	99,727	390	55%	20%
<b>Total</b>	<b>32,607</b>	<b>1,284</b>	<b>182,600</b>	<b>142</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

256 como *muy densa*. En su tabla continental de densidades poblacionales basada en las condiciones de 1975, nota que las categorías de *densa* y *muy densa* se encontraron solamente en Asia y Europa (Boserup 1981:11). En el resumen de las Naciones Unidas de las densidades de población continental actual Asia y Europa continúan siendo los más altos del mundo (UN 2004:62-65, ver Ford y Clarke 2015).

Nuestros estimados de las densidades de población del área maya son *densos*, según los estándares de Boserup (1981:9-11). Nuestros estimados de 137-142 personas por kilómetro cuadrado son altos cuando se comparan con otras civilizaciones antiguas. Por ejemplo, Boserup estima que la dinastía Ming de China en 1500 D.C. tenía una población estimada de sólo 64 personas por kilómetro cuadrado (1981:11). Este estimado – para una civilización que estaba sosteniendo un ejército y una marina, que tenía la habilidad de construir la Gran Muralla, y que se jactó de ser la potencia más importante y tener relaciones de tributo extensivo en la región – es menos de la mitad de nuestro estimado para los mayas. En los estimados de Boserup, el estado pre-moderno de Japón en 1750 D.C. bajo el mandato centralizado de los shogunes Tokugawa, tenía una población de 128 personas por kilómetro cuadrado, lo cual es un poco más del 90 por ciento de nuestro estimado para los mayas. Las densidades ofrecidas por Boserup son promedios para un paisaje mo-

saico similar con una intensidad de ocupación llena, vacía y medio llena y son menores que la densidad que calculamos para la civilización maya agraria de la edad de piedra preindustrial. Sin embargo nuestros estimados no son tan altos como algunos ofrecidos para el área maya (por ejemplo, Healy et al. 2007:33 de 553 por kilómetro cuadrado y Chase et al. 2011:389 de 650 por kilómetro cuadrado).

La alta densidad que estimamos para el Clásico Tardío de El Pilar sugiere un paisaje de uso intensivo. Se proyectan entre 176,078 y 182,600 personas habitando, cultivando y extrayendo recursos de un área de 1,299 kilómetros cuadrados. Las zonas de más alta densidad incluyen las dos clases de probabilidad más altas, y estas alcanzaron 390 personas por kilómetro cuadrado. Estas comunidades fueron similares a aquellas descritas en Chan, con suficiente tierra para el cultivo *infield* intensivo (Robin 2012:32; Ford 2013:111). La clase de probabilidad más alta sostuvo un promedio de 70 URP por kilómetro cuadrado y fue distribuida a lo largo de zonas de 0.3 a 29.7 hectáreas, con área promedio de 20.2 hectáreas. Para la siguiente clase de probabilidad más alta se contabilizaron la mitad del número de URPs, 34 por ciento por kilómetro cuadrado, haciendo el 18 por ciento del área y distribuidas en zonas de 0.3 a 77.9 hectáreas, con un área promedio de 23.5 hectáreas. Estas densidades más altas, sin embargo, abarcan solo el 20 por ciento del área total y fueron contrarrestadas por el 38 por ciento del área sin ocupación y por lo tanto sin URPs (Tabla 4.1).

Dichas zonas de asentamientos densos incorporan el 55 por ciento de la población de El Pilar y comparten características del paisaje comunes en suelos fértiles, buen drenaje y pendientes moderadas, todas éstas ideales para el cultivo a mano. Estas zonas contrastan con las áreas deshabitadas, caracterizadas por baja fertilidad del suelo, drenaje pobre, y suelos arcillosos con poca o demasiada pendiente, rasgos problemáticos para el cultivo a mano (ver los detalles en Fedick 1988, 1989). En medio de estos extremos están las áreas de fertilidad y drenaje moderados receptivos al cultivo a mano y capaces de sostener densidades moderadas de población y asentamiento. Todos estos asentamientos poseen los recursos naturales y de subsistencia necesarios para la vida diaria (Diemont y Martin 2009; Quintana-Ascencio et al. 1996).

El resultado de este patrón es un paisaje complejo diseñado para sostener una producción necesaria para la población antigua estimada. Las estrategias de siembra maya registradas hoy en día, y

su conocimiento tradicional ecológico de la región, son el vínculo lógico para identificar los patrones de uso del suelo de los antiguos mayas (Terán y Rasmussen 1995). Dada nuestra discusión del ciclo del jardín forestal milpero, la pregunta apremiante es si la tierra puede producir suficiente maíz y a la vez contar con un tiempo amplio en etapas subsecuentes para regenerar la cubierta forestal perenne después del cultivo del maíz. ¿Cómo podemos visualizar este sistema funcionando en el paisaje de El Pilar?

## **Modelando la población maya y del uso del suelo en El Pilar**

Enfocándonos en el sistema del jardín forestal milpero y particularmente en la producción de maíz, podemos evaluar el uso de la tierra en relación con la población de la zona de El Pilar. Para lograrlo, usamos nuestros estimados de población para determinar los requerimientos anuales de maíz.

El estimado de 142 personas por kilómetro cuadrado para el área es cerca de diez veces la densidad de población en Belice y el norte de Guatemala hoy en día. Asumiendo que el maíz es el componente más importante de la dieta, ¿puede el ciclo de la milpa proveer las necesidades calóricas de la población estimada, al mismo tiempo que mantiene la biodiversidad y el ecosistema del paisaje? Para responder esta pregunta empleamos el modelo de *infield-outfield* (modelo adentro-fuera) de los datos etnográficos mayas para evaluar las dinámicas del paisaje de El Pilar antiguo bajo el ciclo de la milpa (Netting 1977, 1993; Netting et al. 1989; Pyburn 1998; Sanders 1981).

### ***Las calorías del maíz***

Calculamos los requisitos energéticos de la población estimada de 182,600 habitantes a lo largo del área de estudio y valoramos la contribución de maíz a su dieta. Para determinar la cantidad de maíz necesaria para alimentar a los mayas, miramos la literatura sobre la producción de maíz para valorar las necesidades de tierra para el área de estudio. Para estimar los requerimientos de maíz anuales para una población necesitamos hacer el siguiente cálculo: las calo-

rías diarias x 364.25 días x las calorías de la población/maíz x el porcentaje de la dieta total. Esto es, necesitamos saber los requisitos de energía por persona, la proporción de sus calorías aportadas por maíz y el valor calórico de un kilo de maíz. Iniciamos los cálculos para nuestra población de El Pilar con el requerimiento promedio de 2,100 calorías por día, señalado por la FAO (Anriquez et al. 2010; Basset y Winter-Nelson 2010:21; Shapouri et al. 2009). Después usamos para la aportación de energía por maíz a la dieta de los campesinos de subsistencia preindustriales en Mesoamérica un estimado del 34 por ciento del total de calorías.<sup>2</sup>

En cuestión del valor calórico del maíz, Leung y Flores (1961) ofrecen la cifra de 3,551 calorías /Kg. Si sustituimos estas figuras en la ecuación, obtenemos lo siguiente:  $2,100 \times 364.25 \times 182,600 / 3,551 \times 0.34 = 13,373,586$  kg de maíz por año.

Usamos un total anual estimado de maíz para la población de el Pilar de 13,373,586 kg por año, para aproximarse al potencial del paisaje para sostener a la población estimada (Tabla 4.2). Esta cantidad es el total de kilogramos requeridos anualmente para la etapa del campo-de-maíz en el ciclo del jardín forestal milpero. El cálculo debe contemplar tiempo suficiente para las etapas de reforestación, dado que estas mantienen el ecosistema y aportan para completar la dieta maya. ¿Puede producirse esta cantidad de maíz en el área de El Pilar bajo el ciclo milpero descrito aquí? La respuesta depende de los rendimientos (Figura 4.9).

### *Los rendimientos de maíz*

Para determinar si las poblaciones del clásico tardío estimadas en el área de El Pilar fueron capaces de producir maíz suficiente y tener tierra adecuada para mantener el ciclo del jardín forestal milpero, utilizamos tres estudios de caso de la siembra tradicional de diferentes áreas de la región maya discutidas en el capítulo 2: el Petén (Cowgill 1960, 1961, 1962), Yucatán (Redfield y Villa Rojas 1962; Steggerda 1941; Villa Rojas 1945) y Lakantún (Diemont y Martin 2009; Nations 1979; Nations y Nigh 1980; Rättsch 1992). Estos estudios proveen la base para evaluar el uso de la tierra de los mayas antiguos en El Pilar.

**TABLA 4.2.** Los requerimientos de maíz para el área de estudio de El Pilar

Población total de El Pilar	182,600
Energía requerida por persona/al día	2,100 kcal
Calculo para la población por un año	139,675,305,000 kcal
Proporción de energía consumida del maíz	34%*
Consumo de energía/al año de maíz o Consumo de energía del maíz/anual	47,489,603,700 kcal
Contenido de energía del maíz	3,551 kcal/kg
Maíz anual requerido para la población	13,373,586 kg

\* Fuente: Margaret E Smith, ver Nota #2 en el capítulo 4.

El área maya del Petén reportada por Cowgill (1960, 1961) está ubicada a menos de 100 km de El Pilar. Cowgill (1961:35) examinó ocho comunidades alrededor del lago Petén Itzá y compila los datos de las cosechas por *cargas* de mazorcas de maíz con hoja (sacos de 100 libras, Cowgill 1960:35). Ella reconoce que los campesinos protegen los árboles en los campos (Cowgill 1961:17) y plantan otros cultivos en sus milpas (1961:21), similar a la estrategia de multicultivos descritos en el capítulo 2. Convirtiendo sus cosechas de maíz a kg por hectárea resulta en una producción de 855 kg por hectárea en los campos del Petén maya (Nations y Nigh 1980). Una baja cosecha de 855 kg por hectárea requeriría de 16,642 hectáreas, o un 20 por ciento de las tierras cultivables disponibles de El Pilar, para producir suficiente maíz para la población estimada.

En la década de 1930 los mayas yucatecos fueron estudiados por la Institución Carnegie de Washington, incluidas varias comunidades en la vecindad de Chichen Itzá (Redfield y Villa Rojas 1962; Steggerda 1941; Villa Rojas 1945). Estos estudios proveen detalles de rasgos culturales, entre ellos, la producción de la milpa. Como con Cowgill, los datos se reportan en *cargas por mecate* y para comparar se convierten a kg por hectárea. Los rendimientos varían de

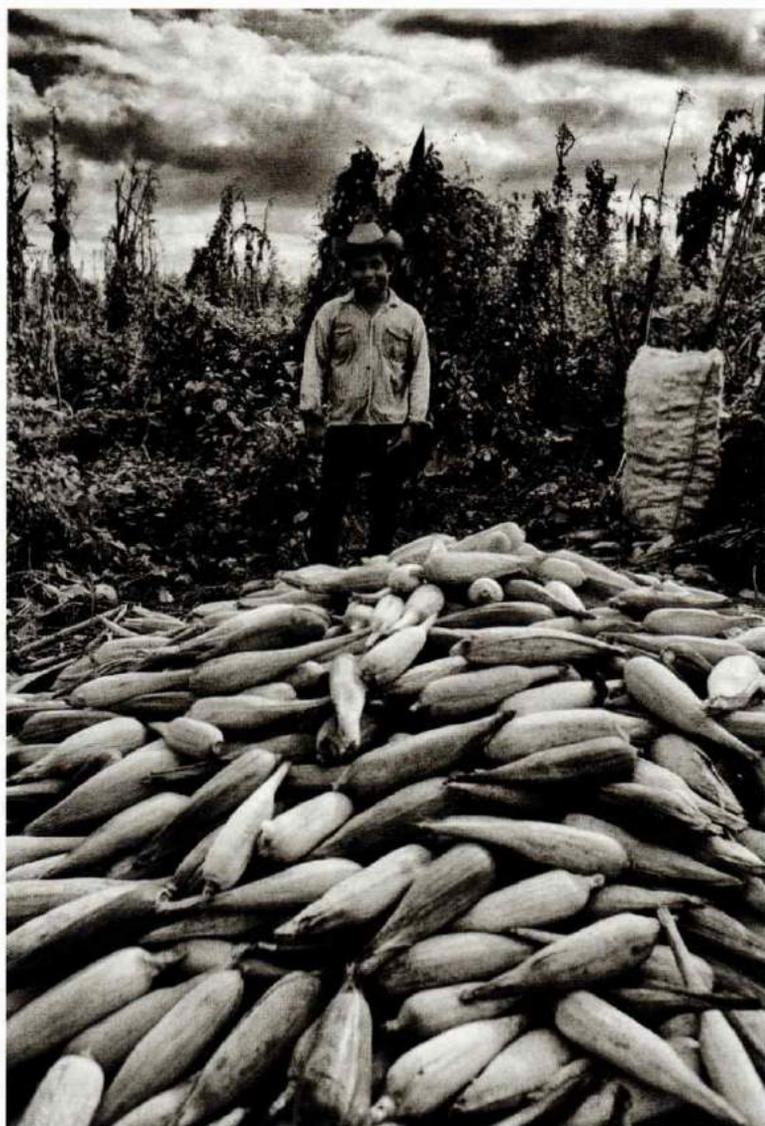
1,144 a 1,358 kg por hectárea. Utilizamos los estimados de Redfield y Villa Rojas como fueron convertidos por Nations y Nigh (1980) para una cosecha de maíz promedio de 1,144 kg por hectárea. La producción de maíz de 1,144 kg por hectárea requeriría de 11,690 hectáreas, o 15 por ciento de las tierras cultivables disponibles de El Pilar para producir maíz suficiente para la población estimada.

Los mayas lakantún de Chiapas, México, representan un grupo aislado que, hasta hace recientemente, sobrevivieron dentro del bosque con pocas interacciones fuera de sus comunidades (Nations y Nigh 1980:1; Palka 2005:1-17). En la ausencia de influencias modernas, el conocimiento del ambiente tradicional lakantún del bosque maya formó la base de sus sistemas de manejo del bosque así como su subsistencia y esto nos aporta una comparación excelente para el caso de los mayas antiguos (Nations y Nigh 1980:2; Rätsch 1922).

Su trabajo y planificación intensivos nos dan una idea del potencial del ciclo de la milpa, como detallamos en el capítulo 2. Nations y Nigh (1980:10) midieron rendimientos de maíz lakantún de 2,800 kg por hectárea. La alta cosecha producida de 2,800 kg por hectárea requiere de 4,776 hectáreas, o el 6 por ciento de las tierras cultivables disponibles de El Pilar para producir maíz suficiente para la población estimada.

Estos tres ejemplos arrojan rendimientos de la milpa de maíz tradicional de entre 855 y 2,800 kg por hectárea. Cada estudio de caso reporta estrategias comparables en la selección del terreno, la preparación, la quema y la siembra. Las actividades se realizan con herramientas de mano, destreza y trabajo reconocido desde tiempo de la conquista española hasta nuestros días (Terán y Rasmussen 1995, 2009:33-40). En cada caso, hay evidencia de estrategias de multicultivos dominadas por maíz pero incluyendo un número de cultivos diferentes, así como plantas acompañantes sinérgicas y frutos nativos, árboles de madera dura.

Los rendimientos de maíz señalan las diferencias del trabajo invertido en cada campo (ver Wilken 1971, 1987). Los rendimientos varían desde los más bajos en el Petén, al promedio de los yucatecos, hasta los más altos rendimientos de los lakantún. Los altos rendimientos del ejemplo lakantún reflejan una mayor inversión de trabajo y destreza en el manejo y mantenimiento del campo y del ciclo del jardín forestal milpero entero (Nations y Nigh 1980:2; Nigh 2008; cf. Bray 1994). Esta explicación coincide con nuestra descripción de las prácticas lakantún en el capítulo 2.



**FIGURA 4.9** Marcelino Chi Pech, campesino maya viendo su cosecha de maíz, en Monte Cristo, Yucatán, México (Macduff Everton)

Volviendo a nuestro ejemplo de los mayas antiguos del área de El Pilar, calculamos que se requerían 13, 373,586 kg de maíz por año para proveer de grano suficiente a la población estimada (ver Tabla 4.2). Para evaluar la disponibilidad de la tierra para la producción constante de esta cantidad de maíz a través de las genera-

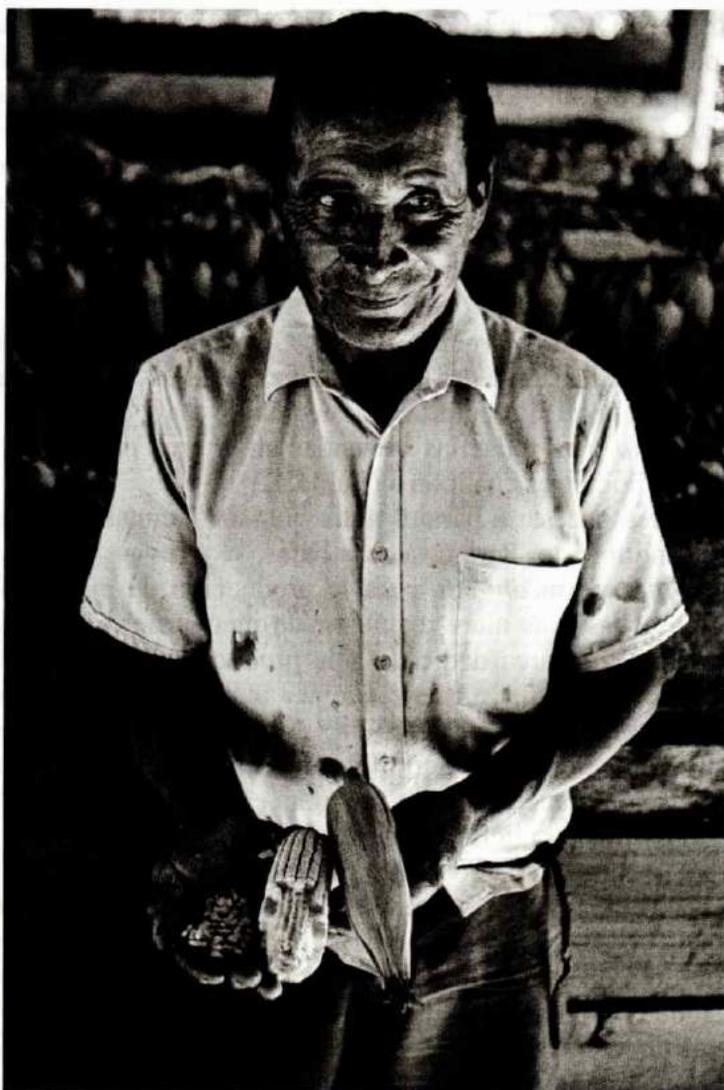
ciones, debemos determinar los requisitos anuales así como también la cantidad de tierra útil necesaria para asegurar la restauración completa del ciclo desde el rendimiento anual al bosque perenne y de vuelta al campo otra vez. En otras palabras, debe haber no sólo tierras cultivables suficientes para proveer las necesidades de maíz anual sino también tierras cultivables suficientes para el ciclo a través de las etapas de sucesión (ver Tabla 2.1).

## La producción de maíz y la población de El Pilar

Los mayas prehistóricos cultivaban a mano, así como lo hacen hoy los mayas tradicionales (Terán y Rasmussen 2009; ver Fedick 1988, 1989). Evitan áreas que difíciles para el cultivo a mano, incluyendo las pobremente drenadas y arcillosas, y prefiriendo los suelos de piedra caliza bien drenados conocidos como molisoles o rendzinas (Fedick 1989, 1992; Fedick y Ford 1990). La cantidad de maíz cultivado en el patio *infield* y en diversas zonas de los *outfields* cambia según el tamaño de la familia, la historia del uso del suelo y las incertidumbres climáticas (ver Zetina G. y Faust 2011). Por supuesto, había áreas de más o menos uso intenso, dependiendo del asentamiento y la densidad de la población, y nuestro modelo de probabilidad de los sitios mayas toma en cuenta esta variable. No cabe duda que cerca del 38 por ciento del área estaba sin ocuparse, sin embargo sus tierras eran usadas extensivamente, mientras que el 20 por ciento del área estaba ocupado por la mayoría (55 por ciento) de la población (ver Tabla 4.1).

Los tres estudios de caso proveen ejemplos de la gama del uso del suelo empleada por los mayas. El caso del Petén demuestra bajas cosechas de maíz, el caso yucateco cosechas promedio, mientras que el caso lakantún es un ejemplo de la gama más alta de cosechas. La intensificación del uso de la tierra incrementa la productividad relativa del paisaje cultivado donde una mayor inversión de trabajo, destreza y planeación mejora los rendimientos.

Para determinar si el paisaje de El Pilar pudiera producir suficiente maíz para la población, nosotros repartimos las áreas de producción de maíz de acuerdo con el modelo *de infield-outfield* de subsistencia campesina como se aplica a los mayas. Los jardines de los hogares *infield* son terrenos ajustados para el cultivo y el almacén (Figura 4.10), y la contribución de maíz se calcula como constante. El



**FIGURA 4.10.** Zacarías Quixchan frente de sus mazorcas guardadas, Petén, Guatemala (Macduff Everton)

*outfield* es la variable dinámica del ciclo agrícola dependiente del rendimiento del maíz. Para la contribución de maíz *infield* utilizamos nuestro número extrapolado de URPs y la gama del tamaño de los cultivos *infield* que dan un promedio de 0.4 hectáreas (Figura 2.2: Fedick 1992; López Alzina y Howard 2012:25; Netting 1965: 424, 1974:253). Para el *outfield* incluimos toda el área de tierra cultivable

a mano, como lo definió Fedick (1988:394,1992), excluyendo los asentamientos y las áreas *infield*. De este modo el paisaje *outfield* es un área fija de 1,288 kilómetros cuadrados, y más de la mitad cae dentro de la clasificación de “cultivable a mano” según Fedick.

Los casos etnográficos de los mayas sugieren que aproximadamente el 30 por ciento de los cultivos de los hogares eran dedicados al maíz (Everton 2012:57-72; López Morales 1993:222). Aunque el área de cultivo actual cambió, el maíz se ha mantenido consistentemente en el área *infield* (Corzo Márquez y Schwartz 2008; Schwartz y Corzo Márquez 2015). Con base en los números estimados para las unidades residenciales (32,607, ver Tabla 4.1), calculamos un total fijo para la producción de maíz del jardín de los hogares *infield* para todas las viviendas en el área de estudio de El Pilar de 39 kilómetros cuadrados (Tabla 4.3).

El área necesaria para el maíz *outfield* inevitablemente varía según el rendimiento. Para cosechas bajas, se requiere en algún momento de más tierra *outfield* para la producción de maíz, mientras que las cosechas más altas requieren de menos tierra *outfield*. Sin embargo, con más área dedicada a la producción del maíz el ciclo del jardín forestal milpero tiene que ser más corto, lo cual deja un menor tiempo para la reforestación. ¿Con los rendimientos bajos, habrá suficiente tierra para permitir como mínimo un ciclo completo de reforestación manejada? Esta pregunta es crítica.

Los campesinos tradicionales siembran maíz por cuatro años consecutivos en el mismo lugar (Cowgill 1961; Steggerda 1941; Villa Rojas 1945). El periodo entre siembras, el tan mentado periodo de descanso o abandono, ahora es reconocido por agroecólogos como parte del constante y permanente manejo de la tierra y siembra (Nigh 2008; Terán y Rasmussen 1994; Terán et al. 1998; Wilken 1987; ver también Brookfield 2001). De ninguna manera representa un abandono – la inversión intensiva y permanente en etapas regenerativas es crucial para el manejo de la tierra, lo que apoya la fertilidad del suelo, la conservación del agua y la biodiversidad (ver capítulo 2). En otras palabras, sólo se completa el ciclo entero con etapas de reforestación manejada, las cuales se extienden por al menos 10 o 12 años, haciendo que un ciclo total dure por mínimo entre 16 y 18 años (Levy Tacher y Aguirre Rivera 2005; Diemont et al. 2006). Utilizaremos un ciclo de 16 años como referencia en nuestro análisis de El Pilar.

**TABLA 4.3.** La producción de maíz del jardín de la casa *infield* en las tierras bajas mayas

Bases para Calcular el Uso de la Tierra/Jardines de la Casa	Factor
Área de jardín por unidad residencial	4000 m <sup>2</sup>
Porcentaje de maíz del jardín <i>infield</i>	30%
Área de <i>infield</i> para huerto	2800 m <sup>2</sup>
Área <i>infield</i> para maíz por unidad residencial	1200 m <sup>2</sup>
Área total del jardín de la casa para el área de estudio	130 km <sup>2</sup>
Área total de campo de maíz para el área de estudio	39 km <sup>2</sup>

Utilizando los datos del SIG del mapa de probabilidad (Figura 2.4), junto con las características de uso de tierra para el área de El Pilar definidas por Fedick (1988, 1989, 1992), excluimos los tipos de suelo con limitaciones severas para el cultivo a mano (Fedick 1992:92), como las demasiado arcillosas y sujetas a inundación temporal. En el total de 1,288 kilómetros cuadrados del área de estudio, calculamos un área de tierra disponible para el cultivo a mano de 734 kilómetros cuadrados, o cerca del 57 por ciento del total, con otro 5 por ciento para el espacio arquitectónico maya. Las áreas con limitaciones, el 38 por ciento o 480 kilómetros cuadrados de al área de estudio, no fueron incluidas como cultivables. Estas áreas, que no eran utilizadas para asentamientos ni para milpa, debieron haber sido manejadas para obtener recursos naturales, como la flora y la fauna, así como materiales geológicos tales como la arcilla y el pedernal.

Para evaluar si el área de El Pilar tenía suficiente tierra como para proporcionar los requerimientos de maíz para la población del clásico tardío estimado, medimos el área cultivada y los rendimien-

tos variables de los casos etnográficos para informar nuestro cálculo del ciclo/milpa de maíz *infield/outfield*. Los tres rendimientos de maíz maya tradicionales usados para evaluar la capacidad de la tierra del área de estudio de El Pilar son:

*Bajo rendimiento:* 855 kg por hectárea

*Rendimiento promedio:* 1,144 kg por hectárea

*Alto rendimiento:* 2,800 kg por hectárea

Se calculan los rendimientos anuales de cada caso tanto para la producción *infield* constante como la *outfield* variable, estimando las necesidades anuales de una familia (Stuart 1990:138). Como base de la sustentabilidad, deberá verse completado un ciclo de 16 años como mínimo. El ciclo entero del jardín forestal milpero está compuesto por cuatro años de producción de maíz seguidos por un mínimo de 12 años de reforestación.

Nuestros cálculos son reveladores. Primeramente, los tres niveles de rendimiento abastecen la producción de maíz de manera suficiente para mantener los requerimientos estimados para la población de El Pilar (Tabla 4.4) y lo que es más importante, los requerimientos del uso de tierra para el ciclo entero satisfacen y hasta exceden el mínimo de 12 años para la reforestación. Dada la variación de los rendimientos de maíz, la cual se relaciona directamente con el manejo del campo y las inversiones en general a partir del trabajo (Boserup 1965), podían lograrse incluso rendimientos más altos de maíz incrementando las inversiones en conocimientos, destrezas, trabajos y planeación (ver Stone et al. 1990; comparar Fukuoka 1978).

En sitios donde los estudios de caso tienen continuidad histórica, vemos que con rendimientos bajos y promedio los ciclos agrícolas proyectados reflejan también los ciclos familiares de 20 a 31 años, y proporcionan sólo el 22-35 por ciento de su requerimiento de maíz del *infield* del hogar (ver Tabla 4.4). En el caso del rendimiento alto, donde fueron desarrolladas estrategias de producción para mantener a una familia entera en el lugar, el *infield* intensivo podía proveer hasta el 81 por ciento del maíz necesario para la población estimada de El Pilar (ver Tabla 4.4), requiriendo poco complemento de las tierras *outfield*. Estos rendimientos, basados en estudios de caso

**TABLA 4.4.** Cosechas de maíz para la población de El Pilar bajo regímenes de producción diferentes

Rendimiento y Ubicación	Rendimiento kg/ha	Total de tierras necesarias para el maíz (km <sup>2</sup> )	Infield/ Outfield Maíz/ Ciclo en años	Milpa/ Sucesión Administrada en Años	Área de Manejo Forestal a Largo Plazo (km <sup>2</sup> )
Rendimiento bajo Petén Itzá	855 kg	156 km <sup>2</sup>	4/16 km <sup>2</sup>	4/16 años	134 km <sup>2</sup>
Rendimiento Promedio Yucatán	1144 kg	117 km <sup>2</sup>	39/78 km <sup>2</sup>	4/27 años	292 km <sup>2</sup>
Rendimiento Alto Lakantún	2800 kg	48 km <sup>2</sup>	39/9 km <sup>2</sup>	4/275 años	569 km <sup>2</sup>

tradicionales, demuestran la capacidad del jardín forestal milpero para proveer las necesidades de maíz así como de mantener la cubierta del suelo y los recursos en un sistema dinámico de rotación de la tierra. Este sistema muestra la flexibilidad y la productividad de la agricultura maya.

Los datos revelan el paisaje de mosaicos vibrantes que conforman el jardín forestal milpero. Es sorprendente que, en cada caso, nuestros cálculos de los requerimientos de maíz muestran una asignación a largo plazo para el manejo forestal dentro de las áreas cultivadas a mano preferidas así como también de las tierras desocupadas, los humedales y tierras bajas con poco drenaje (Tabla 4.4). Las asignaciones son significativas. En el caso de bajo rendimiento, el 10 por ciento del paisaje cerril podía reservarse para manejo de larga duración y aun así producir suficiente maíz para la población estimada de El Pilar. En el caso del rendimiento promedio, el 18 por ciento podía ser reservada, y en el caso de alto rendimiento hasta el 40 por ciento podía ser reservada para el manejo a largo plazo en las tierras cerriles bien drenadas.

Vale la pena señalar también, que en cuanto a la cubierta forestal, en el ejemplo del área de estudio casi dos quintas partes del área quedan fuera del uso agrícola (Tabla 4.1). Estas áreas sin cultivar y sin ocupar – los humedales y las tierras bajas mal drenadas

que son típicas a lo largo de la región maya (Dunning et al. 2002) – naturalmente serían boscosas y estarían también bajo un manejo. Como un mínimo, la mitad del paisaje de El Pilar debió estar dedicado al manejo de recursos naturales como leña, diversas maderas duras y árboles frutales (Ferrand et al. 2012), y la producción de palmas y maderas específicas tales como el mangle en las estaciones húmedas (p. ej. Lentz y Hockaday 2009).

En resumen, la naturaleza del ciclo del jardín forestal milpero depende del trabajo y la destreza, sin las cuales las estrategias temporales no podrían perdurar (Terán y Rasmussen 1995). La intensificación del trabajo que hizo posible este sistema complejo, como se ilustró en los casos etnográficos, no dejaría pistas arqueológicas no visibles. El sistema agrícola intensivo y permanente de los mayas no requiere de terrazas (pero comprar Robin 2012), y los campos dependen de la lluvias (Whitmore y Turner 2005:165). Con poca irrigación, terrazas o drenaje, pero con una inversión de trabajo, destreza y planeación, los mayas fueron capaces de crear el ciclo del jardín forestal milpero intensivo y domesticar un paisaje entero, desmintiendo así la hipótesis de que la intensificación requiere de una ingeniería del paisaje (Terrell et al. 2003; Terrell y Hart 2008).

## Debate

La investigación en la agroecología de los mayas ha revelado que las plantas amantes del sol que han sido llamadas malezas (hierbas y pastos), así como también los arbustos y árboles, crecen entre los cultivos de las milpas cultivadas a mano (Everton 2012:66, 256; Ford et al. 2012; Kellman y Adams 1970; Quintana-Ascencio et al. 1996). Este enfoque acelera el crecimiento de la cobertura del suelo y la reforestación mientras el sistema continúa su ciclo a través de las fases de sucesión (Karthik et al. 2009:378). Además, los campesinos mejoran ese proceso natural seleccionando plantas las útiles y las que sirven para mejorar la productividad del suelo (Tabla 2.2; Diemont et al. 2006; Nigh y Diemont 2013), creando el jardín forestal (Ford y Nigh 2009; Levy Tacher y Aguirre Rivera 2005; Nigh 2008; Terán y Rasmussen 1994).

Los casos de estudio de los rendimientos de la milpa maya contemporáneos representan un continuum en las inversiones en el campo desde los bajos rendimientos del Petén hasta los altos rendi-

mientos de los lakantún. Todos demuestran el valor del sistema maya tradicional. Nuestra investigación muestra que la producción maicera del ciclo del jardín forestal milpero tradicional, lejos de ser ambientalmente destructiva, satisface los requerimientos alimenticios humanos básicos y tiene el potencial de generar bosques manejados que encajan bien en el paisaje de la región.

Estas estrategias de siembra maya tradicional son viables y dan cuenta de la persistencia y durabilidad de los mayas de cara a la adversidad del siglo XXI (Atran 1999; Camacho 2011; Faust 2001; Van Vliet et al. 2013; Zettina G. y Faust 2011, cf. McElwee 2009; Nikolic et al. 2008; Seibert et al. 2014; Seibert y Belsky 2014). Los asentamientos antiguos y los centros como Tikal y El Pilar, los cuales se desarrollaron durante milenios de "cultivo a mano" bajo la administración de elites, son éxitos logrados que fueron manejados bajo condiciones de prosperidad, donde el modo dominante de producción era el jardín forestal milpero. La economía de subsistencia antigua mantenía estos asentamientos, y las prácticas tradicionales de los mayas de hoy nos ofrecen un vínculo práctico y obvio. No sólo el lenguaje de los jeroglíficos mayas (Macri y Ford 1997) sino también el sistema de subsistencia fundamental que vincula el pasado con los mayas del presente. Esta visión de los patrones de asentamiento demuestra que su agricultura tradicional también funcionaba efectivamente en el paisaje antiguo.

Un punto de discusión ha sido que los antiguos mayas dejaron una impresión duradera en su selva (Campbell et al. 2006; Fedick 1996b; Gómez-Pompa y Kaus 1990; Ross 2008). Los centros importantes tales como El Pilar, los cimientos de las unidades residenciales y los patrones de sus locaciones son evidencia directa de este impacto. Aunque la relación entre los mayas del pasado y del presente ha sido debatida, los vínculos han sido claramente demostrados en la lengua y en el calendario (cf. Freidel et al. 1993; Kennett et al. 2010; Macri y Ford 1997). Nuestros resultados forjan un vínculo adicional con el sistema de subsistencia maya tradicional.

## Capítulo 5



### El Paisaje Selvático de los Mayas

Para los mayas no era suficiente satisfacer su necesidad de maíz. La cobertura forestal también era esencial para abastecerse de plantas y animales, conservar el agua, aumentar la biodiversidad y regenerar el suelo. Sus prácticas de reforestación son evidentes en su uso de árboles pioneros para asegurar una regeneración sana de la selva. Hoy en día, las palmas dominantes y los árboles frutales de la selva alta son igualmente diversos y valiosos. Sin embargo, dado que son polinizados por pájaros, abejas y murciélagos – como en el pasado – éstos no aparecen en el polen fosilizado de los lagos. Además, no todas las maderas duras se encuentran en las tierras altas bien drenadas donde vivían los antiguos mayas: los árboles valorados por su fruta, su goma y su utilidad para la construcción abundan en tierras húmedas deshabitadas, alertándonos sobre la importancia de considerar el paisaje entero.

#### Introducción

La suposición de que los antiguos mayas deforestaron sus tierras conlleva la noción de que la práctica agrícola y la cubierta forestal son incompatibles. Sin embargo, como ya lo hemos demostrado, el ciclo de la milpa no implica deforestación. Sin duda alguna, el cultivo y la selva coexisten como componentes críticos de una secuencia agroforestal que continuamente transforma el terreno de un tipo de

cubierta a otro. Ahora la pregunta es: ¿Cuál era la proporción de tierra con cubierta forestal y qué tipo de recursos naturales había en la selva, en conjunto con el ciclo del jardín forestal milpero?

En este capítulo describimos el paisaje selvático del Clásico Tardío usando la base de datos del SIG de la Selva Maya de la Universidad de California en Santa Bárbara (UCSB) para el área de El Pilar (Ford et al. 2014). Nuestro modelo del mosaico de uso de suelo se basa en ejemplos etnográficos de policultivos con maíz y datos de hábitat para los bosques contemporáneos descritos en Tikal por Schulze y Whitacre (1999). Comparamos los antiguos patrones de asentamiento en hábitats selváticos con las clases de árboles, animales, y el registro del polen fósil. Para construir una imagen de la cobertura forestal en cada uno de los tres niveles de rendimiento del maíz, ampliamos el diseño del uso de suelo que desarrollamos para los componentes del ciclo de la milpa y de las tierras altas bien drenadas para incluir el rango de hábitats analizado por Schulze y Whitacre (1999).

Basado en los ejemplos etnográficos, podemos aproximarnos a las etapas de la sucesión manejada que representa el jardín forestal milpero cíclico (Tabla 2.1). Estas etapas son nombradas y descritas a gran detalle por campesinos mayas contemporáneos (Diemont y Martin 2009; Nigh 2008; Toletto et al. 2008; cf. Chazdon 2014). Para nuestros ejemplos, dividimos el ciclo agrícola en tres periodos principales, comenzando con los campos de policultivos anuales, los cuales crean huecos discontinuos dentro del paisaje. Estos huecos prevalecen por un promedio de cuatro años antes de transformarse en sistema perenne, conforme la producción de maíz se discontinúa y comienza la reconstrucción de la selva. En este capítulo, usamos un ciclo agrícola de 20 años (el modelo de cosecha de bajo-rendimiento del capítulo 4), el cual permite un crecimiento perenne por 16 años. De estos, los primeros 8 años se enfocan en las etapas de sucesión primaria – la crucial siembra, selección y expansión de arbustos y árboles leñosos. A estos le siguen 8 años de maduración de la selva para cerrar los doseles y completar el ciclo. Después de 16 años, la selva madura restablecida está en un punto donde puede ser cosechada y transformada nuevamente en campo de maíz para continuar con el ciclo.

Los asentamientos de los antiguos mayas se concentraban en las tierras altas bien drenadas, en montes y cerros típicos de la región maya. Esto deja grandes extensiones de tierra baja y selvas húmedas

manejadas, sumadas a los bosques manejados de las tierras altas. Estas áreas selváticas proveían árboles frutales y palmas productivas, así como el hábitat para la vida silvestre. El caleidoscopio de los paisajes subraya la integración ecológica histórica de los campos y selvas que emergieron hace aproximadamente 8,000 años. Dado nuestro entendimiento de la naturaleza del paisaje de El Pilar durante el Clásico Tardío (Tabla 4.1) y los requerimientos del uso de suelo para el ciclo de la milpa (Tabla 4.4), como se presentó en el capítulo 4, podemos considerar ahora las proporciones variantes de los diferentes hábitats arbolados en relación con la totalidad del entorno. Esto nos proporciona un retrato sincrónico de la relación humano-ambiente a la altura del periodo Clásico Tardío. ¿Cómo se vería el mosaico paisajístico de los antiguos mayas? La evidencia proviene de la selva nativa de hoy, los datos paleoambientales y de impacto de los antiguos asentamientos y el uso de suelo relacionados con el ciclo del jardín forestal mil-pero. Consideramos en turno cada serie de datos de para construir nuestro cuadro.

## La Selva Maya hoy día

En el ambiente de hoy se encuentran claves sobre la gama de recursos disponibles para los mayas antiguos (Gómez-Pompa et al. 2003; Wilken 1971, 1987). Los botánicos y agroecólogos reconocen el valor económico de la selva actual (Ankli et al. 1999; Arvigo y Balick 1993; Atran et al. 1999, 2004; Balick 2000; Barrera Vázquez et al. 1977; Roys 1976; Schlesinger 2001; Torre-Cuadros e Islebe 2003). La selva seca de las tierras altas mantiene una cualidad homogénea y oligárquica, dominada por plantas benéficas para los humanos (Campbell et al. 2006; Ross 2008). Dado que la selva y los antiguos mayas han cohabitado por al menos ocho milenios, es ilustrativo revisar los tipos de vegetación que manejó y conservó este pueblo.

Utilizamos la clasificación de las tres comunidades de Tikal empleada por Schulze y Whitacre (1999). Estos autores estudiaron la composición de la selva con respecto a la variación topográfica y del suelo, variables importantes que contribuyen a los patrones de asentamiento antiguos (Fedick y Ford 1990; Ford 1986; Ford et al. 2009). Schulze y Whitacre concluyeron que los factores ambientales que se habrían establecido en el máximo térmico del Holoceno (Nesheim et al. 2010) son los responsables de los patrones de la vegetación, más

que los eventos históricos. Aun así la ecología forestal histórica ha incluido a los humanos desde el principio. Los asentamientos mayas, por ejemplo, favorecen fuertemente las áreas bien drenadas asociadas con cierto tipo de vegetación (Campbell et al. 2006; Ford 1986; Ross 2008). Es más, los cultivos requieren de un pH neutral con un bajo contenido de arcilla; eso también impuso límites a las áreas adecuadas para el maíz y otros cultivos. Podemos asociar los tipos de selvas analizados por Schulze y Whitacre (1999:191-203) con las áreas de habitación antigua (todas en selvas de tierras altas). Por lo anterior, asumimos que el grado y la densidad de las ocupaciones antiguas tenían un impacto en la extensión de la selva y, hasta cierto grado, en su composición.

### Tierras altas secas habitadas

Los tipos de selva de Tikal típicos del Gran Petén y del área maya se caracterizan en general por cuatro comunidades boscosas bien drenadas, nombradas por Schulze y Whitacre (1999:186, 191-197); tierras altas secas, tierras altas estándar, mesetas y base de colinas (Tabla 5.1). Estos tipos de selva son similares para las clasificaciones de vegetación de Lundell (1937) y coinciden con los datos del ambiente general usados por Ford (1981, 1986, 2003a) y Fedick (1988). Como grupo, las tierras altas comparten muchas características, particularmente tierra caliza rocosa poco profunda y con buen drenaje, así como el pH básico para el suelo.

Los árboles dominantes más importantes de la Selva Maya son un componente de las tierras altas secas (Campbell et al. 2006), y el suelo, como lo describen Schulze y Whitacre (1999), es friable y bien drenado, bajo en arcilla y con alto índice de contenido rocoso (Tabla 5.1). Este ambiente favorece a especies con sistemas de raíces expansivas, tales como *el ramón* (*Brosimum alicastrum*), que sin duda es abundante allí (Schulze y Whitacre 1999:191-196), lo cual indica una tolerancia necesaria para resistir el tiempo de la seca anual.

Considerado hace mucho un árbol económicamente importante para los antiguos mayas (Fairchild 1945; Puleston 1982), el ramón es relativamente denso en las áreas de tierras altas (Tabla 5.1), con un promedio de 477 árboles por kilómetro cuadrado en total. El ramón es notablemente la especie más abundante hoy en día donde se encontraban también los asentamientos antiguos más densos.

Conforme los antiguos asentamientos se expandían, debió haber habido competencia por el espacio entre las unidades residenciales y los árboles, que ciertamente habrán incluido el ramón, conocido como parte de los jardines de los hogares.

Las selvas de las tierras altas atraviesan las pendientes topográficas de montes y cerros (Schulze y Whitacre 1999:191-197, 232-247) y están compuestos de comunidades de árboles comunes (Schulze y Whitacre 1999:176), que fueron útiles a los mayas en áreas de manejo de largo plazo (Ross 2008). Las cumbres de los montes y cerros cubren un estimado 20 por ciento de la selva en El Pilar, donde las condiciones secas hacen que las palmas sean escasas en el sotobosque. Sin embargo, se encuentra un número importante de zapotillo (*Pouteria reticulata*), ramón (*Brosimum alicastrum*), guaya (*Talisia oliviformis*) y en menor extensión mamey (*Pouteria sapota*) y chicozapote (*Manilkara zapota*).

Las pendientes de las de tierras altas con colinas ondulantes cubren alrededor del 18 por ciento del área de El Pilar y los árboles presentes son zapotillo, ramón, chicozapote y mamey. El ramón ha sufrido una merma notable, pero hay un aumento en las plantas importantes del sotobosque incluyendo las palmas, particularmente la escoba (*Crysophila stauracantha*) usada para escobas y la extracción de sal, al igual que el arbusto cordoncillo (*Piper aduncum*) el cual tiene propiedades medicinales (Balick et al. 2000:53).

En las laderas inferiores más húmedas, las mesetas representan tan sólo el 5 por ciento del área de El Pilar. Estas selvas muestran un mayor declive de ramón y chicozapote. La composición del sotobosque también cambia con la humedad adicional; el arbusto cordoncillo se torna escaso, mientras que predominan las palmas escoba. Al fondo de los montes y cerros, las selvas de base de colina ocurren en zonas estrechas con árboles comparables a los de las tierras altas, pero con doseles más bajos (Schulze y Whitacre 1999: 191-197). Las selvas de palmas cohune (*Attalea cohune*) se encuentran en depresiones únicas en la transición de la base de las colinas. El suelo desmenuzable diferencia estas depresiones de la arcilla compacta de las tierras bajas y las depresiones de las tierras húmedas. Las arboledas *Attalea* del Amazonas, llamado babasu, se consideran un artefacto de la interacción humano-ambiental y se le conoce como el subsidio de la naturaleza pues la especie proporciona tantos insumos para las necesidades humanas (Anderson et al. 1991). Todos

**TABLA 5.1.** La Caracterización del Ambiente y los Asentamientos Antiguos de los Bosques de la Tierra Alta para el Área de Estudio de El Pilar (62% del área)

Tipo de Bosque	Porcentaje del Área de El Pilar	Densidad de la Unidad Residencial (por km <sup>2</sup> )	Profundidad del Suelo en cm	Contenido de Arcilla* (índice 1-10)	Contenido de Roca* (índice 1-10)	Densidad de Ramón** (plot/km <sup>2</sup> )
Tierras Altas Secas	20%	70	40.7 cm	4.1	3	3.50/875
Tierra Altas Standard	18%	35	45.4 cm	4.9	2.2	2.32/580
Tierra Altas Mesic	6%	23	53.5 cm	5.8	2.0	1.13/248
Base de las colinas	18%	22	105.3 cm	9.0	0.3	1.16/205
Total de Tierras Altas	62%	38	61.2 cm	5.9	1.9	2.03/477

Basado en Schulze y Whitacre 1999:190, 250 \* 1999:240\*\*

los usos de los *Attalea* notados por Anderson y sus colegas (1991) son reconocidos también por los mayas tradicionales.

Actualmente, el dosel de la selva madura de tierra alta consiste en arboledas altas de diversos árboles que alcanzan entre 18 y 22 metros. *Cecropia peltata* ocurre en los huecos, y su presencia indica las cualidades dinámicas de la selva. La composición de especies de dosel y sotobosque proporciona una pista sobre el manejo de los antiguos mayas (Campbell et al. 2006; Ross 2011; Ross y Rangel 2011).

## Las áreas deshabitadas de tierras bajas y humedales

Schulze y Whitacre describen cuatro tipos de bosques de tierras bajas pobremente drenadas y de humedales (Schulze y Whitacre 1999:197-203): Sabal, Transicional, Matorral alto y bajo y Meseta baja (Tabla 5.2). Estos grupos pantanosos difieren de los grupos de tierra alta pero comparten muchas características: el suelo es profundo

**TABLA 5.2.** La caracterización de los ambientes forestales de las tierras bajas inhabitados para el área de estudio de El Pilar – (38% del área)

Tipo de bosque	Densidad de la Unidad Residencial (por km <sup>2</sup> )	Profundidad del Suelo en cm	Contenido de Arcilla* (índice 1-10)	Contenido de Roca * (índice 1-10)	Densidad de Ramón ** (plot/km <sup>2</sup> )
Sabal	0	145	10	0	1.44/360
Transicional	0	145	10	0	0/0
Alto & Bajo Matorral	0	145	10	0	0/0
Bajo Mesic	0	145	10	0	0.23/58
<b>Total Tierras Bajas (32%)</b>	0	145	10	0	0.42/104

Basado en Schulze y Whitacre 1999:190, 250\* 1999:240\*\*

uniformemente arcilloso y sin piedras. Sabemos a través del trabajo de Cowgill que estas áreas pantanosas son muy ácidas (Cowgill 1960; Cowgill y Hutchinson 1963). El drenaje deficiente significa que hay acumulación de agua superficial en tiempo de lluvia pero las plantas exhiben estrés por falta de humedad durante la estación seca.

El árbol pionero *Cecropia peltata* ocurre en casi todas las áreas con excepción de los matorrales. El ramón, por otra parte, está ausente, excepto en las selvas de Sabal y en contadas ocasiones en el Mesic Bajo (tabla 5.2). Es significativo para el caso de los antiguos mayas, que la caoba es abundante en tierras bajas, como lo es el chicozapote, con casi el doble número de caobas y considerablemente más chicozapotes en tierras bajas comparado con las selvas de tierras altas (Figura 5.1). Son visibles las palmas que proporcionan productos para los hogares, tales como la palma escoba, y aquellas que se usan para la construcción tales como la palma guano. Estas son particularmente abundantes en las selvas de Sabal y Transicional deshabitadas (Figura 5.2) y se mantienen en los huertos domésticos de Yucatán (Alayon-Gamboa y Gurri-García 2008, Anderson 1996;

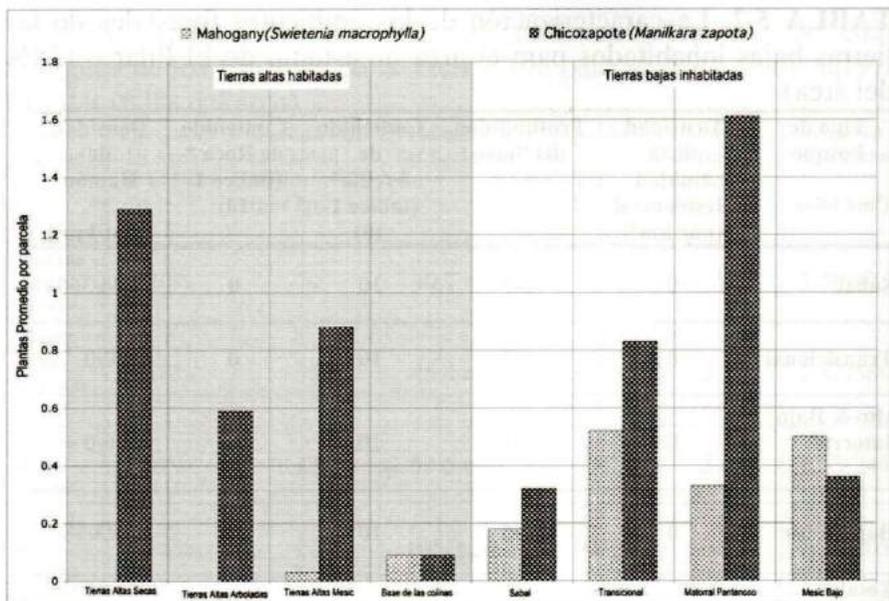


FIGURA 5.1. Distribución de árboles de caoba y chicozapote por tipo de selva (basado en Schulze y Whitacre 1999) ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB FALTA 5.1.

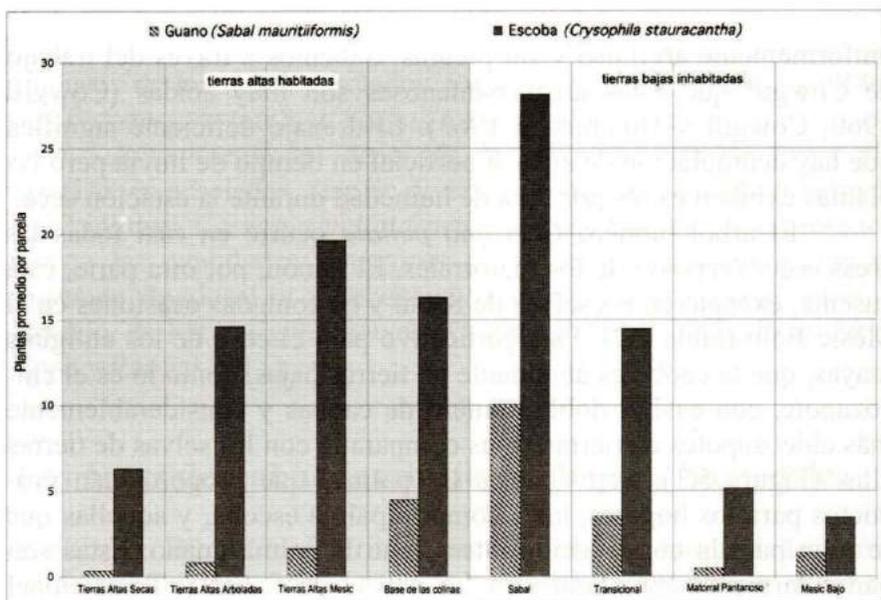


FIGURA 5.2. Distribución de palmas de guano y escoba por tipo de selva (basado en Schulze y Whitacre 1999) ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

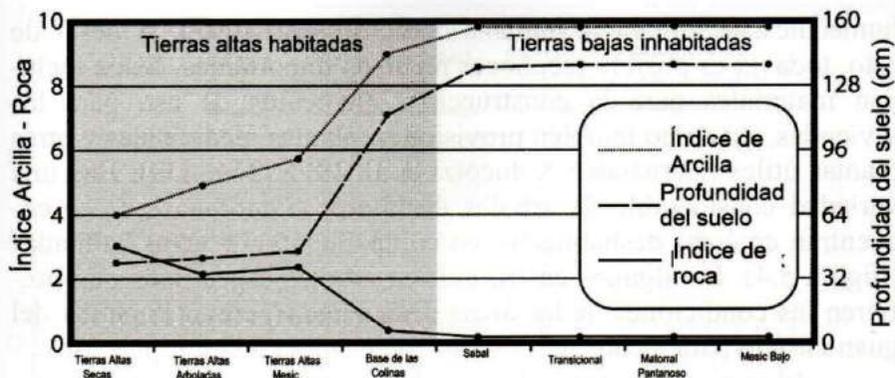


FIGURA 5.3. Índices de Arcilla y rocas con profundidad de suelo por tipo de selva (basado en Schulze y Whitacre 1999) ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

Caballero 1992; Correa-Navarro 1997; de Clerk y Negreros-Castillo 2000; Fairchild 1945; de Miguel 2000; Gómez-Pompa et al. 1987; López-Alzina y Howard 2012; Rico Gray et al. 1990; Smith y Cameron 1977).

Al comparar las tierras altas habitadas con las tierras bajas y los humedales deshabitados se revela una relación inversa entre los contenidos pedregosos y los contenidos arcillosos, y entre los contenidos pedregosos y los suelos profundos (Figura 5.3). En estos términos, son dramáticas las distinciones entre los tipos de selva de las tierras altas y los tipos de selvas de las tierras bajas y humedales. Es obvio que para los Mayas antiguos los tipos de suelo más deseables para sembrar y construir eran poco profundos, bajos en arcilla, y pedregosos.

## Una visión general de la selva

En suma, la Selva Maya contemporánea nos proporciona la base para considerar la ecología histórica maya. Tanto los sitios residenciales, las preferencias en los jardines caseros y el ciclo de la milpa, habrían tenido un impacto en los tipos de selvas específicamente en los de las tierras altas, donde la población habría preferido plantas útiles y beneficiosas. Sin embargo, donde la influencia de la ocupación humana era periférica, como en las selvas de tierras bajas y

humedales, la influencia humana debió ser más ligera. A pesar de esto, todavía es posible reconocer recursos importantes. Estos incluyen materiales para la construcción, elementos de uso para las viviendas, así como también provisiones, plantas medicinales y otras plantas útiles (Hernández Xolocotzi et al. 1995: 274, 459). Hay una variedad considerable de árboles de interés económico que se encuentran en áreas deshabitadas, en comparación con áreas habitadas (Figura 5.4). En algunos casos, existen árboles específicos que prefieren las condiciones de las áreas deshabitadas, como la palma del guano usado para techos tejidos y el chicozapote de múltiples usos.

El ramón, un árbol selvático dominante hoy en día y relativamente abundante en las muestras de Schulze y Whitacre (1999), se concentra en las tierras altas, con cuatro de cada cinco ejemplos registrados perteneciendo a esta especie. Estudios arqueológicos documentan un promedio de 70 unidades residenciales por kilómetro cuadrado en un área donde existen hoy 875 árboles de Ramón. Sin embargo, el ramón no es el árbol más abundante de las tierras altas bien drenadas; el zapotillo es consistentemente más abundante en todos los contextos de las tierras altas y tolera áreas pobremente drenadas también. A pesar de lo anterior, se encuentra ausente de los perfiles de polen.

Fósil *Cecropia*, un pionero tenaz de los huecos abiertos en la selva muy eficaz para la regeneración de las milpas, existe en casi cada hábitat excepto en los pantanos de matorrales (Figura 5.4). Lejos de ser un indicador de deforestación, *Cecropia* es una especie sucesional encontrada en todos los tipos de selva (Bush y Rivera 1998). Es una fuente bien conocida de alimento para una amplia variedad de mamíferos y pájaros que sirven para propagar sus semillas (Medellín y Gaona 1999). El rango de densidades va de 14 por kilómetro cuadrado en áreas pobremente drenadas a 24 por kilómetro cuadrado en las selvas maduras de tierras altas.

Las maderas duras son un componente importante en todos los tipos de selvas y las suposiciones de que las especies de madera dura se restringen a las tierras altas (Por ejemplo, Lentz y Hockaday 2009) no están sustentadas (Schulze y Whitacre 1999). De hecho, el chicozapote y la caoba son abundantes en las tierras bajas pobremente drenadas (ver Figura 5.1), así como lo son las valiosas maderas duras de Santa María (*Calophyllum brasiliense*) y manchiche (*Lonchocarpus castilloi*). Las tierras bajas y humedales manejados contienen al igual muchos otros recursos. Estas áreas se caracterizan por

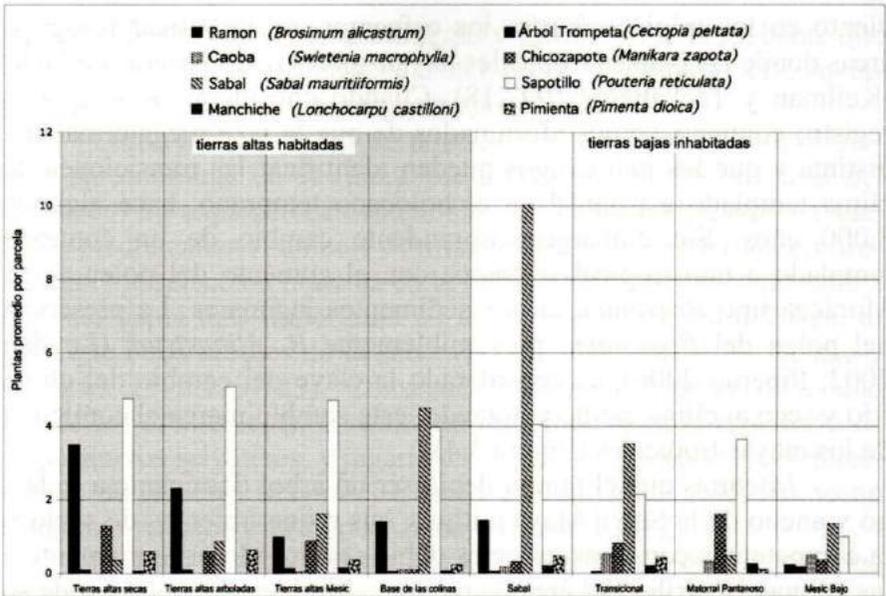


FIGURA 5.4. Árboles económicamente seleccionados por tipo de selva (basado en Schulz y Whitacre 1999) ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

las palmas (Como es evidente en la Figura 5.2) y proporcionan materiales importantes para los habitantes. Este es el mosaico del uso de tierra por los antiguos mayas, como lo es el manejo de los mayas actualmente, y expone la extensión natural del potencial del recurso selvático.

## Los datos de polen paleoambiental

Los datos del polen fósil proporcionan una mirada significativa a la vegetación de antaño, pero dado que el registro se limita a especies polinizadas por el viento, estos datos representan sólo un pequeño subconjunto de las plantas en flor del mundo: 10 por ciento de todas las plantas en flor (Machtmes 2011; Ollerton et al. 2011; Instituto Smithsonian 2014); 8 por ciento de las plantas comestibles (Fedick e Islebe 2012), y sólo el 2 por ciento de todas las plantas en latitudes tropicales (Turner 2011). La escasez de plantas polinizadas por el

viento en los trópicos frustra los esfuerzos de identificar refugios, áreas donde las plantas tropicales hayan sobrevivido las eras de hielo (Kellman y Tackaberry 1997:18). Cuando consideramos lo que el registro contiene, somos afortunados de que la taxa megatermal sea distinta y que los palinólogos puedan identificar las transiciones de clima templado a tropical en el holoceno temprano, hace algunos 8,000 años. Sin embargo sorprendente cambio de un contexto templado a uno tropical se marca con el aumento del polen de la Morácea tipo *Brosimum* en los sedimentos lagunares. La presencia del polen del *Brosimum*, presumiblemente *B. Alicastrum* (Leyden 2002; Piperno 2006), es considerado la clave del cambio del clima frío y seco al clima cálido y húmedo; este cambio marca el comienzo de los mayas tropicales (Figura 3.4).

Mientras que el ramón debió ser un árbol dominante a lo largo y ancho de la Selva Maya antigua, sus requerimientos de suelo y la competencia con otras especies debió restringirlo primariamente a las colinas y cerriles del área de piedra caliza bien drenada, donde se encuentran los arboles hoy en día (cf. Tabla 5.1 y 5.2; Lambert y Arnason 1982; Schulze y Whitacre 1999:191). Las plantas de las tierras bajas pobremente drenadas, sin embargo, son distintas, como puede verse en los recientes estudios de polen en el Zacatal Aguada y en la Laguna Yaloch (Wahl et al. 2007; Wahl et al. 2013). En estos humedales y tierras bajas húmedas aparecen durante la expansión maya las especies como *Cladium* sp. y *Bucida burseras*, representando a las selvas de tierras bajas como las caracterizaron Schulze y Whitacre (1999:231-247).

El polen de ramón y sus fluctuaciones a lo largo de la prehistoria ha sido fuente de bastante especulación. Entre las especies dominantes de las selvas maduras de tierras altas es la única que se poliniza por el viento (Campbell et al. 2006; Ford 2008). Además, como es abundante en el bosque maduro y en el sotobosque de las tierras altas, como lo notaron Bush y Rivera (1998), es un pobre indicador del dosel de la selva madura. Bush y Rivera lo consideran un árbol pionero agresivo de los huecos selváticos. Claramente el ramón, como planta megatermal, es muestra del cambio ambiental más importante de la ecología templada a la tropical durante el Holoceno temprano. Sin embargo, no es el mejor indicador de la composición de la selva madura, dado que los pájaros, abejas y murciélagos son los responsables de la polinización de las plantas selváticas. Es más, el ramón es manejado extensivamente en el área de estudio

actualmente para usos como alimento y forraje; es más probable que las fluctuaciones de la presencia del polen del ramón reflejen las intenciones humanas y no los procesos naturales.

Como árbol pionero de dosel, el ramón estaba bien posicionado para dominar en el emergente ecosistema forestal tropical del Holoceno. Su expansión es entendida, dada su afinidad con los suelos de piedra caliza (Lambert y Arnason 1982). Sin embargo, conforme inició la selección humana en la selva, es lógico que comenzara a jugar un papel más importante en la ecología histórica del área, al igual que otros árboles de la selva (Schele y Freidel 1990; Schele y Mathews 1998:119-123). Consecuentemente, el ramón sería sólo uno de los árboles económicamente importantes en el repertorio de los jardineros selváticos, y jugaría un papel más pequeño en el manejo total de la Selva Maya del Clásico que en la selva del Holoceno Temprano Arcaico (ver Lope-Alzina y Howard 2012).

Dado el sesgo de la polinización por viento en los registros palinológicos, no resulta sorprendente el incremento de hierbas polinizadas por viento en los sedimentos lagunares que se registra junto con el asentamiento y expansión inicial de los mayas ancestrales a lo largo de la región hace más de 3,000 años (ver Figura 3.5). Las especies amantes del sol que caracterizan los campos abiertos y sitios residenciales incrementan y después permanecen estables durante el desarrollo de la civilización maya (250-900 A.D.) Es aquí también cuando el maíz se vuelve importante en el registro (Mueller et al. 2009; Wahl et al. 2013). Las hierbas polinizadas por el viento de las milpas y campos están representadas dentro de los perfiles (por ejemplo, Asteraceae, Chenopodiaceae/Amaranthaceae), indicando una inversión en la dispersión del ciclo de la milpa. Mientras que los cultivos de los campos están representados por el maíz en el registro del polen, vale la pena notar que la mayoría de los cultivos no se polinizan por viento; éstas incluyen *Capsicum* spp., *Cnidoscolus aconitifolius*, *Curcubita* spp., *Phaseolus* spp., *Xanthosoma* spp., *Lagenaria* spp., entre otros (ver Apéndice A). Fedick e Islebe (2012) reportan que sólo el 20 por ciento de 500 plantas comestibles nombradas e identificadas dependen de la polinización por viento. Los árboles comunes en los jardines y campos que no son polinizados por viento incluyen *Persea americana*, *Theobroma cacao*, *Chrysophyllum cainito*, *Cedrela odorata*, *Ceiba pentandra*, *Acrocomia mexicana*, *Attalea cohune*, *Psidium guajava*, *Talisia oliviformis*, *Sabal morrisiana*, *Byrsonima crassifolia*, *Pimenta dioica*, *Cordia*

*dodecandra*, y *Manilkara zapota* (Cowgill 1961; Lundell 1933; ver Tabla 2.2 y Apéndice B).

El polen de Poaceae (pasto) se presta para indicar que “la extensión del clareo selvático” se mantiene a un nivel constante, raramente excede del 15 por ciento del perfil del polen (Figuras 3.4 y 3.5). Puede simplemente indicar huecos en la selva, huecos que podrían reflejar asentamientos antiguos expandidos (cf. Rackham 2006: 79-81). Esto es de esperarse ya que los pastos nativos en las selvas maya y mesoamericanas han coexistido desde hace mucho como parte del proceso de sucesión natural, listos para colonizar los huecos y clareos creados por la caída de árboles, daños por huracanes y por supuesto, áreas clareadas por humanos para sus viviendas y campos.<sup>1</sup>

*Cecropia*, una especie polinizada por el viento, omnipresente en el registro de polen (ver Figura 5.4) y relacionada con la hipótesis de la deforestación, es presencia persistente en las selvas maduras de las tierras altas y humedales de las selvas hoy en día (Schulze y Whitacre 1999:240-241). Su pesado polen raramente viaja más de 60 metros (Piperno 2011:202). Sin embargo, *Cecropia*, más que asociarse con la deforestación es oportunista, como los pastos, toma ventaja de los huecos selváticos que son parte del dinamismo de la región. Así como los motocultivos del maíz dan camino a la sucesión, la *Cecropia* es un componente común de la regeneración forestal y es una fuente importante de alimento para muchos animales (Medellín y Gaona 1999). Así que cualquier aumento de *Cecropia* en el registro podría también interpretarse como parte del proceso de desarrollo de los asentamientos mayas y del ciclo agrícola.

Las hierbas y pastos polinizados por viento permanecen estables a través de casi todos los períodos prehistóricos de la ocupación maya. Conforme los mayas extendieron sus límites, el polen de hierbas aumenta, pero los pastos mantienen un perfil bajo. Los cambios mayores pueden verse cuando la arquitectura cívica es abandonada después del periodo Clásico, cuando se registra un aumento del ramón y la caída de las hierbas. Los templos, palacios, muros y terrazas abandonadas por los Mayas reúnen precisamente los requisitos ambientales del ramón. Mientras que la convivencia del ramón en las residencias antiguas de alta densidad y la arquitectura monumental ha sido desde hace mucho conocida (Apéndice B; Lambert y Arnason 1982; Puleston 1968, 1982; Schulze y Whitacre 1999:191), la conclusión es que los factores históricos son tan relevantes como

las demandas biológicas de la planta. Aun así este no es más que otro indicador de cuán cercanamente el sistema agrícola antiguo estaba enredado en la ecología de la selva. Conforme la arquitectura quedaba sin atención, las comunidades de plantas pioneras elegidas y cultivadas por los mayas se expandieron por la arquitectura colapsante de piedras calizas y eventualmente derivó en la selva “salvaje” que hoy vemos.

## La diversidad en el ciclo de la milpa

El ciclo de la milpa ha perdurado la larga prueba del tiempo gracias a que es diverso, adaptable y flexible (Figura 2.3). Se practica en todos los terrenos, hábitats y climas de Mesoamérica, demostrando su conveniencia a lo largo de la región (Wilken 1987, ver también Scott 2009; Van Vliet 2013). La práctica depende de destrezas individuales, el conocimiento de las tramas cultivables, así como de las inversiones en los recursos cultivados y las tareas programadas. Los sitios seleccionados son clareados, plantados, cultivados, mantenidos, manejados y cosechados a mano. Es típico que las plantas no deseadas sean cortadas para crear cultivo (mantillo) dejando que el material se descomponga en el campo para adicionar materia orgánica al suelo (Everton 2012:17). En la estación seca, muchas plantas, sin importar qué tipo, se dejan como cubierta para minimizar la pérdida de humedad, un aspecto crítico del manejo donde se permite la propagación de plantas leñosas para contribuir a la composición del campo.

El manejo del agua es esencial no solo para la necesidad diaria sino también para la producción del jardín forestal milpero. Para esto, es indispensable la cubierta terrestre, especialmente durante la estación seca. Los poros de las piedras calizas se desecan al clarear, por lo son cruciales el uso de cultivos de cobertura, el impulso de árboles y arbustos y el manejo de componentes perennes del ciclo de la milpa. Sin duda, la integración de árboles y arbustos perennes proporcionan la sombra necesaria para controlar la humedad en el campo de maíz. Las prácticas de siembra tradicionales de hoy controlan la evapotranspiración dejando retoños de árboles que pueden eliminarse una vez comienza la estación húmeda.

Los campos expuestos al sol están llenos de cultivos, voluntarios, plantas benéficas y protegidas (Ford et al. 2012; Kellman y

Adams 1970), incluyendo muchos de los pastos y hierbas reconocidas en los sedimentos lagunares (Binford et al. 1987; Brenner et al. 2002; Curtis et al. 1998; Deevey et al. 1979; Hillesheim et al. 2005; Hodell et al. 2008; Islebe et al. 1996b; Leyden 2002; Mueller et al. 2009; Rice 1996; Rosenmeier et al. 2002; Rue 1989; Vaughan et al. 1985; Wahl et al. 2006, 2007). Muchas hierbas clasificadas como malezas (Steggerda 1941:99-107) son realmente plantas valiosas, cuyo crecimiento se permite en los campos cultivados. Algunas son medicinales y comestibles (Roys 1976), otras atraen insectos benéficos de tal manera que aumenta la cosecha del maíz o frijoles (Gliessman 1998), otras más atraen pájaros e insectos críticos para la polinización, como el mosquito que poliniza el árbol del cacao (*Theobroma cacao*). Las hierbas polinizadas por el viento encontradas en los campos y reconocidas en el polen incluyen las familias de las *Amaranthaceae*, *Asteraceae*, *Cyperaceae*, *Euphorbiaceae*, *Melastomataceae*, *Poaceae* y *Urticaceae*, sin olvidar *Zea mays* (maíz).

La diversidad es la fuerza del ciclo del jardín forestal milpero. Los campesinos se protegen contra la imprevisibilidad de los patrones climáticos y las enfermedades de plantas que llevan a fracasos de las cosechas, invirtiendo en una variedad de cultivos en el campo y variando los sitios para los mismos. Toman precauciones al seleccionar los campos, estableciéndolos en diferentes hábitats y tomando ventaja de regímenes de agua diferentes: las parcelas escarpadas promueven un buen drenaje, una ventaja en las estaciones con demasiada precipitación, mientras que los lotes planos capturan el agua en los periodos de sequía. En suma, los campesinos combinan las plantas adecuadas con las condiciones de campo para la humedad y el suelo. Conforme las diversas parcelas alternan del campo a la selva, la selva cambia en consecuencia.

Así como con la sucesión selvática (Chazdon 2014; Packham et al. 1992), el ciclo de la milpa comienza con el clareo del campo, cambia hacia la etapa donde se establecen los perennes, y culmina en la selva madura de doseles cerrados, eventualmente volviendo a los campos de maíz (Everton 2012:16-18). El mejoramiento de los arbustos y árboles leñosos perennes es un componente significativo del ciclo, creando aún más un paisaje domesticado (Johnston 2003; Terrell et al. 2003; Terrell y Hart 2008).

Conforme el ciclo en cada una de sus etapas involucra el manejo, la selección y siembra, este dirige el proceso de la construcción y sucesión, acelerando las fases de la selva madura perenne (Terán y

Rasmussen 2009:47-49). Los campesinos mayas tradicionales mantienen las reservas de selva perenne de tal forma que puedan tener acceso a recursos naturales específicos que proporcionen los productos usados en los hogares (Ford 2008). Ciertos materiales de construcción no estarían disponibles sin la sombra de la selva madura. Las enredaderas, por ejemplo, usadas para los soportes estructurales, y ciertas palmas como el bayal (*Desmoncus orthacanthos*), usados para la cestería y los muebles, pueden ocurrir sólo bajo la sombra de la selva madura. Esto es, los materiales de construcción para los proyectos cívicos y residenciales, incluyendo los materiales perecederos para productos domésticos usados por los mayas, dependen de estas reservas selváticas.

La creación de este paisaje diversificado, con espacios abiertos para los campos, parcelas reforestadas y selvas maduras de dosel cerrados, resultan en una estabilidad económica prolongada y revelan la sofisticación del ciclo de la milpa. La complejidad de algunas plantas polinizadas por viento es consistente con los datos paleoambientales en el polen así como con la selva actual. Pero la polinización por viento no caracteriza la composición completa del ambiente de los jardines y selvas (cf. Rackman 2006:79). Las especies de dosel zoófilas son constantemente subrepresentadas en la lluvia de polen moderna (Bush y Rivera 1998) y, previsiblemente, ausentes de las secuencias de polen fósil también. Dado el campo dinámico y el proceso de conversión de la selva, podemos esperar una presencia estable de hierbas y pastos con plantas al inicio de las fases de reforestación. La selva es un foco clave de la biodiversidad (TNC 2014), y los jardines forestales tradicionales de hoy se consideran los más diversos del mundo (Campbell 2007); sin embargo, la mayoría de estas especies no aparecen en la lluvia de polen.

## **La complejidad del paisaje: el modelo de El Pilar**

El modelo del paisaje de El Pilar demuestra cómo el ciclo de la milpa tiene potencial para abastecer de suficiente maíz a la población antigua, incluso en el apogeo del periodo Clásico, sin remover vastos tramos de bosque. Mientras que hemos demostrado que el componente calórico del maíz dentro del ciclo de la milpa forestal proporciona los requerimientos para la antigua población estimada

de El Pilar, en este capítulo demostramos que esta provisión puede darse sin una “deforestación extensiva”.

Las suposiciones acerca de la naturaleza de la antigua Selva Maya no han tomado en cuenta la diversidad completa de plantas que disponibles. Un reciente estudio en Chan (Robin 2012) demuestra una variedad considerable de árboles disponibles así como cultivos, basado en la evidencia arqueológica directa de los vestigios que abarcan todas las ocupaciones en el sitio. Los análisis de la fauna del área de Petexbatun en el suroeste del Petén (Emery 2004, 2010) proporcionan una serie compleja de datos mostrando que el aprovechamiento de animales fue constante a lo largo del curso del desarrollo maya.

Los resultados de Chan y de Petexbatun también apuntan hacia un paisaje estable a lo largo de los periodos Preclásico y Clásico, dando soporte a una matriz diversa de cultivos productivos y recursos naturales a la vez que proveía de un hábitat adecuado para los animales. Esto es coherente con el registro de polen estable de los pastos no invasivos, las hierbas abundantes y las Moráceas del tipo *Brosimum*. Dentro de este paisaje estable, los mayas obtenían lo básico para su vida de cada día. Necesitaban materiales para sus construcciones de postes de madera, enredaderas y techos de palma con paja; necesitaban materiales para la producción de canastos, bolsas, contenedores, rellenos y fibras; y cosechaban plantas para medicinas y venenos, alimentos y bebidas, combustibles, aceites, curtidos, fumigantes y también para sus rituales (Everton 2012:66; Ford 2008). Para mantener su estabilidad, tenían que manejar la fertilidad del suelo, entender el ciclo del agua y proteger la biodiversidad de plantas y animales del hábitat, todas las destrezas se practicaban en el ciclo de la milpa que hemos detallado a partir de los registros etnográficos (Capítulo 2).

El modelo arqueológico de la selva del periodo Clásico Tardío está basado en los cálculos de la producción de maíz detallados en el capítulo 4, donde los rendimientos bajos, medios y altos corresponden al aumento de las inversiones en el manejo del ciclo. Boserup considera las inversiones en términos de mano de obra, pero en el caso de los mayas nosotros incluimos también el manejo del tiempo y la planeación, (Stone et al. 1990) así como la destreza como factores significativos (comparar con Bray 1986). Esto es de acuerdo a los lineamientos del concepto “labour-tasking” (tareas laborales) de Scarborough (200:13-16; ver también Scarborough y

Burnside 2010). La mayor inversión en mano de obra y consecuente rendimiento elevado de maíz se permitió dedicar mayores proporciones de selva alta madura al manejo a largo plazo, así como una mayor diversidad de perennes en el ciclo de la milpa. Además, debemos considerar que las selvas de tierras bajas y humedales proporcionaban otros recursos vitales, ya que no se usaban para fines residenciales o agrícolas. La variada naturaleza de las tierras altas bien drenadas se conjugaba con los recursos vitales de las tierras bajas y humedales. Según la investigación de Schulze y Whitacre (1999) en Tikal, la selva satisfacía las necesidades de recursos naturales diversos para la subsistencia de los antiguos mayas, sus economías políticas, y aseguraba su permanencia en el tiempo. La descripción de la Selva Maya nos brinda un método para evaluar las ventajas de los componentes selváticos perennes de El Pilar, y por extensión la región en su totalidad, y una imagen del paisaje creado por el ciclo de la milpa antiguo así como los recursos naturales disponibles.

## El manejo de tierras altas habitadas

La gradiente topográfica de los tipos de selvas de las tierras altas alrededor de Tikal corresponde al área de El Pilar, como también al área maya en su totalidad (Fedick y Ford 1990). Aunque ha sido bien documentado que las características topográficas y de suelo en las tierras altas son causa principal de la distribución actual de ciertos árboles, tales como el ramón, éstas son las mismas áreas preferidas por los antiguos mayas para cultivar (comparar las Tablas 5.1 y 5.2). Como lo expuso Netting (Netting 1977; Netting et al. 1989; Pyburn 1998), los ciclos intensivos de los *infields* y *outfields* (cultivos en traspatios y milpas remotas respectivamente), crearon un paisaje que adoptó el desarrollo de los mayas y resultó en la selva de hoy.

Mientras que la mayoría de los mayas eran campesinos, las tierras altas intensivamente cultivadas, caracterizadas por ser suelos quebradizos, con pH básico, y bajo en arcillas, son reflejo de la huella humana. En el modelo de El Pilar, el 62 por ciento del área de estudio (1,288 kilómetros cuadrados) se clasificaría como tierras altas por Schulze y Whitacre (1999). Estas son las áreas cultivadas a mano (Fedick y Ford 1990) que mantenían en el pasado una población humana densa (Tabla 5.1). La densidad del asentamiento era en general relativamente alta, con un promedio de 25 unidades residen-

## Uso de tierra residencial para modelos de producción de maíz

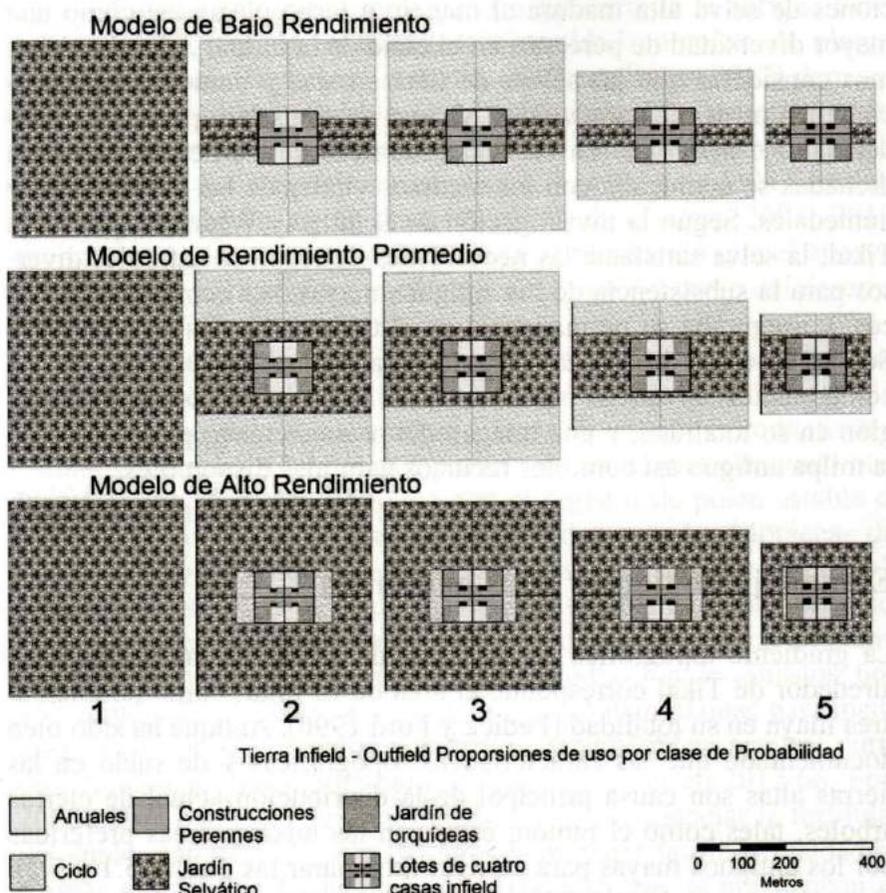
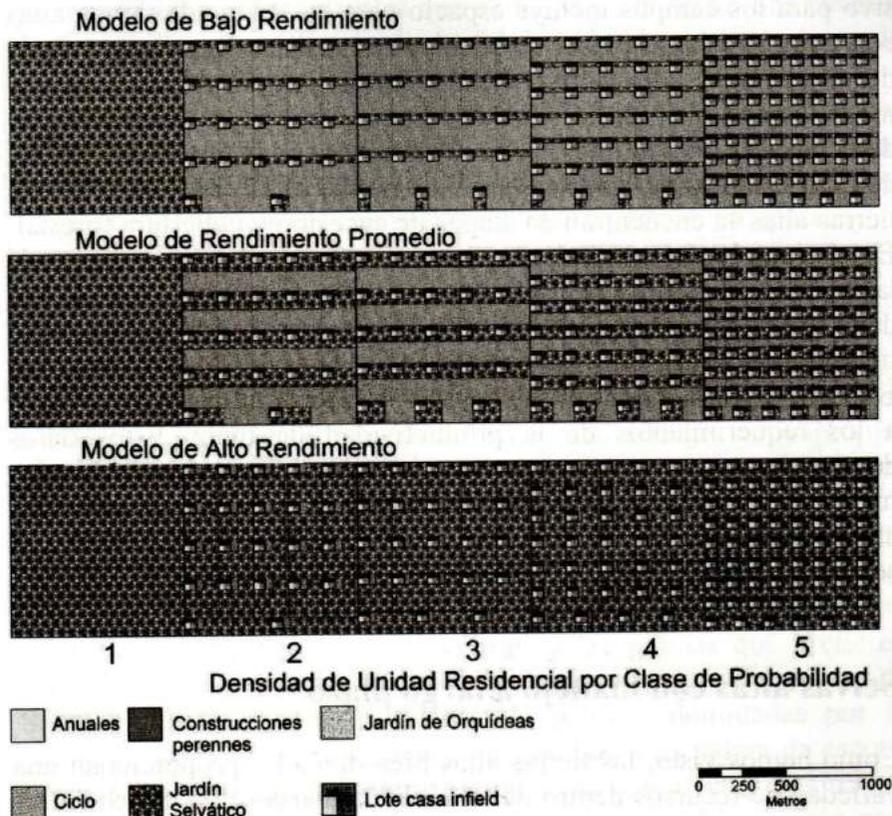


FIGURA 5.5 Uso de tierra residencial para modelos de producción de maíz por lotes de cuatro casas por clase de probabilidad. ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

ciales por kilómetro cuadrado y un rango de 22 a 70 unidades según las cinco clases de probabilidad del modelo predictivo (Tabla 4.1).

Esta densidad de población implica un sistema bien desarrollado y el uso intensivo de la tierra durante muchos años (Hernández Xolocotzi 1985; Terán y Rasmussen 1995). Se calcularon las unidades residenciales y su potencial en las áreas *infield-outfield* para cada clase de probabilidad de asentamiento, como se definió en el Capítulo 4 y en relación con el área disponible (Figuras 5.5 y 5.6).



**FIGURA 5.6.** Densidad de lotes de casas residenciales por kilómetro cuadrado para modelos de producción de maíz por clase de probabilidad. ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

Con bases en nuestra investigación (Ford 1981; 1986; 1991b, Ford et al. 2009), las cinco clases de probabilidad de asentamiento corresponden con los ti-pos de selva del Gran Petén detalladas por Schulze y Whitacre (1999; Tablas 5.1 y 5.2) y forman la base de la imagen del ambiente y asentamiento que detallamos en este capítulo.

En cada ejemplo del uso de la tierra, los ciclos ocurren a diferentes intervalos (Figuras 5.5 y 5.6). El ejemplo de bajo-rendimiento con un ciclo de 20 años proporciona una matriz agrícola compleja con 20 por ciento de las tierras altas en campos de maíz con multicultivos abiertos en un momento dado, mientras que el resto se divide

de acuerdo a las etapas de sucesión. La tierra bajo el uso más extensivo para los campos incluye espacio para las selvas de tierras altas con manejo a largo plazo, reservadas como tierras boscosas y fuera de los requisitos del cultivo cíclico. En el ejemplo de rendimiento-medio con un ciclo de 31 años, el 13 por ciento de las tierras altas se dedican a la policultura del maíz abierto en un momento dado, dentro de una matriz agrícola cíclica donde el 87 por ciento de las tierras altas se encuentran en etapas de sucesión y cobertura forestal. En el ejemplo del rendimiento-alto, un estimado del 1 por ciento de las tierras son campos de maíz de policultivo abierto en un momento dado, y proporcionan el 99 por ciento de la matriz del paisaje de tierras altas cultivables bajo sucesión y cobertura forestal madura. Está claro que la extensión de la selva de tierra alta varía de acuerdo a los requerimientos de la productividad de maíz. Estos datos demuestran que una gran proporción de tierras altas habitadas mantienen una cobertura vegetal y, dada la cualidad dinámica del ciclo de la milpa, con frecuencia estas tierras se encuentran en etapas secundarias forestales.

## Selvas altas con manejo a largo plazo

Como hemos visto, las tierras altas bien drenadas proporcionan una variedad de recursos dentro del el ciclo campo-a-selva. Entender las proporciones entre campos abiertos, etapas secundarias (“de construcción”) y selvas maduras de dosel cerrado actualmente nos ayuda a revelar la historia del paisaje de la Selva Maya.

Las plantas benéficas y útiles dominan en la Selva Maya (Campbell et al. 2006; Gómez-Pompa y Kaus 1990; Ross 2008, 2011; Ross y Rangel 2011). Las palmas y árboles que caracterizan las tierras altas secas de hoy, habrían formado las reservas básicas de las tierras altas. Las especies de árboles comunes tolerantes a los caprichos de la sequía anual y adaptados a la cama de piedras calizas serían zapotillo, ramón, guayaba, mamey y chicozapote. Especies menos destacadas habrían incluido pimienta, copal, manchiche, manax, secoya, y malerio, así como algunos cedros y jobo. Todas estas plantas se encuentran en los jardines selváticos mayas tradicionales (Apéndice B, ver también *Jardineros de la Selva Maya* 2015).

Las palmas juegan un papel importante en la vida de la selva tropical (cf. Beckerman 1977), ya que forman gran parte de la cu-

bierta en selvas de tierras altas secas. Escoba, guano, corozo y paca-ya figuran como plantas útiles que abundan en la selva. Las enredaderas, usadas para todo desde la fabricación de canastos hasta la construcción, son un recurso crítico para el sustento de los hogares y se encuentran en variadas proporciones. En resumen, los mayas enfatizan la diversidad entre árboles de dosel importantes y palmas productivas. Cabe señalar que sin la sombra de los doseles, un número valioso de plantas del sotobosque tampoco podrían prosperar.

## Selvas bajas y humedales con manejo a largo plazo

Para el área de estudio de El Pilar, el 38 por ciento, (485 kilómetros cuadrados) está deshabitado por no tener buen drenaje, ser inapropiado para el cultivo a mano, y no ser adecuado para casas. La mayor distinción entre los suelos de las selvas altas y los humedales y tierras bajas es la carencia de piedra caliza y el alto contenido de barro (ver Figura 5.3), lo cual crea un medio inadecuado para el cultivo a mano (Fedick 1988, 1989). Las selvas pobremente drenadas son de inundación temporal, y las palmas que prefieren suelos húmedos abundan ahí. Por ejemplo, los tipos de selvas de Sabal exhiben grandes cantidades de palmas, dominadas por la palma de guano, de la cual deriva su nombre, y la palma de escoba (Figura 5.2). Aunque las palmas dominan estas áreas y sus transiciones muchas de las plantas comunes de la Selva Maya están presentes también (Figura 5.4).

Los humedales proporcionan plantas únicas para usos especiales, tales como las epífitas, usadas como ornamento (Por ejemplo, *Bromeliaceae* y *Orchidacea*), palo de tinta (*Haematoxylum campechianum*), usado para teñir y para los linteles de Tikal (Lentz y Hockaday 2009; Orrego Corzo y Larios Villalta 1983), y el puke (*Bucida buceras*), usado para encurtir y también en la construcción. A comparación con las tierras altas, en los humedales se presentan mucho más frecuentemente las enredaderas (Schulze y Whitacre 1999: 189). Los tipos de selvas de los humedales son importantes por las plantas, recursos y materiales que aportan, así como el hábitat que brindan para los animales. El manejo de los recursos de estas selvas jugó un papel en las prácticas del uso de la tierra de los mayas, como lo notaron Lentz y Hockaday (2009). Claramente, los tipos de selvas de las tierras bajas y humedales pobremente drenadas

revelan un tesoro variado de recursos naturales, incluyendo frutas, maderas y productos para los hogares.

## **El mosaico manejado**

Hace veinte años, Scott Fedick editó un volumen que anticipa a nuestro análisis del mosaico manejado aquí (Fedick 1996b). Usando el modelo de El Pilar para el antiguo uso de tierra maya, podemos evaluar las proporciones de campo abierto a selva cerrada creadas por el ciclo del jardín forestal milpero activo. Los datos arqueológicos para los estimados de población de El Pilar (capítulo 4) aproximan los requisitos para los campos, mientras que los datos de Tikal de Schulze y Whitacre (1999) proporcionan la base para el cálculo de la cobertura forestal. Al generalizar el balance entre los recursos forestales de las tierras altas bien drenadas donde se encontraban los asentamientos junto con los recursos de los humedales y tierras bajas manejadas y de pobre drenado, podemos derivar los valores proporcionales y determinar la disponibilidad de los recursos forestales y agrícolas dentro de cada hábitat. Así podemos llegar a la combinación de los recursos de animales y plantas que aseguraron la prosperidad de los antiguos mayas.

En términos de áreas y tipos de selvas asociados, estos recursos no están distribuidos en un solo espacio; sino que se presentan en manchas de diversos tamaños a lo largo de la región, dependiendo del drenaje, la base de piedra y los relieves. Las poblaciones que residen en las selvas de las tierras altas nunca estarían lejos de los humedales; las reservas forestales estarían distribuidas en diferentes sectores dentro de las tierras altas, manejadas para proveer insumos para la construcción, y también colmenas de abejas (Kintz 1990; Terán y Rasmussen 2009), y fruta. Estas reservas estarían dispersas en áreas con preferencia ecológica histórica (Atrán 1999). Más aún, la diversidad de la cobertura terrestre, desde residenciales abiertos a tierras boscosas, proporcionó el hábitat para los animales que se encuentran el registro arqueológico (Emery 2007; Emery y Brown 2012; Emery y Thornton 2008, 2012).

El valor del jardín forestal milpero recae en la confiabilidad del ciclo. La cualidad dinámica de este sistema agrícola intensivo y perenne promueve el desarrollo de nuevas composiciones forestales, adaptado a las necesidades cambiantes de los hogares y respondiendo

a la complejidad del paisaje. Mientras nuestros ejemplos para el área de El Pilar presentan una imagen estática para la población del Clásico Tardío, la realidad cambia con el tiempo, la interacción con las lluvias anuales, las variaciones climáticas entre décadas y las variantes necesidades del ciclo doméstico.

Usando las distribuciones del paisaje de El Pilar, podemos calcular la cobertura forestal basada en los rendimientos de maíz de los campos abiertos. Tenemos un continuo que abarca la producción de maíz con un rendimiento-bajo de 855 kg. por hectárea a uno medio de 1,144 kg. por hectárea y uno alto de 2,800 k. por hectárea. Los requerimientos de uso de tierra para satisfacer las necesidades de maíz de la población estimada de El Pilar (186,200 personas, ver Capítulo 4) son mayores con rendimientos de maíz bajos y menores con rendimientos altos. Ahora nuestra pregunta debe ser: ¿Basados en la tierra requerida para producir suficiente maíz y para completar el ciclo de la milpa, cuál es la proporción de los diferentes tipos de cobertura terrestre para cada nivel de rendimiento?

El cálculo de tierras forestales toma en cuenta el modelo de asentamiento maya para el área de estudio de El Pilar del capítulo 4, comenzando con los datos de cubiertas terrestres al que llegamos usando el modelo del ciclo de la milpa. Para apreciar los ambientes forestales del Clásico Tardío Maya, usamos las proporciones a largo plazo para las tierras altas, tierras bajas, humedales y principales áreas boscosas. Estas selvas también proporcionarían el hábitat para animales (Emery 2010; Emery et al. 2000; Emery y Thornton 2008, 2012, 2014; Emery y Brown 2012; Foster et al. 2009; Kintz 1990; Medellín 1991, 1994a, 1994b; Medellín y Equihua 1998; Ortega y Arias Reyes 2008; Repussard et al. 2014).

Nuestros cálculos comienzan con los diversos jardines de los hogares infield que, en cada ejemplo, son equivalentes para todos los hogares. Al igual que con el cálculo de los requisitos de tierra para campos de cultivo, la variable es el rendimiento de maíz que afecta las proporciones de tierras reforestadas y áreas disponibles para el manejo forestal en tierras altas a largo plazo. Dado que el ciclo de la milpa es de cuatro años como campo de maíz, seguido de ocho años como selva secundaria, representa un área forestal de más de 20 años que incrementa la extensión de selva madura. Esto es, las proporciones estimadas de cobertura de selva varían de acuerdo con el área de unidades residenciales de infields, ciclos de outfield, etapas

**TABLA 5.3.** Las cosechas de maíz y los modelos del uso de la tierra para El Pilar \*

Rendimiento del Maíz	Maíz en Tierra Alta Infield	Maíz en Tierra Alta Outfield	8 años de Ciclo de Construcción Tierra Alta	8 años Ciclo de Madurez Tierra Alta	> 20 años Desarrollado Tierra Alta	A largo plazo Tierra Alta	Bosque de Tierras Bajas	Área Total
Bajo Rendimiento 855 kg/ha	3%	12%	18%	18%	0%	11%	38%	100%
Rendimiento Promedio 1144 kg/ha	3%	9%	9%	9%	10%	22%	38%	100%
Alto Rendimiento 2800 kg/ha	3%	4%	0.5%	0.5%	11%	43%	38%	100%

\* Calculados en números redondos

manejadas de reforestación, y selva madura correspondiendo con los tipos de selvas de Schulze y Whitacre (1999).

El mosaico paisajístico complejo para cada ejemplo toma en cuenta áreas considerables de cubierta terrestre al combinar todos los tipos de selva, incluyendo selvas que están en proceso de madurar dentro de un ciclo de milpa, selvas manejadas a largo plazo, selvas de tierras bajas y humedales. Las áreas de tierras altas dedicadas a selvas manejadas a largo plazo en el caso de El Pilar varían según los rendimientos de maíz: rendimientos bajos proporcionan un 11 por ciento de cubierta terrestre selvática; el rendimiento-medio, un 22 por ciento; y el alto-rendimiento, un 43 por ciento (Tabla 5.3).

Es el ciclo de la milpa el que le da complejidad al sistema. En cada caso, los campos de maíz multicultivos requieren tan solo una pequeña proporción del total de la tierra base, pero los requerimientos totales de tierra para el ciclo son diferentes. Los infields residenciales ocupan el 3 por ciento del paisaje total. Sumando a ello los outfields que ocupan un 12 por ciento en el ejemplo de bajo-rendimiento, un 9 por ciento en el ejemplo de rendimiento-medio y un 4 por ciento para el ejemplo de alto-rendimiento. La proporción total de tierra de los campos abiertos en cualquier momento dado combinan los infield y los outfield, con un rango que va desde el área más grande del 15 por ciento para los rendimientos bajos (el 3 más el 12 por ciento) hasta un 12 por ciento para los rendimientos medios (el 3 más el 9 por ciento), y tan sólo un 7 por ciento en el caso de los altos rendimientos (el 3 más el 4 por ciento; Tabla 5.3).

Los estimados de cubierta selvática terrestre en el periodo del Clásico Tardío Maya están en la Tabla 5.3 y las gráficas circulares (Figuras 5.7, 5.8 y 5.9). Con números redondeados, vemos en el ejemplo de bajo-rendimiento en tierra alta que el 29 por ciento del área se encuentra en estado de selva desarrollada y madura; en el ejemplo de rendimiento-medio, vemos un 42 por ciento; y en el caso de alto-rendimiento, arroja el 56 por ciento. A estas proporciones les sumamos los tipos de selvas de humedales y tierras bajas, llegando al 38 por ciento de cobertura en cada caso. Los totales resultantes para la cubierta forestal son notables, incluso con bajos rendimientos de maíz. En cada caso la mayoría del paisaje sostiene tierras boscosas de valor (Figura 5.10). En el ejemplo de bajo-rendimiento, donde el ciclo de la milpa abarca 20 años, habría un área en cubierta forestal entre las reservas de tierras altas bien drenadas, humedales y selvas de tierras bajas de al menos un 66 por ciento. Esta proporción aumenta al 80 por ciento en el ejemplo de rendimiento-medio y hasta el 94 por ciento en el ejemplo de alto-rendimiento.

Lo que es inmediatamente aparente en los cálculos es que hay siempre una cobertura forestal importante, y al menos una cantidad mínima en campos abiertos. La aplicación del ciclo de la milpa a lo largo de la selva produce un paisaje boscoso grande, variable y diverso. Infields, compuestos por campos y huertos, se asocian con unidades residenciales permanentes, extendidas a lo largo de las tierras altas en densidades variables. Los outfields se encuentran en los intersticios de las tierras altas vinculadas al lugar de las residencias permanentes. Las reservas selváticas dispersas en las tierras altas, bajas y humedales deshabitados debieron ser manejadas para tomar ventaja de los diferentes tipos de selvas que hemos descrito en Tikal.

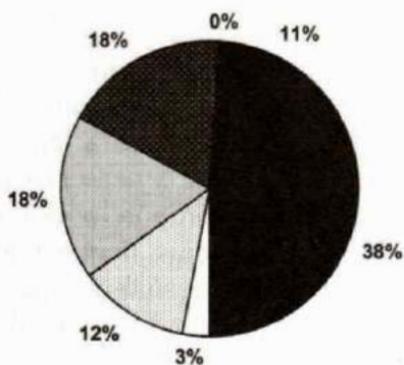


FIGURA 5.7. Modelo de bajo rendimiento de maíz. ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

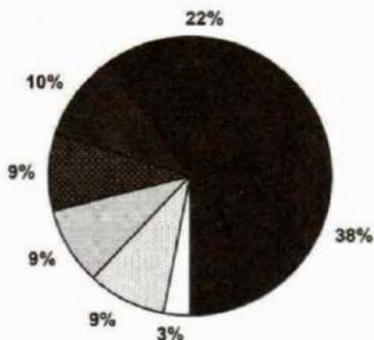


FIGURA 5.8. Modelo de rendimiento promedio de maíz. ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

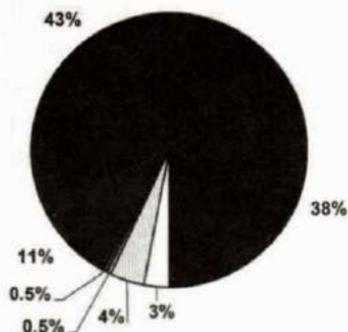


FIGURA 5.9. Modelo de alto rendimiento de maíz. ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

**Leyendas**

- Maíz de tierras altas infield
- Maíz de tierras altas outfield
- 8 años construyendo el ciclo en Tierras altas
- 8 años de ciclo maduro en Tierras altas
- Tierras altas desarrolladas
- Tierras altas a largo plazo
- Selva de tierras bajas

## La ecología histórica de la Selva Maya

Vista desde una perspectiva ecológica histórica, la Selva Maya está influenciada por las fuerzas selectivas ejercidas por los habitantes prehistóricos a lo largo de ocho milenios. Las plantas útiles y benéficas que hoy en día se encuentran en la selva y jardines son aquellas que pudieron sobrevivir al ciclo del uso de tierra selectiva e intencionada y especialmente aquellas que fueron propagadas a propósito por los antiguos mayas y sus predecesores. Los debates en relación al potencial de la selva tropical para sostener la vida urbana se centran alrededor del balance entre las demandas agrícolas para los campos y el valor de la cobertura forestal, recursos naturales y servicios ecológicos (Meggers 1954; Hirshberg et al. 1957). Las dudas en relación al potencial del sistema milpa tradicional para sostener el crecimiento y el desarrollo de los mayas han surgido sin comprobación, y la idea de que la milpa itinerante pudiera destruir la selva es una conclusión precipitada (Gómez-Pompa y Kaus 1992; McNeil 2012).

Dado que el maíz es la base del uso de tierra en Mesoamérica y en la cultura maya, la geografía del área de El Pilar sirve como un ejemplo vital para apreciar la distribución de los recursos y para proveer una base de interpretación de la ecología histórica en la región. Nuestros cálculos revelan que debió haber no sólo una amplia variedad de recursos sino también un rango complejo de hábitats floreciendo en la región durante el periodo Clásico Tardío. Asimismo, el ciclo de la milpa debió desarrollar estos hábitats de maneras útiles y benéficas para los habitantes. El grano necesario en la forma de maíz no es suficiente para dar cuenta de todas las necesidades de los hogares. Los productos domésticos, la construcción de casas y la nutrición balanceada requieren de un paisaje repleto de recursos variados de temporada para la vida diaria. Por ejemplo, dentro del jardín forestal hay árboles frutales y de frutos secos con cáscara, producción de palmas, y además campos de verduras, los cuales son suministro importante de alimentos (Lentz et al. 2012; Wyatt 2012). El valor de los árboles en los jardines caseros y las selvas manejadas se ve ejemplificado por los árboles frutales caracterizados como los “huertos de los ancestros” en la tumba de Pakal en Palenque, que muestra grabados de árboles de aguacate, cacao, mamey, nance y guayaba (Schele y Mathews 1998: 119-120). Todos estos árboles frutales son comunes y valorados en los jardines tradicionales y en la selva actual.



**FIGURA 5.10.** (Arriba y frente a la página) El ciclo del jardín forestal maya crea bosques maderables valiosos con una sucesión manejada, Petén, Guatemala (Macduff Everton)



Hemos afirmado que en el ciclo del jardín forestal milpero la inversión más intensiva es en la labor de destreza, la cual trae mayor productividad al campo abierto e incrementa el área de cobertura forestal. La diversidad de la cubierta terrestre, desde las zonas residenciales hasta las selvas maduras, crea hábitats para los animales y en turno enriquece la dieta maya. Sin duda, la investigación ha demostrado que el consumo de animales era parte habitual de la dieta, y el suministro de carne era confiable y consistente (Emery 2004, 2010; Emery y Thornton 2008, 2012, 2014; Greenberg 1992; White y Schwarcz 1989). Los análisis de la fauna de la región demuestran que los animales usados por los mayas se encontraban por todo el ambiente desde los campos hasta la selva (Emery y Thornton 2008). Además, la diversidad de especies se mantuvo estable durante el período Clásico sin ningún cambio en hábitos de subsistencia o en cubierta terrestre para el área del Petexbatun (Emery 2004, 2010: 269-

272; erróneamente reportado en Turner y Sabloff 2012: 13910), y esta conclusión concuerda con nuestro modelo del paisaje maya.

Interesantemente, la evidencia del uso del hábitat para la procuración animal se extiende desde las áreas residenciales hasta los campos agrícolas, bosques secundarios y selva madura (Emery y Thornton 2008, 2012, 2014), un mosaico que corresponde con las cualidades del ciclo de la milpa. En nuestra revisión del modelo de El Pilar, la selva madura forma la mayor parte del paisaje total (Figuras 5.7-5.9). Los datos del uso de animales, sin embargo, presentan una preferencia distinta para la caza en campos y hábitats de bosques secundarios (Arias Reyes 1995a; Everton 2012:76; Greenberg 1992; Kintz 1990; Hernández Xolocotzi et al. 1995:63-64). Las zonas que podrían proporcionar a los campesinos la oportunidad de cazar serían precisamente aquellas que frecuentaban en su trabajo diario, como el jardín casero infield, el outfield de maíz multicultivo y la sucesión inicial de áreas de restauración (Anderson 2005; Linares 1976; Ortega y Arias Reyes 2008; Romero-Balderas et al. 2006; Terán y Rasmussen 2009:309-321) mismas que recibían una atención más intensiva en tiempo de cosecha (Everton 2012:76).

Entender el ciclo de la milpa y el manejo de recursos al nivel del paisaje proporciona una mirada a cómo los mayas tradicionales, tanto antiguos como actuales desarrollan la economía de su hogar (Gliessman et al. 1981). El ciclo del jardín forestal milpero puede cumplir los requerimientos de maíz para las grandes poblaciones estimadas del periodo Clásico Tardío. El ciclo también proporciona la cubierta terrestre necesaria para manejar la fertilidad del suelo, el ciclo del agua y la biodiversidad tropical mientras se conforma una selva que beneficie a sus habitantes. Los ambientes diversos, particularmente la vegetación secundaria, también apoyaron hábitats en los cuales se cazaban animales (Emery y Brown 2012; Jacke y Toensmeier 2005).

Si conceptualizamos un registro de polen creado por el paisaje del ciclo del jardín forestal milpero, podemos ver que este es congruente con el registro de polen fósil actual descrito en la literatura (por ejemplo, Binford 1987; Hillesheim et al. 2005; Hodell et al. 2008; Mueller et al. 2009; Wahl et al. 2007). Los nuevos materiales arqueológicos y zooarqueológicos de los sitios antiguos también son consistentes con el paisaje que vislumbramos a partir de estos datos (Emery y Thornton 2012; Robin 2012). Con el establecimiento de los asentamientos a lo largo de las tierras altas bien drenadas, los

jardines caseros infield y la policultura cíclica de maíz outfield habrían de aumentar naturalmente la presencia de hierbas, precisamente como lo vemos en el periodo Clásico. La mayoría de los pastos nativos no son polinizados por viento. El maíz es el pasto principal que depende de la polinización por viento. Sin duda, una revisión del polen para el periodo Clásico no muestra algún cambio significativo en la proporción de los pastos de los periodos anteriores (Figura 3.4).

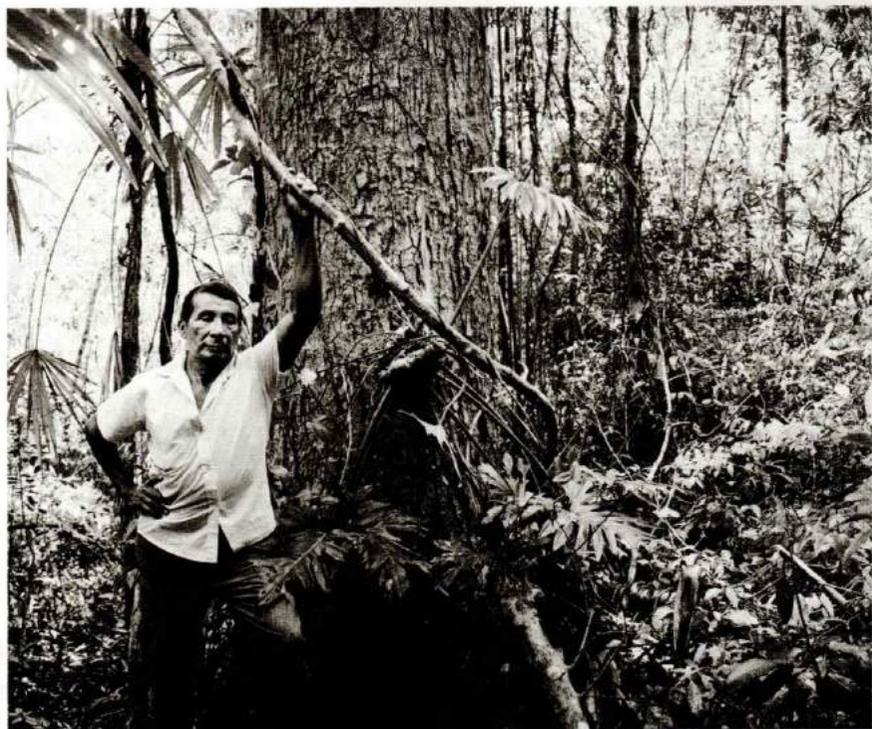
La expansión de residencias permanentes debió afectar los asentamientos campesinos concentrados en las tierras altas bien drenadas, favoreciendo árboles específicos, especialmente el zapotillo y el ramón. El zapotillo es polinado por insectos (Ford 2008:188) y no aparece en las secuencias de polen, sin embargo el ramón si es polinado por viento y es parte de la secuencia del polen fósil. Ambos son parte de los jardines caseros mayas, la presencia del ramón en las secuencias de polen cambia con el desarrollo de los asentamientos antiguos. Cabe señalar que de manera importante, cuando el cambio ocurrió hace 4,000 años durante el caos climático, se establecieron nuevos patrones de vegetación a lo largo del Clásico, particularmente visible en el polen de hierbas y del ramón. El uso de animales fue similarmente estable (Emery 2004, 2010; Emery y Thornton 2008). Después del llamado Clásico Terminal cuando no se mantuvieron ya los templos y palacios de centros regionales mayas, la arquitectura colapsada proporcionó un nuevo nicho para plantas pioneras como el ramón, que luego proporcionaban sombra a las hierbas y pastos. Interesantemente, la presencia de hierbas continuo hasta la conquista hace 500 años (ver Figura 3.4). Esto apoya la implicación de que el ciclo del jardín forestal milpero persistió incluso con el shock de la conquista de los españoles y las imposiciones de ésta sobre el sistema de subsistencia tradicional (Roys 1952).

El manejo de tierras boscosas en el contexto del ciclo de la milpa tiene raíces ecológicas históricas en la Selva Maya (Atrán 1993; Toledo 1990; cf. Conklin 1957). Los botánicos y agroecólogos reconocen los valores inherentes de las especies económicas de una selva con árboles cultivados (Apéndice B) y las reservas de los jardineros de la selva actual (Figura 5-11). Algunos, como el tinto, la pimienta, la caoba, y el chicozapote, han jugado papeles importantes en la economía del mundo (Schwartz 1990). De hecho, los árboles eran tan importantes para los mayas que fueron encomiados como



**FIGURA 5.11.** (Arriba y frente a la página) Zacarías Quixchan en su reserva con su caoba, Petén, Guatemala (Macduff Everton)

ancestros (Schele y Mathews 1998: 122), e incluso hoy la ceiba, *Ceiba pentandra*, aún se considera sagrada. En síntesis, la relación intencional y compleja de los mayas con su ambiente boscoso se refleja en las contribuciones esenciales del resiliente y flexible jardín forestal milpero.



## Capítulo 6



### La Agricultura Maya de Restauración: Conservación para el Siglo XXI

En base a nuestra exploración no queda duda sobre el papel que tuvieron los antiguos mayas en el enriquecimiento y composición de la selva, hoy reconocida por su biodiversidad e importancia económica. Sin embargo, la milpa tradicional maya que hemos descrito se ha visto mercantilizada y marginada. Actualmente, la conservación ecológica y los esquemas de desarrollo oficiales para la región obligan a la exclusión de la gente de la selva y a la expansión de estrategias de agricultura industrial, ambas garantizando la destrucción de la cobertura forestal. Lo anterior, sin comprender el valor del ciclo del jardín forestal milpero y los conocimientos tradicionales de los pequeños agricultores. De seguir este camino, los diseños de conservación para el futuro fallarán y se perderán tanto la Selva Maya como el conocimiento tradicional de sus guardianes, los pueblos mayas.

#### El paisaje co-creativo

Los sistemas agrícolas indígenas que se desarrollan con esfuerzo invertido en herramientas manuales dentro del contexto natural de los sitios crean un paisaje antropogénico. No se cuestiona que esto sea una verdad para los mayas y su selva, pero no habían sido exploradas

hasta ahora el alcance y la profundidad de esta co-creatividad. La importancia económica de la selva y la distribución de los sitios antiguos a lo largo de la región nos hablan directamente sobre la importancia de la integración de las relaciones humano ambientales. Nuestro análisis de la naturaleza en el jardín forestal milpero, nuestra discusión de las cualidades de los registros del polen y nuestra presentación del paisaje modelo han detallado los impactos cíclicos y han expandido la apreciación de la influencia de los mayas sobre su selva, pasada y presente. Ahora, sin embargo, estamos enfrentando impactos humanos catastróficos en la Selva Maya. La introducción del ganado y el arado, las plantaciones de monocultivos y juntos con ellos los pastos exóticos invasivos, han transformado la cobertura forestal que es tan vital para el ciclo del jardín forestal milpero (Gómez-Pompa y Kaus 1999). Hoy, las estrategias ecológicas introducidas por imposición han interrumpido el ciclo natural de sucesión, no sólo en la Selva Maya sino también a lo largo del mundo tropical (Chazdon 2014; Dean 2013; McElwee 2009; Nikolic et al. 2008; Siebert y Belsky 2014; Siebert y Belsky 2012). La capacidad de los mayas contemporáneos para influenciar la conservación de la selva en el futuro depende primero de reconocer su contribución a la restauración ecológica y segundo de incluirles en el proceso antes de que sea demasiado tarde (Diemont et al. 2011).

Hemos demostrado que el manejo estratégico del paisaje, comenzando por la selva y la selección decidida de la tierra para los campos agrícolas, la protección cuidadosa de los árboles en los campos y la inversión en el desarrollo de las fases perennes del ciclo sucesional – todos elementos ausentes en los esquemas de desarrollo occidentales – tienen como resultado vegetación de preferencia humana en la Selva Maya. También hemos demostrado cómo las estrategias del uso de la tierra mayas pueden sostener las altas densidades de población propuestas para los asentamientos prehistóricos, así como también el sistema del uso de la tierra ha dirigido la restauración de la selva mediante el manejo de la sucesión de las plantas por generaciones, siglos e incluso milenios. El uso de la tierra y el manejo maya produjeron la evolución duradera de comunidades de plantas y animales asociadas que persisten hoy en día—el bioma de la milpa. Las técnicas indígenas para el corte, poda, copeo y desmochado de árboles y arbustos perennes dentro del ciclo de un complejo de campos anua-

les dispersos crearon una selva resistente. No sólo había ahí una preferencia por frutas perennes, los mayas también impulsaban la regeneración y la germinación después de la práctica de la “tumba y quema” que nosotros preferimos llamar “selecciona y cultiva”. Esta es una progresión en serie que conformó el jardín forestal maya.

Basados en nuestra investigación, análisis y modelos del uso de la tierra maya, hemos demostrado que la selva fue formada intencionalmente por la ecología humana, creando uno de los paisajes antropogénicos más diversos del mundo. Hoy la Selva Maya es un punto rojo en cuestión de conservación (Cincotta et al. 2000; Mittermeier et al. 2000). De su legado vivo. Los estudios de los huertos domésticos muestran que éstos están dentro de los sistemas domésticos más biodiversos del mundo (Campbell 2007).

Nuestra investigación no deja lugar a duda. El sistema de agricultura tradicional maya registrado hoy – el complejo milpa de policultivo agroforestal que describimos en el Capítulo 2 y su aplicación al ejemplo del paisaje de El Pilar del Clásico Tardío en los Capítulos 4 y 5, refleja las estrategias agrícolas sostenibles de la gente que ha vivido en la selva por 8,000 años. Hemos comprobado las señas de este sistema con múltiples líneas de evidencia: las estrategias contemporáneas, la paleoecología, los patrones de asentamiento y la composición forestal.

Ninguna línea de evidencia es suficiente. Por ejemplo, los datos del polen se han interpretado como si fueran una foto directa del paisaje en ese momento, cuando son éstos sólo una imagen del polen dispersado por el viento. No obstante, entendemos los usos potenciales de las series de datos y hemos utilizado sus cualidades multidimensionales para crear una nueva visión de la ecología humana maya, una que coincide con sus ascendientes del sistema político del periodo Clásico así como la de su desaparición, de todo ello dan cuenta las observaciones etnohistóricas al tiempo de la conquista. El jardín forestal milpero subsidió el crecimiento y el desarrollo de la civilización maya llevándola a su clímax entre 500 y 900 A.D. El mismo sistema experimentó cambios con los vaivenes y corrientes de las jerarquías, más aun así fue soporte de la continuidad ecológica reconocida por agroecólogos y botánicos economistas de la región hoy en día. Las estrategias de adaptación que los mayas experimentaron, aprendieron y desarrollaron fueron registradas por los españoles en el siglo XVI.

Gracias a esta flexibilidad, el sistema perseveró hasta nuestros días aunque están desapareciendo las prácticas de los tenaces tradicionalistas cuya sofisticación aun no es apreciada.

## **La ecología histórica maya antigua: replanteando los supuestos**

La motivación más importante para estudiar la prehistoria maya es delinear los aprendizajes del pasado que son relevantes para la condición de nuestra propia civilización (ver Diamond 2005, 2012; Redman 1999; Wilk 2013). Este ejercicio es un uso legítimo del conocimiento académico, aun así debemos ser precavidos para que nuestros propios intereses no distorsionen nuestra visión de los mayas y oculten las mismas revelaciones que estamos buscando. Aunque hemos enfatizado aspectos ambientales de la prehistoria maya, en realidad nuestro argumento va en contra de la visión ambiental excesivamente determinista. El trabajo de Demarest y otros (2004) acerca de los mayas del Clásico Terminal aporta un amplio testimonio tanto de las complejidades del colapso del clásico como de la importancia del sistema sociopolítico en los eventos dramáticos que vivieron los mayas de las tierras bajas alrededor del siglo X A.D.

Para recapitular la historia humano-ambiental, podemos ver que el desarrollo cultural de Mesoamérica y del área maya se relacionó con los cambios climáticos más grandes. Los datos paleoecológicos nos han dado amplia verificación de los cambios climáticos regionales más importantes al final del Pleistoceno hace entre 10,000 y 12,000 años, creándose las condiciones para la emergencia de la cultura ecológica mesoamericana de las tierras bajas. Un análisis de los datos regionales de la precipitación aportó evidencias de los cambios climáticos significativos que acompañaron este proceso. Después del calentamiento del Holoceno temprano vino un periodo de estabilidad climática durante el Máximo Térmico del Holoceno que coincidió con la ocupación arcaica en el Nuevo Mundo. Esto fue seguido por la variabilidad climática más extrema. Comenzando hace 4,000 años, representando un desafío importante para los habitantes de la Selva Maya (Ford y Nigh 2014), por no decir para el medio ambiente selvático entero. La respuesta humana inmediata a esta incertidumbre fue el desarrollo inicial de las comunidades agrícolas asentadas, y más

tarde, con el crecimiento poblacional, la organización jerárquica y la civilización urbana. Estas consideraciones obligan a la revisión de ideas – a las que algunos se apegan tenazmente – sobre la prehistoria de la Selva Maya.

Considerando los datos locales del área del Petén de la Selva Maya, los análisis del polen confirman la transición climática más importante al final de la última era de hielo. Pero no permiten enfocar los cambios en la cobertura forestal los cuales tuvieron mucho que ver con los asentamientos humanos, la actividad agrícola y el manejo adaptativo forestal. Mientras tanto los datos arqueológicos sugieren que la ocupación maya de la selva se intensificó gradualmente a lo largo de milenios desde el Preclásico temprano, no existe evidencia que indique que la actividad humana haya sido la fuerza significativa que haya llevado al cambio en la vegetación, la erosión del suelo o el cambio climático local a lo largo del curso de la prehistoria. Aun así los primeros cambios originados por la influencia humana en la selva, aunque sutiles, fueron duraderos.

Los argumentos presentados en este libro nos llevan a las siguientes cuatro hipótesis ancladas en nuestra interpretación de los datos arqueológicos, etnográficos, ecológicos y paleoecológicos disponibles:

1. La intensificación agrícola maya fue un proceso de 4,000 años de adaptación a la gradual desecación climática, interrumpido por periodos de inestabilidad y alternación climática marcados entre la sequía extrema y condiciones húmedas. Hace alrededor de 4,000 años, el aumento de la Oscilación Meridional de El Niño se reflejó en extremos climáticos regionales que catalizaron el desarrollo humano sobre el control del agua, la agricultura intensiva y la urbanización de la Selva Maya. Los extremos climáticos indujeron a los habitantes de la selva a buscar la estabilidad. Esto resultó en el establecimiento de los asentamientos preclásicos alrededor de fuentes confiables de agua, dando ascenso a las formaciones económicas y políticas asociadas con el urbanismo y la civilización Clásica.
2. A lo largo del Preclásico, los mayas vivieron desafiados por los periódicos extremos climáticos y probablemente por la hambruna, mientras que las poblaciones crecían a buen ritmo y las ciudades importantes – El Mirador, Cerros, Tikal y El Pilar –

tuvieron sus altibajos en diferentes tiempos. Donde las tradiciones que mantenían elites resultaron insostenibles, fueron abandonadas, especialmente al comienzo del siglo décimo. No hubo sobrepoblación ni destrucción de los recursos forestales. Las poblaciones mudaron particularmente como consecuencia de las aventuras militares de las elites, pero no hubo ningún colapso demográfico dramático en la región sino hasta el siglo dieciséis.

3. Comenzando el Arcaico, la agrosilvicultura maya sofisticada generó un paisaje de jardín forestal diversificado, caracterizado por etapas escalonadas de uso y de regeneración dirigida. Estas etapas son invisibles en los registros de polen, el cual reduce la interpretación a paisajes arborícolas y no arborícolas. Esto lleva a una propuesta errónea de deforestación, basada en la presencia o ausencia de una serie limitada de taxa. El uso del polen de la Morácea tipo *Brosimum* como indicador de la extensión de la cobertura selvática madura debe ser reconsiderado. Los indicadores esenciales muestran que los mayas vivieron y cultivaron en la selva, transformándola en un mosaico de paisajes dinámicos domesticados.
4. Los pequeños agricultores mayas, empleando técnicas de milpa de alto desempeño y de agrosilvicultura relacionada, crearon el jardín forestal. Este proceso comenzó en la selva antes del Preclásico y continuó durante la larga transición a las comunidades agrícolas asentadas. Incluso con el ascenso de los centros urbanos, las poblaciones dispersas permanecieron en la selva y fueron esenciales para la sostenibilidad y disponibilidad del uso de la tierra. Nosotros imaginamos una forma "galáctica" de urbanismo similar a aquella descrita para la Angkor prehistórica del Sureste de Asia o la del Amazonas de Sudamérica. Cuando las crisis políticas golpearon a la sociedad maya del Clásico, la población se retiró principalmente a los jardines forestales, dejando abandonados los centros de las elites. La despoblación después de la conquista española dio como resultado la selva salvaje contemporánea, donde la influencia sobre la composición y abundancia de la flora es demostrablemente, y se debe a la selección histórica de las especies de interés humano. Esto refleja la huella de los pequeños agricultores mayas quienes vivieron construyendo jardines forestales donde quiera que podían.

Las interpretaciones actuales de la agricultura maya antigua expresan una perspectiva eurocéntrica que ha sido ciega al legado cultural de la Selva Maya. Nuestra revisión de la evidencia apoya la hipótesis de que los ecosistemas de la Selva Maya son esencialmente antropogénicos, resultado de milenios de manejos selectivos. Los mayas pulieron las destrezas de los pequeños agricultores y su conocimiento durante 8,000 años de habitación continua en contacto íntimo con las tierras boscosas neotropicales. Lejos de amenazar su hábitat tropical, las destrezas y prácticas tradicionales de los mayas hoy ofrecen opciones valiosas para la conservación de la región y la sobrevivencia de la selva y su gente. Es la rápida desaparición de los jardineros forestales tradicionales – con su reserva de conocimiento ecológico tradicional – lo que más amenaza a la Selva Maya tal y como la conocemos.

## **La milpa post-colonial y la producción antimercantil**

Globalmente hoy, los pequeños agricultores, aquellos que trabajan un treinta por ciento de la tierras de cultivo y que producen al menos el 50% de las calorías alimenticias del mundo, ya no están más al centro de la toma de decisiones del sistema alimentario (Grupo ETC 2009: 1; Samberg et al. 2016). El mercado y las corporaciones financieras dirigen la producción, sin tomar en cuenta los intereses de los productores y consumidores. La persistencia de la milpa maya tradicional, así como otros sistemas de producción indígena alrededor del mundo (La Vía Campesina 2014), se ha convertido en una forma de oposición en respuesta a la globalización (Barkin 2002; ver también Scott 2009). El objetivo de este movimiento es posicionar a la gente que produce y consume alimentos al centro de los sistemas alimentarios. Para Mesoamérica, esto implica la cultura del maíz:

De los datos disponibles acerca de la producción de maíz y de otras experiencias en el trabajo del campo en [Mesoamérica], es claro que las comunidades rurales están activamente involucradas en un proceso complejo para construir sus alternativas productivas y sociales y así responder a los desafíos de la globalización... La persistencia... puede ser mejor interpreta-

da no simplemente como una reacción subjetiva del deseo de preservar las tradiciones campesinas, sino más bien como parte de una búsqueda colectiva de mecanismos para reducir la vulnerabilidad a muchos de los impactos negativos de la integración económica internacional. Las comunidades rurales están implementando sus propias estrategias... para diversificar sus economías regionales, para hacer la sociedad rural más viable, [involucrando] un amplio abanico de proyectos culturales y productivos específicos que ofrecen testimonios vívidos de la profundidad del compromiso de muchos grupos económicamente "pobres" para proteger sociedades únicas de cara al proceso global de integración y la consolidación social y económica (Barkin 2002:10).

A pesar del esfuerzo de miles de agricultores, y el hecho de que la mayor parte de la tierra en el área Maya aún es cultivada con maíz, el sistema milpa enfrenta hoy considerables desafíos. Donde aún se practica la milpa, ésta persiste encarando siglos de hostilidad oficial y acusaciones de atraso (Hernández Xolocotzi et al. 1995:565-566; 598-599). Aunque carecemos de estadísticas exactas, la mayoría de los investigadores notan la gradual pérdida de la diversidad de especies en la milpa contemporánea (Boege 2008). Algunos pequeños agricultores han aceptado el consejo de los técnicos del gobierno (ver Schlippe 1956; ix-x) y están gradualmente abandonando los policultivos, forzando un mayor número de plantas de maíz por área unitaria y tendiendo hacia el monocultivo de maíz.

La milpa ha perdido en gran parte su papel como centro y principio de organización de la actividad productiva de las familias mayas (Corzo Márquez y Schwartz 2008). Como ya hemos descrito, la milpa fue el elemento crucial de un agroecosistema que incluía el campo de maíz, el policultivo con el maíz como centro, y las tierras boscosas reforestadas protegidas, huertos y jardines domésticos. Con frecuencia el campo de maíz empobrecido genéticamente es todo lo que queda de lo que en algún momento fue una agroecología diversa. La milpa contemporánea convencional y desintensificada de familias marginadas sin tierras sólo refleja parcialmente el sistema original (comparar Conklin 1957), pero es un gesto defensivo para conservar la semilla y proveer elote y otros productos para el consumo doméstico.

Las técnicas agrícolas también han cambiado bajo la influencia de los proyectos de desarrollo financiados por agencias de desarrollo. Los fertilizantes químicos han sido incorporados a veces y la quema ha sido en gran parte suprimida por las presiones de los conservacionistas oficiales. El fuego ha sido usado sabiamente, y si se maneja de manera apropiada trae muchos beneficios a los campesinos que practican la rotación de cultivos (Nigh y Diemont 2013). La supresión del fuego, el cual se entiende como causa de los efectos más negativos ecológicamente por parte de estas presiones externas, cambia la ecología del ciclo del jardín forestal milpero. Este efecto de la supresión del fuego ha sido reconocido en otras regiones, tales como el noreste de los Estados Unidos, donde los bosques de robles están siendo reemplazados por pinos.

La hostilidad oficial a la milpa en la región maya no es la primera instancia de marginalización de pequeños agricultores. Esta la describe Iván Illich (1981) como la guerra contra la subsistencia, y Polanyi, refiriéndose a la desposesión de las tierras campesinas en Inglaterra del siglo dieciséis (*enclosure*), declara:

La guerra de los hogares rurales, la absorción de los huertos domésticos y los campos, la confiscación de los derechos de los “commons” (tierras comunales) desfavorecieron a la industria artesanal de sus dos pilares: los ingresos familiares y su origen agrícola. Mientras que la industria doméstica era complementada con las facilidades y servicios de un huerto, un trozo de tierra, o derechos de pastizales, la dependencia del trabajador en los ingresos monetarios no era absoluta; el huerto de papas o “rastrojo de ganso”, una vaca o incluso un asno en los “commons” hacía toda la diferencia; y los ingresos de la familia actuaba como una especie de seguro de desempleo. *La racionalización de la agricultura inevitablemente desenraizó al trabajador y socavó su seguridad social.* (Polanyi 2001 [1944]; nuestro énfasis)

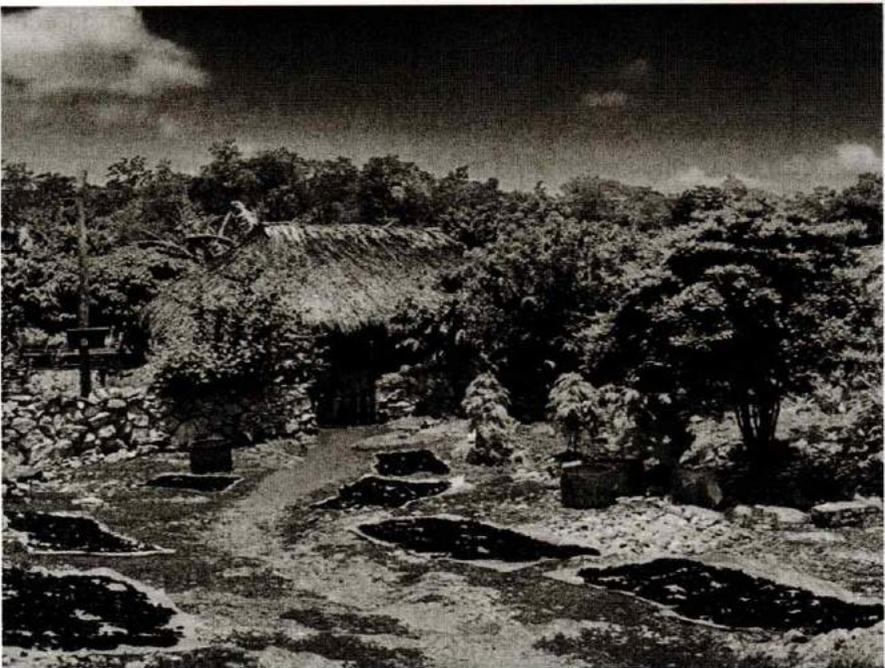
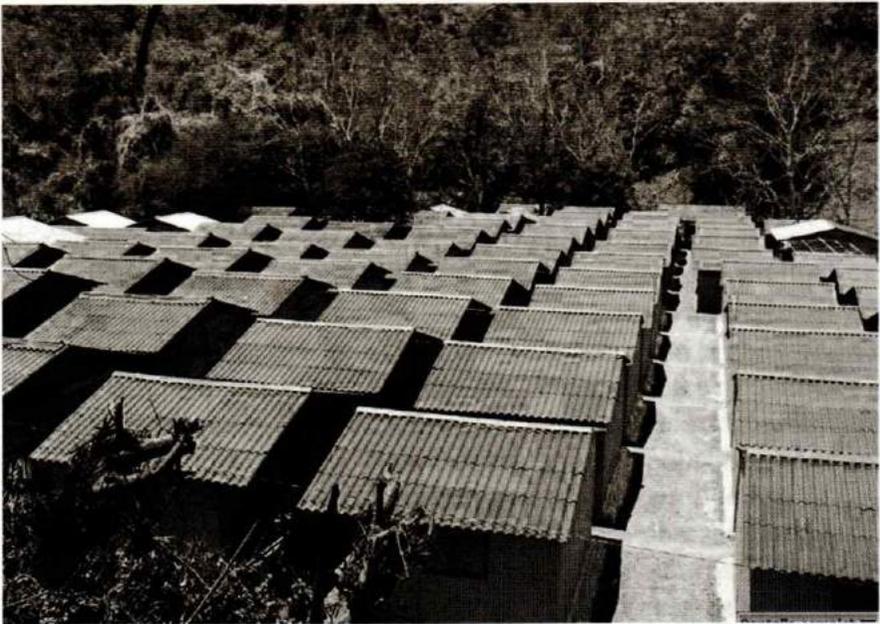
Los asuntos que afectan la sostenibilidad de la agricultura no son solamente ni incluso principalmente tecnológicos (Cleveland 2013). Hay también valoraciones sociales y políticas significativas.

La milpa, el sistema de producción primario de la agrosilvicultura maya; es hoy técnicamente muy similar a lo que se reconstruye del periodo prehispánico (ver Terán y Rasmussen 1995). Es el contexto social y político de la sociedad maya el que ha sido transformado en los 500 años a partir de la conquista. La mayor diferencia recae sobre todo en el valor que los sistemas sociales y políticos otorgan a los sectores agrícolas de la sociedad. En el periodo Clásico, la administración elite dependía de los pequeños agricultores dispersos para financiar la infraestructura cívica creciente. Este cambió se dio primero bajo los regímenes coloniales europeos, y después bajo las administraciones nacionales.

Como lo hemos certificado, la clase elite de los antiguos mayas valoraba e impulsaba necesariamente la milpa como la base de la estabilidad y el crecimiento social. Hoy en día, este ya no es el caso para los mayas, ni para ningún sistema de producción indígena (comparar Vietnam: McElwee 2009; Nikolic 2008; Sowervine 2004). La antigua elite maya aceptó y trabajó dentro de las implicaciones del jardín forestal maya, con su patrón de asentamiento disperso. El patrón centrifugo preferido por los campesinos de la milpa fue un desafío para el arte de gobernar (ver Scott 1998, 2009). Pero el éxito de la elite prehispánica era dependiente de un sistema que demandaba la dispersión poblacional en las mejores zonas agrícolas, pues no había alternativa.

Desde el tiempo de la política española de reducción (Farriss 1992; Schwartz 1990) a los proyectos de desarrollo modernos en las selvas tropicales (Nations 2006; Nations et al. 1999; Primack et al. 1998), las autoridades poscoloniales han intentado concentrar las poblaciones en centros controlados reconocidos por el estado (cf. Scott 1998). Este énfasis en aumento de la centralización está directamente relacionado con el descenso de la valoración de la producción tradicional de la milpa (Figura 6.1).

En un choque radical de su papel preeminente en la economía de la sociedad maya prehispánica, hoy el jardín forestal milpero es denigrado por los gobiernos como ineficiente. Aun así el maíz mesoamericano, flexible y adaptable continuó cultivándose como producto indígena para consumo local de los mayas. Es más, el maíz se estableció a lo ancho del mundo por el siglo XVII como parte del intercambio Colombiano, prosperó en los ambientes más diversos y se destaca



**Figura 6.1.** Ciudades rurales amontonadas sin jardín (arriba) versus casas tradicionales y jardines forestal (abajo) ([www.liderazgojuven.com](http://www.liderazgojuven.com) y Macduff Everton)

prominentemente en el comercio de materias primas internacionales (Warman 2003). Con distintas virtudes sobre otros granos, el maíz ofrece cosechas confiables, valores nutricionales altos y simplicidad de cultivo. El maíz hoy alimenta una multitud de pequeños agricultores por todo el mundo (Scott 2009:201-205).

El éxito del maíz y otros cultivos mesoamericanos en terrenos dispersos se ha transformado en un acto de resistencia, incluso de "agricultura de escape" como lo describió Scott (2009:187-231). Maat (2015) define como antimermercancías aquellos cultivos que son *commodities* principales, como el maíz o el arroz, y que también se producen en pequeñas tierras y sembradíos para uso local. Estos cultivos representan lo opuesto a las plantaciones de monocultivos dirigidos a los mercados comerciales globales.

Las antimermercancías han surgido bajo la sombra de la producción comercial y de las estrategias industriales que invaden los modos de vida y los mercados locales. Percibidos por 'el mercado' como insignificantes por su valor económico indefinido o incierto, la producción de las antimermercancías sucede en los sitios que son locales, indígenas, pequeños, fragmentados y aislados, en los márgenes del monocultivo comercial (Maat 2015). Aunque no se valora en la economía política dominante, la producción antimermercantil es con frecuencia vital para la sobrevivencia de la población rural, ya que es la fuente de trabajo accesible para los sectores agrícolas comerciales.

El maíz que comenzó dentro de un sistema de pequeños terrenos en la Mesoamérica antigua, es ahora un grano básico producido en el mundo entero (Warman 2003) dentro de un monocultivo industrial de alta tecnología (Sweeney et al. 2003; cf. Cleveland 2013). En este nuevo contexto, la milpa ha tomado el papel de antimermercancía. El jardín forestal milpero persiste para la provisión de la familia y la comunidad. Esto es, el maíz que viene del campo de la milpa no es mercancía, o *commodity*, incluso aunque sea en parcialmente comercializado a nivel local.

De hecho sería un error percibir la producción antimermercantil puramente como una actividad de autosubsistencia dedicada a sostener familias de agricultores. No debemos ignorar su importancia comercial para estas familias a nivel local. Los pequeños agricultores producen deliberadamente un excedente para el intercambio en los mercados locales y regionales. El maíz, como el arroz (Bray 2015);

Maat 2015), pueden ser una mercancía o una antimermercancía, dependiendo del contexto social, material y biológico de su producción.

Las variedades sembradas, así como las tecnologías empleadas, el uso que se le dará al producto e incluso la racionalidad económica aplicada a las decisiones de producción definen al maíz como mercancía o como antimermercancía:

La diferencia esencial entre la milpa del presente y la precolonial puede ser explicada por diferentes relaciones sociales de producción. En la sociedad anterior a la conquista, toda la tierra estaba dedicada al [sistema del jardín forestal milpero], y dado que era comunal, había mejor acceso a tierra fértil nueva. Lógicamente, la clase gobernante apoyaba el sistema milpa, que era entonces el único sistema, y esto invariablemente resultaba en una producción grande. La milpa de hoy, aunque estructuralmente similar, es sólo una sombra vaga del sistema que bien funcionaba ayer... Esto sucede por el hecho de que la clase gobernante, desde la conquista, ha hecho todo lo posible por erradicar el sistema milpa "ineficiente" y a substituirlo con un tipo "eficiente" de monocultivo. (Terán y Rasmussen 1995:378).

El proceso referido por Terán y Rasmussen es una reminiscencia de los efectos de dislocación de la expansión de la producción de la economía comercial capitalista global. Las variaciones en intensidad, diversidad y productividad de la milpa tradicional, particularmente ilustradas en el caso del Lakantún pero también otros, contrastan con la milpa comercial encontrada en la mayor parte de Mesoamérica y en el área maya de hoy. La milpa convencional contemporánea toma forma en gran parte ante los desafíos de la tenencia de la tierra y las demandas laborales no agrícolas (p. ej. Daniels et al. 2008; Parsons et al. 2009). Alejandro Nadal indica:

Hoy, bajo presión económica por todos los lados... los productores están cambiando hacia una versión distorsionada de la milpa tradicional. La razón para lo anterior es que las cosechas parecen incrementar, aunque no lo suficiente para reducir la difícil situación de las familias campesinas. En esta

transformación, el monocultivo se convierte en la principal característica del sistema de producción, los insumos agroquímicos se vuelven una necesidad, y el antiguo método basado en la diversidad agrícola comienza a desaparecer (cita en Wise 2007:9).

Por supuesto que hasta las formas distorsionadas bajo condiciones extremas demuestran la flexibilidad y adaptación del agroecosistema de la milpa. La campaña ideológica que han librado las agencias de desarrollo gubernamentales y los conservacionistas en contra de la agrosilvicultura tradicional revelan una profunda ignorancia de la naturaleza de la milpa de alto desempeño (cf. De Schlippe 1956). La promoción de los métodos “modernos” tales como el uso de los fertilizantes y herbicidas, socavan las prácticas tradicionales, reduciendo la agrobiodiversidad que podría enriquecer la dieta y por tanto convierten la milpa en un área tóxica donde la familia maya no puede laborar con seguridad. Los agricultores mayas han sido reprendidos los últimos 500 años con la idea de que su forma de cultivo de tumba y quema es primitiva, y los que elaboran las políticas oficiales han intentado constantemente “sedentarizar” la milpa hasta acabar con el ciclo. No consiguen entender la importancia de los ciclos de sucesión de los bosques secundarios de un régimen sostenible que mantiene la fertilidad y la biodiversidad.

Enfocándose exclusivamente en el maíz como “grano básico”, las autoridades han considerado que la milpa tiene baja productividad. Ignoran o no toman en cuenta la gran variedad de alimentos y materiales que se producen constantemente en este sistema en todo el ciclo (cf. Bray 1994). Esta sostenibilidad sin duda se logra a través de una tecnología simple de baja inversión. A pesar del papel subordinado del jardín forestal milpero en la economía capitalista contemporánea, las formas tradicionales perduran y son estructuralmente similares a sus versiones históricas, demostrando la importancia y capacidad de adaptación de este sistema de producción indígena en la Selva Maya.

La diversificación de la producción de alimentos por los campesinos no es sólo un movimiento para defender la soberanía alimentaria, sino como Maat (2015) señala, es también clave para la producción de materias primas en su totalidad dentro de la economía capitalista. Sólo la diversidad de los bancos de semillas puede prote-

gernos de los monocultivos destructivos (Turrent et al. 2012; Wise 2010). Las antimercomías pueden ser vistas como un movimiento estratégico en contra de la guerra hacia la economía de subsistencia (cf. Polanyi 2001 [1944]), al mismo tiempo que proveen comida para millones.

## **El futuro de la milpa maya**

Los impactos ambientales de la agricultura industrial son importantes (Nadal y Wise 2004; Weis 2010). Los conservacionistas están preocupados por la pérdida de la biodiversidad, incluyendo la agrobiodiversidad, así como por el daño a la polinización, la formación de suelo y los ciclos biogeoquímicos que sostienen la fertilidad. El uso de químicos y la gran dependencia sobre combustibles fósiles resultan en emisiones de gas invernadero. Finalmente y de manera crítica, el sistema alimentario de materias primas industriales ha provocado el desplazamiento de los pequeños agricultores, principalmente a partir de los grandes subsidios gubernamentales para agricultores comerciales, y que no reciben los pequeños agricultores (Roberts 2008; Weis 2010).

La actual fe universal en el bajo costo y eficiencia del sistema alimentario industrial parece un error a luz de las investigaciones recientes (Cleveland 2013). Los beneficios percibidos de la tecnología moderna para la producción alimentaria y agrícola son engañosos y están plagados de un número de contradicciones biofísicas que ponen en duda su sostenibilidad (Weis 2010). Una reflexión cuidadosa sobre estas contradicciones nos lleva a proponer las estrategias de la tecnología de la milpa como soluciones confiables para alimentar la creciente población del mundo del siglo XXI (p. ej. Wilson 2002).

Los costos escondidos de la agricultura industrial normalmente no se ven incluidos en los cálculos económicos de eficiencia. Estos costos se pagan por la sociedad a la larga dados los efectos sobre la salud y el bienestar comunes (Weis 2010) que incluyen entre otros la obesidad, enfermedades cardiovasculares y diabetes (por ejemplo, Ames 2006; Reaven 2005). Otros costos son más directos y pueden afectar la productividad de los sistemas así como también la calidad de los alimentos y la nutrición (Benbrook et al. 2008; Halwell 2007).

La contaminación es una amenaza a la salud humana y ambiental. Irónicamente, un porcentaje importante del fertilizante de nitrógeno aplicado en los monocultivos industriales es emitido o filtrado al aire y al agua subterránea, creando serios problemas de contaminación (p. ej. Carberry et al. 2013). Los pesticidas y desechos agrícolas pueden contribuir aún más a la contaminación.

Se suma además el aumento a la erosión del suelo y la compactación provocados por el cultivo con maquinaria pesada, el uso de los monocultivos intensivos, el agotamiento de la materia orgánica del suelo, y la salinización del agua y del suelo por la irrigación y los fertilizantes minerales (Montgomery 2007<sup>a</sup>, 2007b; Scholes y Scholes 2013). La irrigación también causa una sobreexplotación de los acuíferos y, en las costas, la infiltración del agua de mar en las aguas frescas subterráneas. Estos factores indican que las formas actuales de la agricultura industrial son insostenibles.

Si tomamos en cuenta estos costos ecológicos y humanos reales y los comparamos sistemáticamente con la milpa maya intensiva, vemos que la milpa no es ni primitiva ni improductiva y que es positiva para la salud humana y su ambiente. Los alimentos producidos por la milpa son de alta calidad, y están basados en la fertilidad natural mantenida por el ciclo del jardín forestal, donde las tierras boscosas regeneradas continuamente restauran los minerales y la materia orgánica. La alta biodiversidad vuelve innecesarios los pesticidas y causa que todos los desechos sean reciclados en el campo. El agua se maneja por la conservación de la vegetación y por la infiltración del agua de lluvia almacenada en el suelo. Se mantiene una relación sana y natural con los animales que son atraídos a la vegetación secundaria del jardín forestal milpero, resultando en una clase de semi-domesticación basada en el paisaje. La dependencia en los combustibles fósiles es inexistente y lejos de contribuir a las emisiones de gas invernadero, la milpa maya reserva carbón a largo plazo en el suelo (Nigh y Diemont 2013).

Significativamente, la milpa y su diversidad proveen de sustento a las familias campesinas y aportan un excedente de alimentos al mercado local. Los pequeños agricultores generan la mayoría de los alimentos del mundo en una fracción de la superficie de tierra (FAO 2014a). No queda duda de que éstos representan el mayor potencial para incrementar la producción alimentaria a través de los

métodos agroecológicos indígenas, mientras que la agricultura industrial está llegando a sus límites en muchas dimensiones y amenaza la seguridad alimentaria mundial (Altieri y Toledo 2011; Cleveland 2013; IFAD 2014; Turrent et al. 2012).

La producción indígena de alimentos está basada en conocimientos ambientales críticos y locales que pueden ayudar a sostener las crecientes necesidades alimentarias del mundo. Se ha sido asumido comúnmente que el jardín forestal milpero maya es destructivo para los recursos naturales. Considerando la investigación presentada aquí, esta visión es completamente desinformada. Milenios de experimentación y décadas de investigación empírica demuestran la flexibilidad sofisticada del jardín forestal milpero.

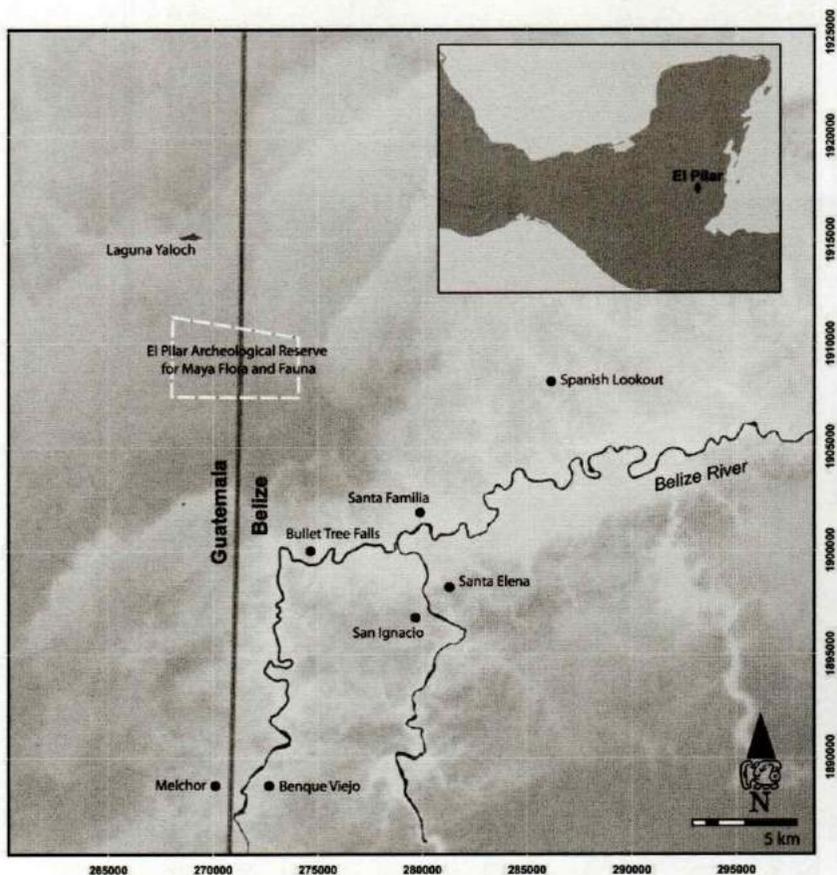
Aun así la agrosilvicultura de la milpa parece violar la narrativa maestra de nuestros tiempos: la incesante marcha del progreso desde los recolectores-cazadores hasta una compleja agricultura sedentaria (Johnson y Earle 1987; Scott 2009: 187-190; Service 1962, 1975). Esta visión eurocéntrica asume que la civilización occidental representa la cima del progreso humano (Crosby 1986) y que las culturas en desaparición solo pueden aspirar a emularla (Diamond 2012; Wilk 2013). No sólo en la mente popular, sino también en la visión de los científicos, políticos y técnicos, la agricultura industrial capitalista es el estándar incuestionable de producción; todas las formas previas existentes, en esta visión, están para ser reemplazadas.

Debemos defender el jardín forestal milpero así como los sistemas sofisticados de ecología humana nativos de cada lugar. Su complejidad, sutileza y contribuciones a nuestro equilibrio ambiental son elementos críticos para nuestro futuro. Reconociendo la complejidad de la agroecología tradicional (Martínez y Rosset 2010; Vandermeer y Perfecto 2013), un número creciente de organizaciones se ha dedicado a defender la agricultura sostenible a pequeña escala, como lo hace La Vía Campesina (LVC 2014). Esto es particularmente importante en los trópicos, los cuales representan una de nuestras últimas fronteras terrestres (Altieri 1995, 2002; Altieri y Toledo 2011). Abordando de manera crítica la necesidad del mundo desarrollado por expandirse aunado a la preocupación por la biodiversidad, vemos académicos intentando influenciar a quienes elaboran las políticas a favor de los pequeños agricultores (Chazdon et al. 2009). Ellos han identificado métodos individuales y sus aplicaciones por ejemplo, el

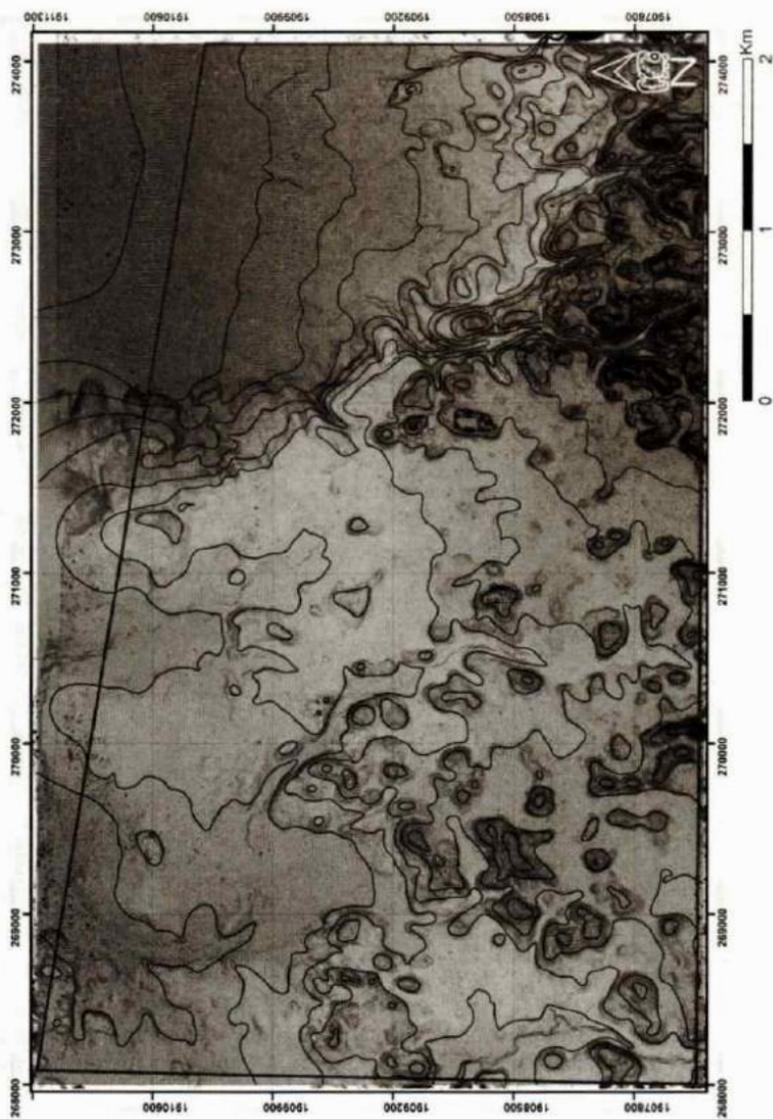
caso de las cercas vivas en los trópicos. Más agricultores significa más cercas vivas y con ellas, más pájaros y más selva en regeneración.

Hay también un creciente interés en el turismo responsable donde los viajeros desean comprender asuntos ambientales locales, y hacer una contribución al bienestar local, participando en las actividades comunitarias. En el área maya, la cultura y la naturaleza son los factores principales para el desarrollo de los destinos turísticos. Gracias a su flora y fauna maya, la Reserva arqueológica de El Pilar, localizada alrededor de la ciudad antigua maya de El Pilar, es lugar así (Figura 6.2), (Figuras 6.3 y 6.4). El área protegida, abierta a los visitantes, caracteriza la *Arqueología bajo los árboles* (Explorando Soluciones Past 2014) así como la casa maya y el jardín forestal (Centro de Investigaciones Mesoamericanas 2014). Situada en la problemática frontera entre Guatemala y Belice, el sitio más importante maya y la selva que lo rodea es compartida entre dos naciones a lo largo de una sola área de recursos naturales y culturales: la Selva Maya. Formalmente registrada en ambos países en 1998 y desarrollada con un marco de manejo adaptado (CONAP 2004; IA 2006; MARC 2014), las reserva de 2,000 hectáreas ha protegido los recursos naturales y culturales del sitio, y a partir del establecimiento de sus límites, la vida silvestre ha regresado a la selva (Figuras 6.3, 6.5-6.7). En El Pilar, se reconoce La Selva Maya como la una creación de los mayas antiguos y está conectada a los campesinos tradicionales del área que la rodea (Ford 2010, 2011a, 2011b; Ford et al. 2005; Ford y Havrda 2006; Ford y Knapp 2011; Ford y Nigh 2009). El paisaje se vuelve parte de la experiencia del visitante y se relaciona con los jardines forestales comunitarios cercanos, con el objetivo de que reconozcan a los jardineros maestros de la selva y se eleve la importancia del jardín forestal milpero en la conservación de la selva actual (Ford y Ellis 2013; Ford et al. 2005; ver también McAnany y Parks 2012; Stump 2013).

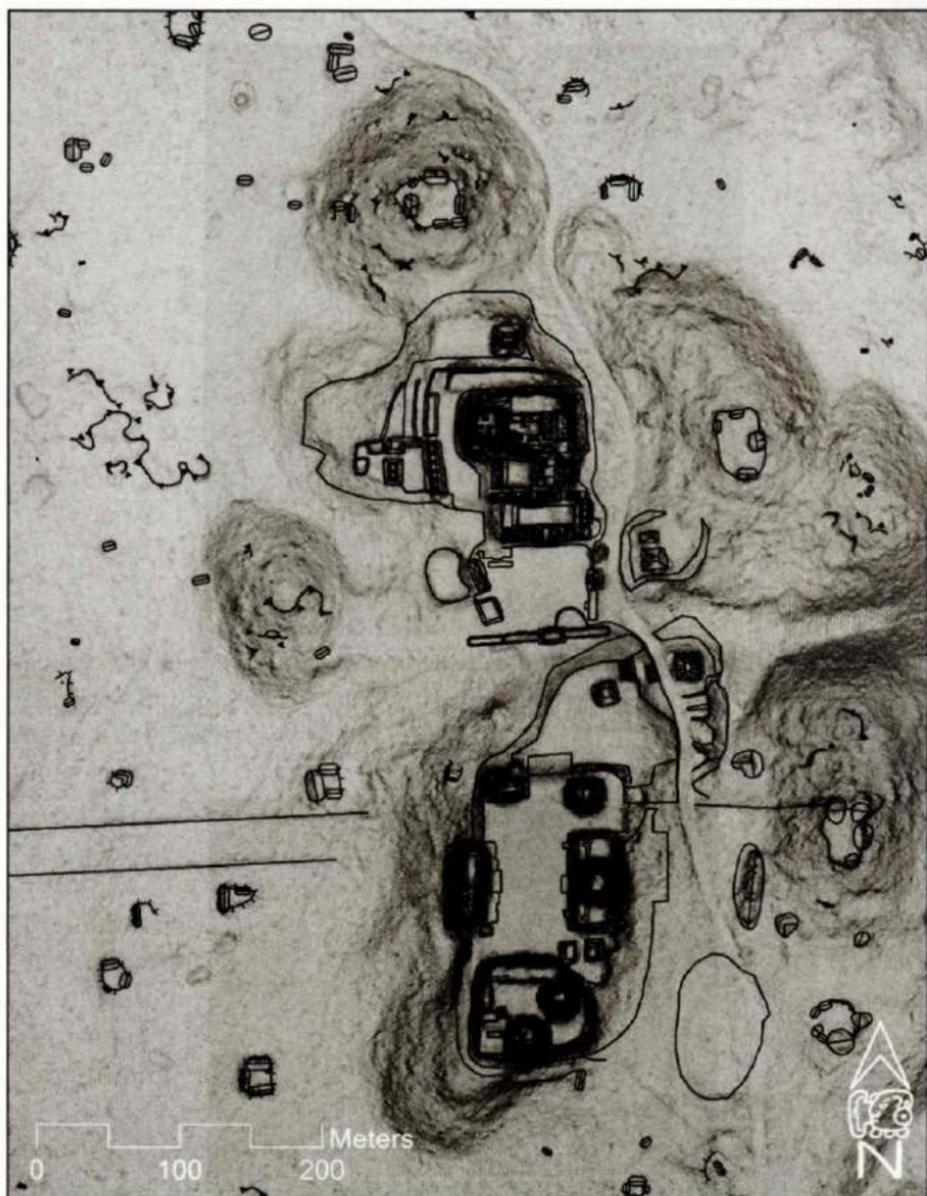
Aun así no está claro el futuro de la milpa en el siglo XXI. Aunque alguna forma de milpa se mantiene como el tipo de siembra más extendida en el área maya, es solo uno de entre muchos otros sistemas. Estos incluyen operaciones de ganado industrial, monocultivos convencionales, huertos de cítricos comerciales y, recientemente, palmas africanas comerciales, así como ranchos hortícolas y en especial el cultivo de cacao orgánico, vainilla y café (ver Palerm



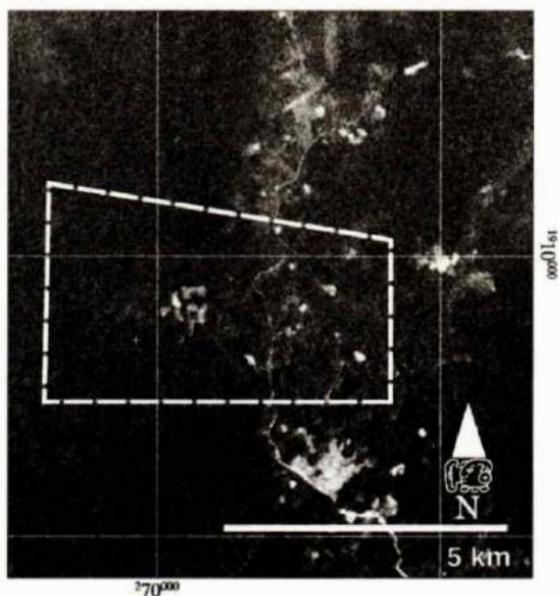
**FIGURA 6.2.** La Reserva Arqueológica de El Pilar para la flora y fauna maya haciendo puente en la frontera internacional de Belice y Guatemala. ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB



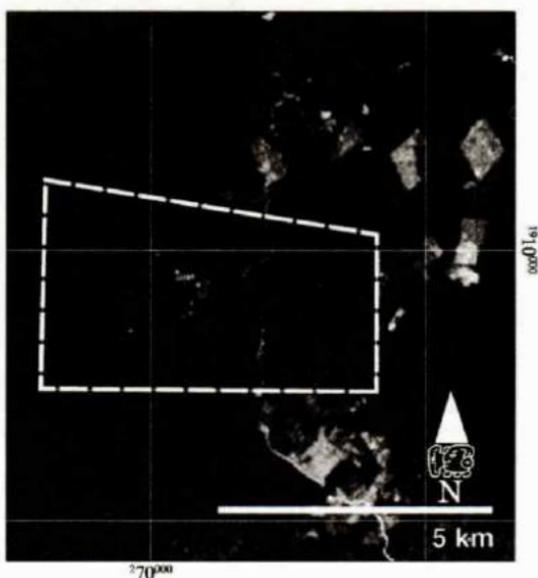
**FIGURA 6.3.** El parque contiguo abarca 2,000 hectáreas de hábitat de serranía y tierras bajas reflejado topográficamente con LiDAR (contornos de 10 metros). ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB



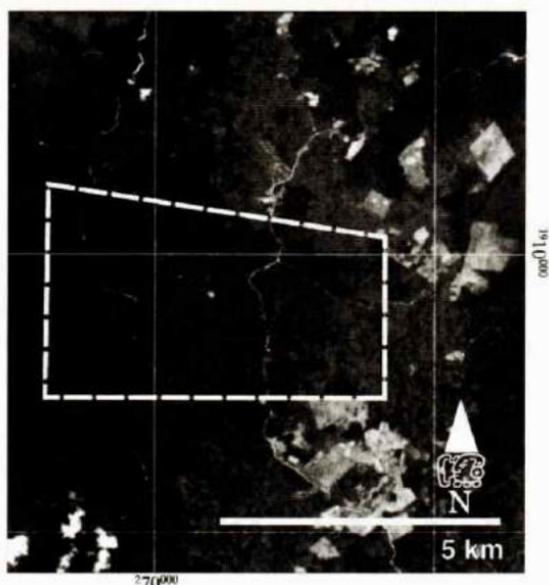
**FIGURA 6.4.** Relieve topográfico LiDAR revestido de un mapa tradicional de la ciudad maya de El Pilar. ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB



**FIGURA 6.5.** Vista 5 *Landsat* de 1994 de la Reserva Arqueológica de El Pilar antes del establecimiento de los límites del área protegida. ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB



**FIGURA 6.6.** Vista 7 *Landsat* de 2001 de la Reserva Arqueológica de El Pilar después de la declaración del área protegida en 1998 en Belice y Guatemala. ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB



**FIGURA 6.7.** Vista 8 *Landsat* de 2014 de la Reserva Arqueológica de El Pilar mostrando la integridad de la selva dentro y la fragmentación de la selva aumentada afuera de la reserva. ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

1967). Estos sistemas se pueden beneficiar de los conocimientos tradicionales de la milpa y del ciclo del jardín forestal. El manejo de suelo, la conservación del agua, el control de la erosión, la restauración ecológica y el mantenimiento de la biodiversidad son altamente relevantes a la creciente crisis alimentaria. Estos secretos necesitan ser comprendidos, impulsados y desarrollados.

Los campesinos indígenas tradicionales y los pequeños agricultores son capaces de mantenerse a sí mismos y proveer productos de calidad para mercados locales. La promoción de la modernización despliega una lastimosa carencia de conocimiento del valor de las tradiciones mayas, una comprensión sostenida hace mucho por agroecólogos y botánicos economistas (Hernández Xolocotzi et al. 1995:598-599). Conforme el imperialismo ecológico obtiene su momento y los mercados comerciales de consumo ignoran las respuestas que ofrecen los conocimientos locales, sólo crecen los desafíos para la preservación de los sistemas sostenibles. La amenaza más

grande para el futuro de la vida es la pérdida del conocimiento ecológico tradicional, del cual el jardín forestal milpero se encuentra entre los ejemplos más importantes.

En su modo de alto desempeño, la milpa maya es una forma de agricultura de restauración como la definió Shepard (2013:223, 273). Cada ciclo de producción resulta en abundantes productos para la subsistencia familiar, el intercambio y el tributo. El sistema también previene la erosión y la compactación, incrementa la fertilidad del suelo y construye reservas de carbón a largo plazo en el suelo y en la vegetación boscosa enriquecida. Un diálogo entre el conocimiento científico y el del agricultor tradicional es extremadamente necesario para construir paisajes de restauración productivos para el futuro de los trópicos en todo el mundo (cf. Cleveland 2013).

## **La restauración de la Selva Maya**

Las prácticas de conservación contemporáneas para las selvas tropicales se basan en un enfoque occidental: eliminar el elemento humano de la ecuación. Aun así la investigación ecológica y botánica en la Selva Maya revela un jardín colorido dominado por plantas de valor económico que son altamente dependientes sobre una interacción humana.

¿Cuáles son las consecuencias para la conservación de la Selva Maya, y del mundo en general, de hacer a un lado los valores tradicionales del uso de tierra? Las imágenes satelitales de la región demuestran muy claramente la trayectoria del crecimiento de la población en aumento con la expansión de pastizales y los campos de arado (Figuras 6.8 - 6.10). Los sistemas de pastos occidentales en expansión junto con el arado están eliminando la biodiversidad de la selva (TNC 2014). Reconocer la importancia de la participación comunitaria en la conservación es un buen comienzo, pero se debe incorporar el gran experimento de 8,000 años que representa la Selva Maya. Mientras que los campesinos tradicionales manejan la selva como si fuera su jardín, la tragedia de los commons prevalece a favor de la ganancia de los miopes (Hardin 1968). Los árboles nutridos que producen frutas para todos están siendo cortados para abrirle camino al desarrollo (ver Schwartz y Corzo Márquez 2015). La importancia

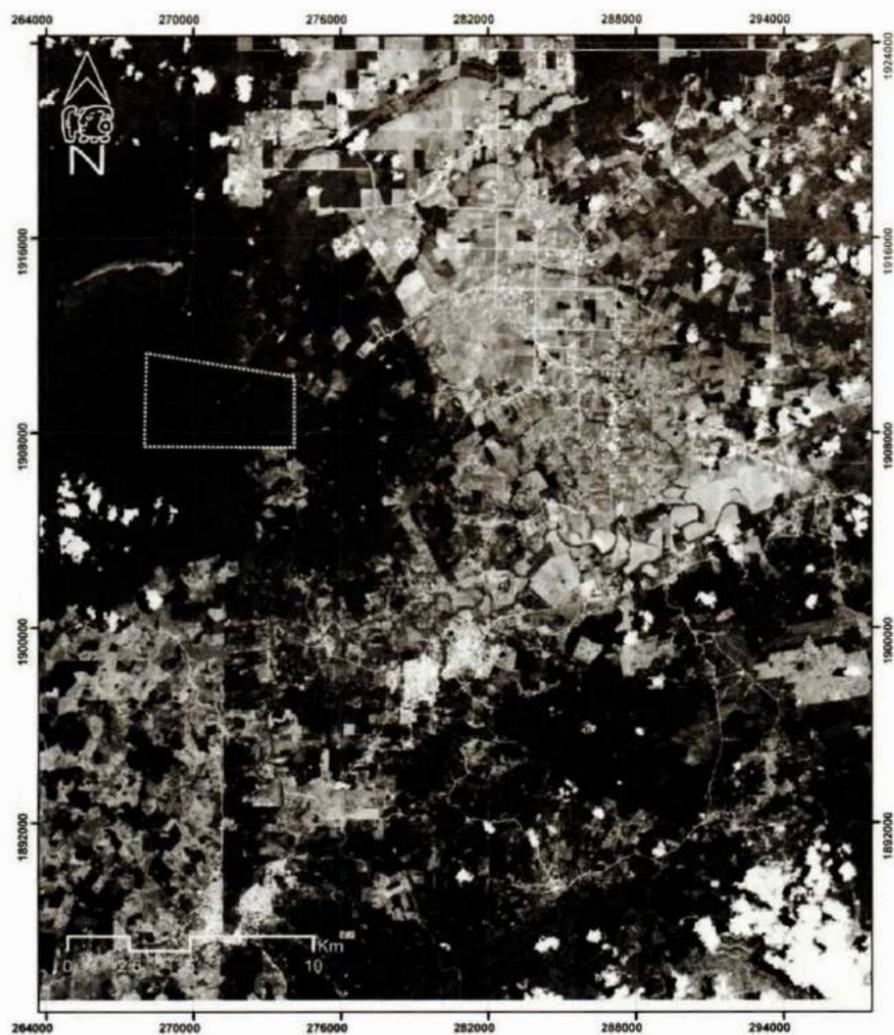
del conocimiento ecológico indígena no puede ignorarse. Este conocimiento acumulado del paisaje es lo que dio lugar a la Selva Maya. La conservación sin el ingenio de los jardineros de la Selva Maya erradicará los valores que dieron seguridad a esta civilización.



**FIGURA 6.8.** Vista 5 *Landsat* de 1994 rodeando El Pilar, con selva al occidente en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala, y áreas clareadas de pastizales y campos de arado al este en el Puesto de Vigilancia Español, Cayo Belice. ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

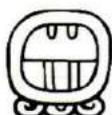


**FIGURA 6.9.** Vista 7 *Landsat* de 2003 rodeando El Pilar, con la selva al occidente y al norte de Melchor, Petén, Guatemala, y pastizales extendidos y campos de arado al este del puesto de Vigilancia Español, Cayo Belice. ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB



**FIGURA 6.10.** Vista 8 *Landsat* 2014 rodeando El Pilar, con la selva y la buena expansión agrícola al occidente en Melchor, Petén, Guatemala, y pastizales aún más extendidos y campos de arado al este en el puesto de Vigilancia Español, Cayo Belice. ©Centro de Investigaciones Mesoamericanas UCSB

## Apéndice A



### Canasta de Plantas Cultivadas en Mesoamérica

<b>Binomio, Especie o Nombre Científico</b>	<b>Inglés</b>	<b>Español</b>	<b>Maya</b>	<b>Usos</b>
<i>Acalypha arvensis</i> Poepp.	cancer herb, cat tail, field copperleaf	hierba de cancer	mis xiv	medicinal
<i>Agave fourcroydes</i> Lem.	sisal plant	henequén, agave	kih, kí	fibra
<i>Amaranthus caudatus</i> L.	tassel flower	Ataco	huautli	hierba
<i>Amaranthus dubius</i> Mart. Ex Thell.	Amaranth	quelite	kiltosh	comida, condiment
<i>Amaranthus spp.</i>	Amaranth	amor seco, bledo	xtess	ceremonial
<i>Ananas comosus</i>	Pineapple	Piña	p'ach	comida
<i>Anthurium schlectendahlíi</i>	pheasant's tail	cola de faisán	bobtun, tye-pe, xiv-tun-ich, xiv-yak-tun-ich	medicinal
<i>Aphelandra scabra</i> (Vahl) Sm. in Rees	indian head	anal grande, cabeza de indio	anal, anal-chae	ornamental
<i>Arachis hypogaea</i> L.	Peanut	cacahuate	kakawat	comida
<i>Aristolochia maxima</i> Jacq.	Florida dutchman's pipe	canastilla	wako aak'	medicinal

<b>Binomio, Especie o Nombre Científico</b>	<b>Inglés</b>	<b>Español</b>	<b>Maya</b>	<b>Usos</b>
<i>Arthrostemma ciliatum</i> Pav. Ed D. Don	Pinkfringe	pin-win	top-tuk	ornamental
<i>Asclepias curassavica</i> L.	bloodflower	gato, hoja de veneno	chushu-yu- shi, cuchilli- xiv, ka-ki- at'sum	medicinal
<i>Bauhinia herrerae</i> (Britton & Rose) Standl. & Steyerl	cowfoot, cowhoof	Guaco	ki-bix, malo kibish	medicinal
<i>Belotia mexicana</i> (DC.) K. Schum		capulin blanco	tao, tow	construcción, fertilizante
<i>Bixa orellana</i> L.	Annatto	achiote	ki'wil, k'uxub	comida, condimento
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Swartz	peacock flower	cabello de angel	chak sikin	ceremonial, medicinal, ornamental
<i>Calathea lutea</i> (Aubl.) Schult	Havanna cigar	platanillo	moxan	Paja para cubrir tejado, envoltorio
<i>Canna sp.</i> L.	canna lily	canna	sak wowoh	comida
<i>Carica papaya</i> L.	Papaya	papaya	p'ut	comida, medicinal
<i>Capsicum annuum</i> L.	hot pepper	chile	ik	condimento
<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	habanero pepper	chile habanero	kat ik	condimento
<i>Capsicum frutescens</i> L.	cayenne	chile del monte	maxik, ik	condimento
<i>Cestrum nocturnum</i> Ruiz and Pavon	night- blooming jasmine	huele de noche	ak'ab yon	comida, ornamental, medicinal
<i>Chenopodium abrosioides</i> L.	wormseed	epazote	k'oxex	hierba, medicinal
<i>Cnidocolus chayamansa</i> Mc Vaugh	tree spinach	chaya, chaya mansa	chaay, chayok	comida
<i>Cnidocolus aconitifolius</i> (Mill.) I.M. Johnson	wild chaya	chaya silvestre	ch'inch'in chay, saj, tsaaj	comida, medicinal

<b>Binomio, Especie o Nombre Científico</b>	<b>Inglés</b>	<b>Español</b>	<b>Maya</b>	<b>Usos</b>
<i>Combretum fruticosum</i> (Loefl.) Stuntz	monkey brush, yellow brush	flor de cepillo	xtabeché, xkanché	comida
<i>Crescentia alata</i> Kunth	calabash	jícara pequeña	wasluch	utensilio, medicinal, comida
<i>Crescentia cujete</i> L.	calabash	jícara	luuch	utensilio, medicinal, comida
<i>Crotalaria cajanifolia</i> Kunth	chipilin	frijolillo	yaax ooch, sat'ooch	comida, condimento
<i>Crotalaria longirostrata</i>	chipilin	chipilín	chepil ix	comida, condiment
<i>Croton draco</i> Schltld.	dragon's blood	sangre de dragón	chucum	medicinal
<i>Cucurbita argyrosperma</i> Pang.	cushaw pumpkin	pipián silvestre	xka o xtoo'p	Comida
<i>Cucurbita moschata</i> (Lam.) Poir	butternut	calabaza grande	xnuk k'uum	comida
<i>Cucurbita pepo</i> L.	field pumpkin, winter squash	calabaza dzol, calabacin	ds'ol, k'um	comida
<i>Cucurbita</i> spp.	squash	calabaza	xtoob, k'um, ts'ol, poir	Comida
<i>Cydista aequinoctialis</i> L.	garlic vine		axux ak'	condimento
<i>Dahlia</i> sp. Cav.	dahlia	dahlia	ch'oliw	ceremonial, condimento, ornamental
<i>Duranta repens</i> L.	bluesky flower	velo de novia	xcambocoché	comida
<i>Echites yucatanensis</i> Millsp. ex Standl.		loroco de zope, cruz-ojo	kalis aak'	medicinal
<i>Eryngium foetidum</i>	Mexican coriander	culantu	remax	condimento, medicinal
<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch	poinsettia	noche buena	iik'il che'	ceremonial, condimento, ornamental
<i>Gonolobus</i> sp. Michx.		cuchamper	loch' op	fibra, comida

<i>Binomio, Especie o Nombre Científico</i>	Inglés	Español	Maya	Usos
<i>Gossypium spp.</i> L.	cotton	algodón	jtaman, piits'	fibra, comida, medicinal
<i>Hamelia patens</i>	Mexican firebrush	sanalotodo	ixcanan	Medicinal
<i>Hybanthus yucatanensis</i> Millsp.		cilantrillo	sakbakil kaan	condimento, medicinal
<i>Hylocereus undatus</i> (Haworth) Britton & Rose	strawberry pear, dragon fruit	pitahaya roja	wob, chakam	comida
<i>Indigofera suffruticosa</i> Miller	Guatemalan indigo	añil chiquito	ch'ooj	condimento, medicinal, pigmento
<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	sweet potato	camote	is, sac, kam, morado	comida
<i>Lagenaria siceraria</i> (Molina) Standley	bottle gourd	bule, guaje	leek, chuu	utensilio
<i>Lantana camara</i> L.	wild sage	palabra de caballero	petekin, ikilhaxin	hierba
<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	tomato	tomate	p'ak	comida
<i>Malpighia glabra</i> L.	wild crepe myrtle	pico de paloma	kib che, chi'	comida
<i>Manihot esculenta</i> Crantz	manioc	yuca	ts'lim	comida
<i>Melothria pendula</i> L.	watermelon rat, guadalupe cucumber	melón de ratón	sandia stulub, sandia tuul	comida
<i>Mimosa pudica</i> L.	sensitive plant, twelve o'clock plant	dormilona	guara kish	medicinal
<i>Mirabilis jalapa</i> L.	four-o'clock flower	maravilla	tutsuy xiw	ornamental
<i>Neurolaena lobata</i> (L.) Cass.	jackass bitters	trespuntas, mando de lagarto	kayabim, k'an-mank	medicinal
<i>Nicotiana tabacum</i>	tobacco	tobaco	k'utz	medicinal
<i>Nopalea cochenillifera</i> L.	prickly pear	nopal	tsakam	comida, medicinal
<i>Pachyrhizus erosus</i> L.	jicama, yam bean	jícama	ch'ikam, suri	comida

<b>Binomio, Especie o Nombre Científico</b>	<b>Inglés</b>	<b>Español</b>	<b>Maya</b>	<b>Usos</b>
<i>Parmentiera aculeata</i> K.	cucumber tree	cuajilote	kaat	
<i>Passiflora coriacea</i> Juss.	wild sweet calabash, bat leaved passion flower	ala de murciélago	maak xikin soots'	comida
<i>Passiflora edulis</i> Sims	passion fruit	Granadilla	chun ak'	comida
<i>Petiveria alliacea</i> L.	anamu	Zonillo	oay-che	repenlente, medicinal
<i>Petrea volubilis</i> L.	queen's wreath, purple wreath	machiguá	thathub	ornamental, medicinal
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	scarlet runner bean	ayocote	botil	comida, ornamental
<i>Phaseolus lunatus</i> L.	lima bean	comba, frijol lima	ibes	comida
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	common bean	Frijol	xmehenbuul, tsamá, bu'ul	comida
<i>Phyllanthus acidus</i> (L.) Skeels	otaheite gooseberry	ciruela costeña	po'ok	comida
<i>Piper aduncum</i> L.	matico	matico	pu-chúch	medicinal
<i>Piper auritum</i> H.B & K.	bullhoof, cowfoot, mexican pepperleaf	hoja santa, santa maria	Mak'olan, xmak'ulan	condimento
<i>Piper marginatum</i> Jacq.	marigold pepper, cake bush	cordoncillo	ya'ax pe'ejel che	medicinal
<i>Pithecellobium</i> sp	black beads	tucuy	chukum	construcción
<i>Plumeria rubra</i> L.	frangipani	flor de mayo	nicté	ceremonial, condimento, ornamental
<i>Portulaca pilosa</i> L.	pink purslane	verdolaga peluda	tsayoch	ornamental, medicinal
<i>Priva lappulacea</i> (L.) Pers.	catstongue	hierba del cancer, masote	tzayuntzay	medicinal
<i>Pyllanthus liebmannianus</i> Müll. Arg.	Florida leafflower	hierba de ojo	piix t'oom	medicinal

<i>Binomio, Especie o Nombre Científico</i>	Inglés	Español	Maya	Usos
<i>Rivina humilis</i> L.	pigeon berry	coqueta, coralillo, hierba mora, tomatillo	k'uxu'ub xiix	colorante
<i>Sagittaria lancifolia</i> L.	duck potato	lirio	cere	comida
<i>Salvia coccinea</i> Buc'hoz ex Etl.	sage	clavel	chatepec	hierba
<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Swarts	squash	chayote	k'iix pach k'uuum, p'ix	comida
<i>Sida acuta</i> L.f.	broomweed	escoba, escobilla	chichibe, mes-bel	Utensilio
<i>Sida glabra</i> Mill.	smooth fanpetals	malva	chichibe	ornamental
<i>Solanum americanum</i> Mill.	edible nightshade	yerba mora	ix ch'a yuk	Comida
<i>Solanum rudepannum</i> Dunal	orangeberry	hierba san cayetano	ts'ay ooch	comida
<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	blue vervain, wild verbena	verbena	cot-a-cam	medicinal
<i>Tagetes erecta</i> L.	marigold	flor de muerto	ixtupu	ceremonial
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	yellow trumpet bush	sauco amarillo	xk'anlol	condimento, medicinal
<i>Tradescantia spathacea</i> Sw.	moses in the boat	maguey sylvestre	chatsum	hierba
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	cow-itch	ortiga	laal	comida, medicinal
<i>Vanilla planifolia</i> Jacks. ex Andrews	vanilla	vainilla	t'sil	condimento
<i>Vigna unguiculata</i> L.	cowpea	chícharo tropical	xpelón	comida
<i>Vitis tiliifolia</i> Humb. & Bonpl. e x Schult.	wild grape	uva de monte	xta'kanil	comida
<i>Wedelia acapulcensis</i> Kunth	creeping oxeyes	cutumbuy	sajum	medicinal
<i>Xanthosoma yucatanense</i> Engl	malanga	malanga	makal, x-makal	comida, ornamental

<b><i>Binomio, Especie o Nombre Científico</i></b>	<b>Inglés</b>	<b>Español</b>	<b>Maya</b>	<b>Usos</b>
<i>Yucca gigantea</i> Lem	yucca	Yucca	isote	comida
<i>Zea Mays</i> L.	maize	maíz	ixim, nal	comida, ceremonial



## Apéndice B



### Árboles Privilegiados

<i>Familia</i>	<i>Especies</i>	<i>Tipo</i>	<b>Nombre Común Maya</b>	<b>Nombre Común en Español</b>	<b>Nombre Común en Inglés</b>
<b>Fabaceae</b>	<i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kuntze	arbusto o árbol	kan te' mo'	guajillo, cantemó	prairie acacia
<b>Fabaceae</b>	<i>Acacia collinsii</i> Saff.	arbusto o árbol	Subin	cuernero	bullhorn acacia
<b>Fabaceae</b>	<i>Acacia cornigera</i> L. Wild	arbusto o árbol	liscanal, zubin, huascanal	cornezuelo	bullhorn wattle, cockspur
<b>Fabaceae</b>	<i>Acacia Glomerosa</i> Benth.	Arbol	pal'liro, salam	espino de san pedro, palo de zorro	bastard prickly yellow, white tamarind
<b>Fabaceae</b>	<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth	árbol	ke-ich-che	tepame	feather acacia
<b>Fabaceae</b>	<i>Acaciella angustissima</i>	arbusto	waaxim		prairie acacia

<i>Familia</i>	<i>Especies</i>	<i>Tipo</i>	<i>Nombre Común Maya</i>	<i>Nombre Común en Español</i>	<i>Nombre Común en Inglés</i>
<b>Cactaceae</b>	<i>Acanthocereus pentagonus</i> (L.) Britton & Rose	Cactus	tsakam, num tsutsuy	organoalado de Pitaya	triangle cactus
<b>Arecaceae</b>	<i>Acoelorrhaphis wrightii</i> (Griseb. & H. Wendl.) H. Wendl. ex Becc.	palma	casiste, chi-it, papta, taciste	palma, prementa, primenta	palmetto honduras pimienta
<b>Fabaceae</b>	<i>Acosmium panamense</i> (Benth.) Yakovlev	árbol	ka che	samcuy, bálsamo	billy webb
<b>Arecaceae</b>	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart	palma	coyol, cocoyol, istuk, suppa	Coyol	
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Adelia barbinervis</i> Schlecht. & Cham.	arbusto o árbol	pak'aal che', sak oox		
<b>Adiantaceae</b>	<i>Adiantum tenerum</i> Sw.	helecho	ok-pick-ek-chi-chan, rocche-cwan	helecho, espuma, palo negro	
<b>Rubiaceae</b>	<i>Alseis yucatanensis</i> Standley	árbol	cacao-che, ison, zon, haas'che, ts'om	tabaquillo, mamey silvestre	
<b>Picramnieaceae</b>	<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	arbusto o árbol	xbesinic-ché, belciniché	corticuero	
<b>Ulmaceae</b>	<i>Ampelocera hottlei</i> (Standl.)	árbol	luin, sitz muk	cuerillo	

<i>Familia</i>	<i>Especies</i>	<i>Tipo</i>	<i>Nombre Común Maya</i>	<i>Nombre Común en Español</i>	<i>Nombre Común en Inglés</i>
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Anacardium occidentale</i> L.	árbol	tupi acajú	marañón	
<b>Annonaceae</b>	<i>Annona cherimola</i> Mill.	árbol	ek'mul, op, oop, pox, poox, ts'almuuy, ts'armuy	cherimoya	
<b>Annonaceae</b>	<i>Annona diversifolia</i> Saff.	árbol	Takob	guanabana	
<b>Annonaceae</b>	<i>Annona muricata</i> L.	árbol	p'op'osh, tak'ob, tak'op, tak'oop, takob	guanabana	
<b>Annonaceae</b>	<i>Annona purpurea</i> Moc. & Sessé ex Dunal	árbol	chak oop, pool boox, poox, oop che'hun, oop tsiimin	soncoya	woodpecker's or horse annona, wild annona, cowsap
<b>Annonaceae</b>	<i>Annona reticulata</i> L.	árbol	oop, tsulipox, k'an oop, ya'ax oop, pox, ts'ulimuy, ts'uli poox	annona blanca, annona colorado, annona del monte	custard apple
<b>Annonaceae</b>	<i>Annona spp.</i>	árbol	oop	annona	golden sugar apple
<b>Annonaceae</b>	<i>Annona squamosa</i> L.	árbol	ts'almuy, tsalmuy, dzalmuy	saramoyo	sweet sop, sugar apple
<b>Apocynaceae</b>	<i>Aspidosperma cruentum</i> Woodson	árbol	sa'-yuk	malerio, chichique, bayo	milady, my lady, red malady

<i>Familia</i>	<i>Especies</i>	<i>Tipo</i>	<i>Nombre Común Maya</i>	<i>Nombre Común en Español</i>	<i>Nombre Común en Inglés</i>
<b>Apocynaceae</b>	<i>Aspidosperma megalocarpum</i> Muell. Arg	árbol	peech-maax	malerio, fustan de vieja, chiquique blanco	mylady, white mylady
<b>Arecaceae</b>	<i>Astrocaryum mexicanum</i> Liebm. ex Mart.	palma	tuk-'u, ak-té, ak-t, chapay	lancetlla, pacaya, cocoyol	chocho palm, chapay
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	árbol	kulimche	jobillo, palo mulato	glassy wood
<b>Arecaceae</b>	<i>Attalea cohune</i> Mart.	palma	tutz, manaca	corozo	cohune
<b>Asteraceae</b>	<i>Baccharis trinervis</i> (Lam.) Pers.	arbusto	sisk'usts	romerillo	
<b>Fabaceae</b>	<i>Balizia leucocalyx</i> (Britton & Rose) Barneby & J.W.	árbol		jesmo	wild tamarind
<b>Fabaceae</b>	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	arbusto o árbol	tsulubtok	pata de vaca	pom pom orchid tree
<b>Fabaceae</b>	<i>Bauhinia jenningsii</i> P. Wilson	arbusto o árbol	chandzulu tok, cocohoof, dsuruktok, ts'ulubtok	lengua de vaca	cow tongue, snake plant
<b>Tiliaceae</b>	<i>Belotia mexicana</i> Schum.	árbol	tao	corcho colorado	

<i>Familia</i>	<i>Especies</i>	<i>Tipo</i>	<i>Nombre Común Maya</i>	<i>Nombre Común en Español</i>	<i>Nombre Común en Inglés</i>
<b>Boraginaceae</b>	<i>Bourreria oxyphylla</i> Standl.	árbol	chi-che, cacuche, sac-pa, sac-bay-eck, ter-eck-mas	roble blanco, laurel, lima del monte, palo de nance	strong-back
<b>Boraginaceae</b>	<i>Bourreria pulchra</i> (Millsp.)	árbol	bakal bo'		
<b>Moraceae</b>	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	árbol	masicaran, ox, ujushte, hach osh	capomo, copomo, macica, ramón, ramón blanco, ramón	breadnut, ramon nut
<b>Moraceae</b>	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	árbol	ba'am bax	ramón silvestre o cimarrón	wild or mountain breadnut
<b>Combretaceae</b>	<i>Bucida buceras</i> L.	árbol	Pukte	cacho de toro	bullet tree
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera penicillata</i> (DC.) Engl.	árbol		torote copol, aceitillo	indian lavender
<b>Malpighiaceae</b>	<i>Byrsonima crassifolia</i> Rich ex. Kunth	árbol	ch, chl, sacpan, zacpan, shinich	nance, nanci, nonce	golden spoon
<b>Fabaceae</b>	<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	árbol	kitin che	quebra hacha, rudo del monte, chaparral	axe master, bastard log-wood, peccary wood, peacock flower

<i>Familia</i>	<i>Especies</i>	<i>Tipo</i>	<i>Nombre Común Maya</i>	<i>Nombre Común en Español</i>	<i>Nombre Común en Inglés</i>
<b>Fabaceae</b>	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	arbusto o árbol	zink-in	cansic	bird of paradise
<b>Fabaceae</b>	<i>Caesalpinia yucatanensis</i> Greenm.	árbol	taa k'in che	caramayo	bastard billy webb
<b>Verbenaceae</b>	<i>Callicarpa acuminata</i> Kunth	arbusto o árbol	puk'in		mexican beauty-berry, black beauty-berry
<b>Calophyllaceae</b>	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	árbol	baba	barí, Santa Maria	Santa Maria
<b>Caricaceae</b>	<i>Carica papaya</i> L.	arbusto o árbol	p'ut	papaya	papaya, manbird papaya
<b>Salicaceae</b>	<i>Casearia nitida</i> Jacq.	arbusto o árbol	ximche, xmamben-che	chamiso, chilillo	smooth honeytree
<b>Fabaceae</b>	<i>Casimiroa edulis</i> La Llave & Lex.	árbol	yuy	mata-sano	white zapote
<b>Fabaceae</b>	<i>Cassia atomaria</i> L.	arbusto o árbol	xtu-habin		yellow candle wood
<b>Moraceae</b>	<i>Cassia grandis</i> L. f.	árbol	bookut, bukut	Carao	stinky toe
<b>Moraceae</b>	<i>Castilla elastica</i> Sessé	árbol	hule, kiikche, kikiche, kukche, yaxha	hule	wild rubber

<i>Familia</i>	<i>Especies</i>	<i>Tipo</i>	<i>Nombre Común Maya</i>	<i>Nombre Común en Español</i>	<i>Nombre Común en Inglés</i>
<b>Urticaceae</b>	<i>Cecropia obtuse-folia</i> Bertol.	árbol	k'axixkooch, kooche	guarumo	trumpet
<b>Urticaceae</b>	<i>Cecropia peltata</i> L.	árbol	a'kl, ixcoch, cho-otz, k'och	yagrumo	trumpet tree, shield-leaf pump-wood
<b>Meliaceae</b>	<i>Cedrela odorata</i> L.	árbol	kulché	Cedro	mexican cedar
<b>Malvaceae</b>	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	árbol	yaxche	ceiba	ceiba, kapok
<b>Cannabaceae</b>	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	arbusto o árbol	zidz-muc	garabato	iguana hackberry
<b>Areaceae</b>	<i>Chamaedorea pinna-tifrons</i> (Jacq.) Oerst.	palma	chib, chem-chem, xate, xal-a-cam	pacaya, guaya de cerro	San Pablo palm
<b>Areaceae</b>	<i>Chamaedorea seifrizii</i> Burret	palma	xate	palmera bambu	bamboo palm, reed palm
<b>Moraceae</b>	<i>Chlorophora tinctoria</i> L. Gaud.	árbol	kanklis-ché	mora amarilla	fustic tree
<b>Clusiaceae</b>	<i>Chrysophyllum caino</i> Brandegee ex Standl.	árbol	zikay, chiceh	caimito	wild star apple

<i>Familia</i>	<i>Especies</i>	<i>Tipo</i>	<i>Nombre Común Maya</i>	<i>Nombre Común en Español</i>	<i>Nombre Común en Inglés</i>
<b>Clusiaceae</b>	<i>Clusia flava</i> Jacq.	arbusto o árbol	chuunup, k'an chuunup	matapalo, memelita	strangler fig
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Cnidocolus Chayamansa</i> McVaugh	arbusto o árbol	tza	chaya	chaya, tree spinach
<b>Polygonaceae</b>	<i>Coccoloba belizensis</i> Standl.	arbusto o árbol	bob	uva montes, papaturro	wood grape
<b>Polygonaceae</b>	<i>Coccoloba uvifera</i> L.	arbusto o árbol	niiché	Uva	sea grape
<b>Areaceae</b>	<i>Coccothrinax readii</i> H.J. Quero	palma	náaj k'aax	Miraguano	mexican silver palm
<b>Fabaceae</b>	<i>Cojoba arborea</i> (L.) Urb.	árbol		Algarrobo	bahaman sibucú
<b>Combretaceae</b>	<i>Conocarpus erectus</i> L.	árbol	k'anche	botoncillo, mangle Prieto	buttonwood
<b>Boraginaceae</b>	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	árbol	bohun	laurel	spanish elm
<b>Boraginaceae</b>	<i>Cordia bicolor</i> A. DC.	árbol	bohun	sombra de ternero, nopo blanco	
<b>Boraginaceae</b>	<i>Cordia dodecandra</i> DC.	árbol	chack opte	ziricote	siricote, orange cordia
<b>Boraginaceae</b>	<i>Cordia gerascantus</i> L.	árbol	bochom, bojunche	laurel negro, barillo	

<i>Familia</i>	<i>Especies</i>	<i>Tipo</i>	<i>Nombre Común Maya</i>	<i>Nombre Común en Español</i>	<i>Nombre Común en Inglés</i>
<b>Chryso-balanaceae</b>	<i>Couepia polyandra</i> (Kunth) Rose	árbol	us piib	guayabito de tinta	baboon cup, baboon cap, monkey cap
<b>Bigoniaceae</b>	<i>Crescentia cujete</i> L.	árbol	hom, huaz	jícara	calabash, savannah calabash wild calabash
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Croton niveus</i> Jacq.	arbusto o árbol	copalché	uvitas	white stock
<b>Arecaceae</b>	<i>Cryosophila stauracantha</i> Heynh. R.J.Evans	palma	kum, akuum, mis	escoba	silver thatch
<b>Akaniaceae</b>	<i>Cupania belizensis</i> Hook	arbusto o árbol	chac pom	copal colorado palo de carbon	grande betty, red copal
<b>Annonaceae</b>	<i>Cybotalum mayanum</i> Lundell	árbol	muc	candelerero, guanabo	falsa annona
<b>Fabaceae</b>	<i>Dalbergia glabra</i> (Mill.) Standl.	arbusto o árbol	ahmuk', kibix		logwood brush
<b>Araliaceae</b>	<i>Dendropanax arboreus</i> L.	árbol	sacchacah, tziub	mano de leon	lion's hand, angelica tree
<b>Arecaceae</b>	<i>Desmoncus orthacanthos</i> Mart.	palma	bayal	ballal	basket tie-tie

<i>Familia</i>	<i>Especies</i>	<i>Tipo</i>	<b>Nombre Común Maya</b>	<b>Nombre Común en Español</b>	<b>Nombre Común en Inglés</b>
<b>Fabaceae</b>	<i>Dialium guineense</i> Willd.	árbol	we'ech	guapaque	velvet tamarind
<b>Ebenaceae</b>	<i>Diospyros anisandra</i> S.F. Blake	árbol	x-gagalche, ka-kalche, kakalche', pisit, uchulche, xnob che'	ébano	calamander wood
<b>Ebenaceae</b>	<i>Diospyros cuneata</i> Standl.	árbol	ka-kalche, siliil, sibil, uchulche', uchiche'	pepe-nance	
<b>Ebenaceae</b>	<i>Diospyros digyna</i> Jacq.	árbol	uch'	zapote negro	black zapote
<b>Fabaceae</b>	<i>Diphysa carthaginensis</i> Benth. & Oerst.	arbusto o árbol	susuck, tsutsuc	Brasilillo	rue, wild ruda
<b>Asparagaceae</b>	<i>Dracaena americana</i> Donn. Sm.	árbol	tuét	isote, isote del monte	drangon tree
<b>Boraginaceae</b>	<i>Ehretia tinifolia</i> L.	arbusto o árbol	bek	roble, arrayan, man-bimbo	cherry ehretia
<b>Fabaceae</b>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	árbol	pich, tubroos, petz'k'in	guanacaste, parota	ear-tree, monkey-soap
<b>Fabaceae</b>	<i>Erythrina standleyana</i> Krukoff	árbol	chacmolche	pito, colorin	coama wood, tiger wood

<i>Familia</i>	<i>Especies</i>	<i>Tipo</i>	<i>Nombre Común Maya</i>	<i>Nombre Común en Español</i>	<i>Nombre Común en Inglés</i>
<b>Myrtaceae</b>	<i>Eugenia ibarrae</i> Lundell.	arbusto o árbol	chilon-che	guaya-billo	
<b>Moraceae</b>	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth	árbol	koop'o chit, xkoop'o	amate negro	
<b>Moraceae</b>	<i>Ficus maxima</i> Mill.	árbol	amate	higuero	wild fig
<b>Rubiaceae</b>	<i>Genipa americana</i> L.	árbol	huito	jagua, genipap o, huito	genipap
<b>Fabaceae</b>	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	árbol	hotz	madre de cacao	quick stick
<b>Malvaceae</b>	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	árbol	taman	algodón	cotton
<b>Meliaceae</b>	<i>Guarea glabra</i> Vahl	árbol	bul-ba	cedrillo, cramante	wild orange, pink mahoga ny
<b>Annonaceae</b>	<i>Guatteria anomala</i> R.E. Fries	árbol	guela dauguixi, ek'baché	corcho negro, zopo	black balche
<b>Malvaceae</b>	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	árbol	pixoy, op chuhum	cualote, tapaculo	West Indian elm, guacima
<b>Rubiaceae</b>	<i>Guettarda combsii</i> Urb.	arbusto o árbol	tastab	arepa, verde lucero, manzanillo	glassy wood, glossy wood, green star, velvetse ed

<i>Familia</i>	<i>Especies</i>	<i>Tipo</i>	<i>Nombre Común Maya</i>	<i>Nombre Común en Español</i>	<i>Nombre Común en Inglés</i>
<b>Polygonaceae</b>	<i>Gymnopa dium floribun- dum</i> Rolfe	arbusto o árbol	ts'iits'il che	tzitzil- ché	bastard logwood
<b>Fabaceae</b>	<i>Haema- toxylum cam- pechia- num</i> L.	árbol	ek	palo de tinta, palo de campe- che	logwood dye wood
<b>Rubiaceae</b>	<i>Hamelia patens</i> Jacq.	arbusto o árbol	ixcanan, axcanan, canaan, chactoc, x-kanan, klaush	corali- llo, sanalo- todo, arbusto de color escarla- ta, indios	red polly- head, firebush, scarlet bush
<b>Malvaceae</b>	<i>Hampea stipitata</i> S. Watson	árbol	ts'uk tok	majagua	
<b>Fabaceae</b>	<i>Harvardia albicans</i> (Kunth.)B ritton & Rose	árbol	chucum		
<b>Olacaceae</b>	<i>Heisteria media</i> S.F. Blake	arbusto o árbol	silion	copal- che macho, nance cima- rron	wild cinna- mon
<b>Malvaceae</b>	<i>Helio- carpus ameri- canus</i> L.	árbol	chai	maja- guillo, majagua	Broad- leaf, moho
<b>Chryobal- anaceae</b>	<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	arbusto o árbol	chilimis, luyamche	grenada, palo de escoba	blossom berry, wild pigeon plum

<i>Familia</i>	<i>Especies</i>	<i>Tipo</i>	<i>Nombre Común Maya</i>	<i>Nombre Común en Español</i>	<i>Nombre Común en Inglés</i>
<b>Lamiaceae</b>	<i>Hyptis verticillata</i> Jacq.	arbusto o árbol	shkot kwai	san martin, hoja de martin	john charles
<b>Fabaceae</b>	<i>Inga jinicuil</i>	árbol	bitz	jinicuil	shim-billo, jinicui
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	árbol	k'umché	bonate	
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Jatropha curcas</i> L.	arbusto o árbol	sikir te	tuerca de barba-dos	barba-dos nut, purging nut, physic nut
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Jatropha guameri</i> Greenm.	arbusto o árbol	chipche, pomolche	piñon	hazel nut, wild physic nut
<b>Asteraceae</b>	<i>Koanophyllon albicaule</i> Sch.Bip. ex Klatt	arbusto o árbol	socha, xolexnuc	cordoncillo negro	black piper
<b>Asteraceae</b>	<i>Lasianthaea fruticosa</i> (L.) K.M. Becker	arbusto o árbol	ish-ta, shti-pe, zta-ach	margarita del monte	margarita
<b>Fabaceae</b>	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	árbol	guaxin	Guaje	white leadtree, white popinac
<b>Chryobalanaceae</b>	<i>Licania platypus</i> (Hemsley) Fritsch	árbol	succotz, sunco, urraco, sakatz	Sonzapote	monkey apple, sansapote, meson-sapote

<i>Familia</i>	<i>Especies</i>	<i>Tipo</i>	<b>Nombre Común Maya</b>	<b>Nombre Común en Español</b>	<b>Nombre Común en Inglés</b>
<b>Fabaceae</b>	<i>Lonchocarpus castilloi</i> Kunth	árbol	manchich	manchiche	black cabbage bark
<b>Fabaceae</b>	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Donn. Sm.	árbol	manchich	palo de guzano	white cabbage bark
	<i>Lonchocarpus yacatensis</i> Pittier	árbol	ya'ax xu'ul		lumber, honey medicine
<b>Malvaceae</b>	<i>Luehea speciosa</i> Willd.	árbol	k'an kaat	tepecacao	luchea
<b>Fabaceae</b>	<i>Lysiloma auritum</i> (Schltdl.) Benth	árbol	tsu	tamborcillo, palo de sangre quebracho	bastard mahogany
<b>Fabaceae</b>	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	árbol	tzalam, chalan, salam	Salom	rain tree, false tamarind
<b>Rubiaceae</b>	<i>Machaonia lindeni</i> Baill.	arbusto o árbol	k'uch'eel, k'an pok'ool che', tank'an che'		
<b>Annonaceae</b>	<i>Malmea depressa</i> (Baill.) R.E. Fr.	árbol	elemuil, eremuel, eremuilitz-imul, x-ele-muy	sufre-kaya, sufri-caya	wild coffee, che-che, chief of herbs, lance-wood

<i>Familia</i>	<i>Especies</i>	<i>Tipo</i>	<b>Nombre Común Maya</b>	<b>Nombre Común en Español</b>	<b>Nombre Común en Inglés</b>
<b>Malpighiaceae</b>	<i>Malpighia glabra</i> L.	arbusto o árbol	simche	cicerola	acerola, barba-dos cherry, manzana, wild crape-myrtle
<b>Sapotaceae</b>	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	árbol	hach ya	chico zapote, sapote, zapote, zapotillo, zapote	red sapodilla, sapodilla
<b>Phyllanthaceae</b>	<i>Margarita nobilis</i> L.f.	arbusto o árbol	ininche	mato palo, ramon macho	more, bastard madre cacao, bastard hogberr y
<b>Sapindaceae</b>	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	árbol	genip	limoncillo	spanish lime
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Metopium brownei</i> Jacq. Urb.	árbol	chechem, chen-chen	che-chem negro	black poison wood, Honduras walnut
<b>Muntingiaceae</b>	<i>Muntingia calabura</i> L.	árbol	pujam, puján, puján	cacaniqua, nigua, capulin blanco	capulin, jamaica-cherry tree, panama-berry, strawberry tree

<i>Familia</i>	<i>Especies</i>	<i>Tipo</i>	<i>Nombre Común Maya</i>	<i>Nombre Común en Español</i>	<i>Nombre Común en Inglés</i>
<b>Lauraceae</b>	<i>Myroxylon balsamum</i> L.	Árbol	na-ba	balsam	balsam
<b>Polygonaceae</b>	<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F. Blake	arbusto o árbol	sakitsa		
<b>Bombacaceae</b>	<i>Ochroma pyramidale</i> Cav. ex Lam. Urb.	árbol	polak, puh, chujum	corcho	balsa
<b>Araliaceae</b>	<i>Oreopanax obtusifolius</i> L.O. Williams	árbol	chac mo'ol chich	mano de leon	
<b>Malvaceae</b>	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	árbol	uacut, kubuh	santo domin-go, zapote bobo	provisio n bark/ tree, water sapote
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Parmen-tiera aculeata</i> (Kunth) Seem.	árbol	kat, k'at	cuajilote, pepino de arbol silvestre, caiba	candle tree, cow okra, wild okra
<b>Laucaceae</b>	<i>Persea Americana</i> Mill.	árbol	On	aguacate	avocado
<b>Phyllanthaceae</b>	<i>Phyllanthus glaucescens</i> Kunth	arbusto	piix t'oon	pitaya	monkey rattle
<b>Myrtaceae</b>	<i>Pimenta dioica</i> Lindl.	árbol	naba-cuc	pimienta pimienta gorda	allspice

<i>Familia</i>	<i>Especies</i>	<i>Tipo</i>	<i>Nombre Común Maya</i>	<i>Nombre Común en Español</i>	<i>Nombre Común en Inglés</i>
<b>Fabaceae</b>	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	árbol	tiaxib	jabin, palo de gusano	jamaica dog-wood, fish-fuddle
<b>Fabaceae</b>	<i>Pisonia aculeata</i> L.	arbusto o árbol	beeb	coma de uña	tiger nail embra, pull back and hold
<b>Fabaceae</b>	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	arbusto o árbol	piliil, ts'iuche	chimi-nango	madras thorn, monkey pod
<b>Fabaceae</b>	<i>Pithecellobium mangense</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	arbusto o árbol	ts'aslam, xiaxek		catsclaw
<b>Salicaceae</b>	<i>Pleuranthodendron lindenii</i> (Tunis) Sleuner	árbol	iximche	maicillo	
<b>Apocynaceae</b>	<i>Plumeria alba</i> L.	árbol	sak nicté		frangi-pani
<b>Apocynaceae</b>	<i>Plumeria rubra</i> L.	árbol	cacalo-xochitl	flor de mayo, zopilote	may-flower, Spanish jasmine, frangi-pani
<b>Asteraceae</b>	<i>Podochaenium eminens</i> (Lag.) Sch.Bip	hierba	k'ibok		giant tree daisy

<i>Familia</i>	<i>Especies</i>	<i>Tipo</i>	<b>Nombre Común Maya</b>	<b>Nombre Común en Español</b>	<b>Nombre Común en Inglés</b>
<b>Sapotaceae</b>	<i>Pouteria campechiana</i> Baehni	árbol	k'aniste', k'aaniste', k'anaste', chak ya', ot ya	zapotillo rojo, sapotillo, canistel, mamey ciruela	yellow sapote, egg fruit
<b>Sapotaceae</b>	<i>Pouteria hypoglauca</i> Standl.	árbol	chooch, choch	zapote amarillo, mata- sano	cinna- mon apple
<b>Sapotaceae</b>	<i>Pouteria reticulata</i> (Engl.) Eyma	árbol	chacal- haaz	zapote negro, zapotillo	wild cherry
<b>Sapotaceae</b>	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore & Stearn	árbol	saltule, ha'as	zapote grande, mamey zapote	mame, ma- mmee, sapote, mamey
<b>Burseraceae</b>	<i>Protium copal</i> Burm.F.	árbol	pom, copal che, pomte, hach pom	copal	copal
<b>Bombacaceae</b>	<i>Pseudobombax ellipticum</i> (Kunth) Dugand	árbol	chak kuyché, kuy ché	amapola / clave- llina	shaving brush tree
<b>Moraceae</b>	<i>Pseudolmedia oxyphillaria</i> J.D. Smith	árbol	manax, tzotzash	manax	wild cherry
<b>Myrtaceae</b>	<i>Psidium guajava</i> L.	arbusto o árbol	coloc, heliche, pata, pat, pa-taih, piche, pichi, pichik, pur	guayaba	apple guava

<i>Familia</i>	<i>Especies</i>	<i>Tipo</i>	<i>Nombre Común Maya</i>	<i>Nombre Común en Español</i>	<i>Nombre Común en Inglés</i>
<b>Fabaceae</b>	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl.	árbol	hu lu	palo de sangre. sangre de chuco	bloodtree, mountain kaway, dog's blood
<b>Bombacaceae</b>	<i>Quararibea funebris</i> (La Llave) Pittier	árbol	cacahuax-ochitl, mahas	flor de cacao, rosita de cacao	funeral tree
<b>Fagaceae</b>	<i>Quercus oleoides</i> Schltdl. & Cham	árbol	beek	encino, roble encino	oak
<b>Aceraceae</b>	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O.F.Cook	palma		palma real	royal palm
<b>Arecaceae</b>	<i>Sabal mauritiformis</i> Bartlett	palma	sha-an	botan, guano, guanu	bay leaf, sabal, bay leaf palm
<b>Arecaceae</b>	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	palma	sha-an	huano de sombrero, guano	bay leaf, unspined salt palm
<b>Arecaceae</b>	<i>Sabal morrisian</i> Bartlett	palma	sha-an	guano, botan	bay palm
<b>Sapindaceae</b>	<i>Sapindus saponaria</i> L.	árbol	sijjum, zubul	jaboncillo, amole	soap seed, soap berry, soap tree, mountain cherry

<i>Familia</i>	Especies	Tipo	Nombre Común Maya	Nombre Común en Español	Nombre Común en Inglés
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Sapium lateriflorum</i> Hemsl.	árbol	bobto, u'cunte	palo de leche	
<b>Fabaceae</b>	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F.Blake	árbol	petskin	guapuruvú	brazilian firetree, towe tree
<b>Fabaceae</b>	<i>Sebastiania tuerckheimiana</i> Lundell	árbol	o iki-che	chechem blanco, reventadillo	poison-wood, white poison-wood
<b>Fabaceae</b>	<i>Senna racemosa</i> (Mill.) H.S.Irwin & Barneby	arbusto o árbol	kan lool, kan jabin	cante	
<b>Sapotaceae</b>	<i>Sideroxylon foetidissimum</i> Jacq.	árbol	subul	caracoli, tortugo amarillo	mastic, false mastic
<b>Simaroubaceae</b>	<i>Simarouba glauca</i> DC	árbol	pa sac, xpazakil	aceituno, negrito	dysentery bark, paradise tree
<b>Rubiaceae</b>	<i>Simira salvadorensis</i> (Standley) Steyerm.	árbol	sac te m'ooc, chakax, chakte kok	palo colorado, puntero, nazareno	red-wood, high ridge redwood
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Spondias mombin</i> L.	árbol	k'aan abal, k'iinil, k'inil abal, xk'iinil, jujuub, jobo, kanabal, pok, k'inim	ciruela cochino, jocote, jobo	hogplum, wild tree plum

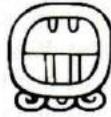
<i>Familia</i>	<i>Especies</i>	<i>Tipo</i>	<i>Nombre Común Maya</i>	<i>Nombre Común en Español</i>	<i>Nombre Común en Inglés</i>
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Spondias purpurea</i> L.	arbusto o árbol	abal ak, chak abal, chi' abal, abal, abil (Peten), abal-ac	jocote	summer plum, plum, may plum, red hogplum
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Spondias radlkoferi</i> Donn. Sm.	árbol	hobo, hobo, hu-hu, pook, rum-p'ok	ciruela amarilla, jobo, jocote jobo	hogplum, wild plum
<b>Fabaceae</b>	<i>Stemmadenia donnell-smithii</i> (Rose) Woodson	arbusto o árbol	chakl	cojoton, cojones de burro, huevo de caballo	horse tone, horse's balls
<b>Malvaceae</b>	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) Karst.	árbol	anis	castaño tropical, camorucu bellota	panama tree
<b>Fabaceae</b>	<i>Swartzia cubensis</i> (Britton & Wilson) St andl.	árbol	kat'alox	llora sangre, sangre de torro, corazón azul	Mexican ebony
<b>Meliaceae</b>	<i>Swietenia macrophylla</i> King	árbol	chacalte, punab, sutz'uch, punah	caoba	broken ridge mahogany, mahogany
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Tabebuia guayacan</i> (Seem.) Hemsl.	árbol	hahauche	araguaney, guayacán	yellow mayflower, trumpet tree

<i>Familia</i>	<i>Especies</i>	<i>Tipo</i>	<i>Nombre Común Maya</i>	<i>Nombre Común en Español</i>	<i>Nombre Común en Inglés</i>
<b>Bigoniaceae</b>	<i>Tabebuia rosea</i> DC.	árbol	hokab, shna'-corts	maculiz	may-flower, may bush
<b>Apocynaceae</b>	<i>Tabernaemontana alba</i> Mill.	arbusto o árbol	chakilikin, ton-cha, ton-chin, ton-samin	cojoton, cojon de perro, huevo de chucho	white milk-wood
<b>Sapindaceae</b>	<i>Talisia oliviformis</i> Radlk	árbol	wayah, uayum	guaya	kinep
<b>Combretaceae</b>	<i>Terminalia amazonia</i> (J. F. Gmel.) Exell	árbol	canxun	guayabo	nargos-ta, pine ridge bully tree
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Tetrochidium rotundatum</i> Standl.	arbusto	mumuche		small leaf tetrochidium
<b>Malvaceae</b>	<i>Theobroma cacao</i> L.	árbol	kawkaw	arbol de cacao	cacao, chocolate tree
<b>Apocynaceae</b>	<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K. Schum.	arbusto o árbol	tze-puí	palo de suerte	good luck tree
<b>Sapindaceae</b>	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk. Ex Millsp.	árbol	dzol, canchunub	hueso de tigre	fewdentate thouinia
<b>Arecaceae</b>	<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult.f.	palma	chit	palmetto	florida thatch, jamaican thatch

<i>Familia</i>	<i>Especies</i>	<i>Tipo</i>	<b>Nombre Común Maya</b>	<b>Nombre Común en Español</b>	<b>Nombre Común en Inglés</b>
<b>Meliaceae</b>	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	arbusto o árbol	cot-a-cam, camacolal, xtyayach-bak-shel	limoncillo, palo de cuchara	spoon tree, bastard time
<b>Meliaceae</b>	<i>Trichilia hirta</i> L.	arbusto o árbol	chobenche	acahuite, palo de son, sombra de carneiro	red cedar, broomstick
<b>Malvaceae</b>	<i>Trichospermum grewiiifolium</i> (A. Rich.) Kosterm.	arbusto o árbol	capulin chai, chahib	lagroso, macapal, algodoncillo	balsa wood, narrow-leaf, moho
<b>Malvaceae</b>	<i>Trichospermum mexicanum</i> (DC.) Baill.	árbol	taw	corcho colorado	
<b>Moraceae</b>	<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.	arbusto o árbol	sac oox	eldorado, ramon blanco, waya del monte	female white ramon, white breadnut wild waya
<b>Urticaceae</b>	<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	arbusto o árbol	laal	ortiga de arbol, chichicaste, migirillo	flame-berry
<b>Verbenaceae</b>	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	árbol	yaxnik, sak-u-sol, yax nik ux pe	flor azul, arbol murcielago	fiddlewood, walking lady

<i>Familia</i>	<i>Especies</i>	<i>Tipo</i>	<b>Nombre Común Maya</b>	<b>Nombre Común en Español</b>	<b>Nombre Común en Inglés</b>
<b>Salicaceae</b>	<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton & Millsp.	arbusto o árbol	chu-ya-ak, tamay, tamai	paragua, moroco	drunken bayman wood, water wood, umbrella

# Notas



## CAPITULO 1

1. Por filtro europeo, nos referimos a la interpretación de la palabra desde el punto de vista de la pedagogía dominante occidental, también llamada imperialismo ecológico (Crosby 1986).
2. Este escenario es parecido a Detroit, donde hoy han sido abandonados más de 50 edificios privados, incluyendo bancos, oficinas, teatros, y hoteles, así como edificios públicos, como bibliotecas, escuelas, hasta la estación central del ferrocarril. Algunos han sido demolidos para jardines.

## CAPITULO 2

1. Amaranto fue conocido como un grano importante al contacto pero fue suprimido por los españoles. Actualmente recibe una atención renovada (Early 1992; NRC 1984).
2. Dunning et al. (2012) usa la palabra *Kax* en el título de su artículo, no *K'ax* con la oclusión glotal. Entendemos la palabra yucateca para pollo es *Kax*, y la palabra para bosque es *K'ax*.
3. Es interesante notar que la mayoría de hierbas que Steggerda (1941) registra como invasiva en la milpa fue documentada como plantas útiles por Roys (1976). Ambos investigadores estuvieron trabajando en el mismo tiempo con la Institución Carnegie de Washington.

## CAPITULO 3

1. Leonardo Obando tiene un bosquecillo de ramón que personalmente plantó para alimentar a su ganado durante el período anual de sequía. Su bosquecillo de ramón fue inspirado por un taller de un agricultor de los 80s y le ha servido bien para sus animales. Obando, un extraordinario jardinero forestal que también cultivo flores para sus abejas, murió en octubre de 2014.
2. El Ramón fue encontrado en estudio de jardines caseros el promedio en Yucatán de 58-72 por ciento de los jardines sondeados por Alayon-Gamboa y Guri-García 2008; Caballero 1992; Correa-Navarro 1997; Caunalo de la Cerda and Guerra Mukul 2008; García de Miguel 2000; Lope-Alzina y Howard 2012; Rico-Gray et al. 1990. Cuando el ramón está presente en los jardines al día de hoy, quizás hay tantos como de dos a cuatro árboles, utilizados en la temporada de sequía para alimento de animales.

## CAPITULO 4

1. Definiendo las Unidades Residenciales Primarias (URP): estructuras pequeñas son aceptadas como representaciones domésticas y de uso residencial, está claro que no todas las estructuras pequeñas son lo mismo en la casa maya (Arnold y Ford 1980; Ford 1991b; Robin 2012:26; Tourtelot 1983; ver Wauchope 1938). Para incorporar el uso de las residencias múltiples en nuestra mirada de distribución de la población del Clásico Tardío Maya, se desarrolló un estimado de unidades residenciales primarias y secundarias que contaba con los criterios de las URPs para estimados de población (Ford y Carlike 2015). Siguiendo la descripción etnográfica de la unidades residenciales mayas, URPs son definidas grandes estructuras individuales y grupos de estructuras (similar a Tourtelot et al. 1990:85-86), mientras que el resto de las pequeñas estructuras individuales y aisladas fueron definidas como unidades residenciales secundarias (URSSs).

Solo las URPs fueron contadas para los estimados de población. Adicionalmente, adoptamos la postura de ocupación continua que Robin (2012:41) propone para nuestra evaluación del Clásico Tardío Maya de El Pilar. Como lo detallado por Toutellot et al. (1990:90), para el Clásico Tardío, los mayas estaban bien establecidos con poca evidencia de movilidad.

Las URPs definidas incluyen grupos de estructuras formales e informales con un promedio de 2.5 estructuras por unidad, una unidad diagonal media mayor que 24m, y en un área promedio de 290 metros cuadrados, como se calcula por SIG. Mientras que URPs designadas compusieron 41 por ciento de las unidades residenciales de los sondeos, cubrían el 73 por ciento de la superficie dedicada a la arquitectura residencial y representan el 50 por ciento de las unidades dentro de las áreas preferentes para asentamientos. Los sitios domésticos restantes eran pequeñas estructuras. Estas URSSs son cerca de un tercio del tamaño de las URPs, con una estructura diagonal media de 9 metros, y son aisladas de los grupos. En las zonas de asentamiento de alta densidad, estas estructuras pequeñas fueron localizadas a una distancia mayor de 20 m de las URPs, en las zonas de baja densidad son más de 500 m de cualquier otra unidad. Componiendo el 59 por ciento de todas las unidades del área de estudio, pero con menores componentes de la escena doméstica, las URSSs tienen una superficie total de solo un 27 por ciento de la arquitectura residencial pero representan el 72 por ciento de las unidades en áreas de baja densidad. En consideración de la intensidad del uso de la tierra, ambas URP y URSS necesitan ser tomadas en cuenta. Para nuestro cálculo de población, dependemos de la URP para no sobreestimar a la antigua población maya.

2. Fuente: 1998 comunicación vía email con Anabel Ford, de Margaret E. Smith, especialista en adaptación de maíz en la Universidad Cornell, Colegio de Agricultura y Ciencias de la Vida ([plbrgen.cals.cornell.edu/people/margaret-e-smith](http://plbrgen.cals.cornell.edu/people/margaret-e-smith)) sobre la proporción de maíz en la dieta tradicional pre-WWII Agricultores mesoamericanos y centroamericanos.

## CAPITULO 5

1. De Colin Young, Director Ejecutivo, Ministerio de Energía de Belice, Ciencia y Tecnología y Servicios Públicos. Como un ecologista con especialidad en etnobotánica, Young argumenta que pastos y hierbas nacidas del viento dominan las brechas naturales y creadas por humanos en el campo y en los huertos domésticos.



# Referencias



- Adams, R.E.W.  
1986 Archaeologists Explore Guatemala's Lost City of the Maya: Rio Azul. *National Geographic* 169(4):420-451.
- Aimers, James y David Hodell  
2011 Societal Collapse: Drought and the Maya. *Nature* 479:44-45.
- Aimers, James y Gyles Iannone  
2014 The Dynamics of Ancient Maya Development History. En *The Great Maya Droughts in Cultural Context: Case Studies in Resilience and Vulnerability*, editado por G. Iannone, pp. 21-49. University Press of Colorado, Boulder, Colorado.
- Alayon-Gamboa, Jose A. y Francisco D. Guri-Garcia  
2008 Home Garden Production and Energetic Sustainability in Calakmul, Campeche, México. *Human Ecology* 36(3):395-407.
- Alcorn, Janis  
1990 Indigenous Agroforestry Systems in the Latin American Tropics. En *Agroecology and Small Farm Development*, editado por M. A. Altieri y S. B. Hecht, pp. 203-213. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Alexander, Rani T.  
2006 Maya Settlement Shifts and Agrarian Ecology in Yucatán. *Journal of Anthropological Research* 62:449-470.
- Altieri, Miguel A.  
1995 *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture*. Westville Press, Boulder, Colorado.  
1999 The Ecological Role of Biodiversity in Agroecosystems. *Agriculture Ecosystems & Environment* 74:19-31.  
2002 Agroecology: the Science of Natural Resource Management for Poor Farmers in Marginal Environments. *Agriculture Ecosystems & Environment* 93:1-24.
- Altieri, Miguel A. y L. C. Merrick  
1987 In Situ Conservation of Crop Genetic Resources Through Maintenance of Traditional Farming Systems. *Economic Botany* 41:86-96.
- Altieri, Miguel A. y V. M. Toledo  
2005 Natural Resource Management among Small-scale Farmers in Semi-arid Lands: Building on Traditional Knowledge and Agroecology. *Annals of Arid Zone* 44:365-385.  
2011 The Agroecological Revolution in Latin America: Rescuing Nature, Ensuring Food Sovereignty and Empowering Peasants. *The Journal of Peasant Studies* 38(3):587-612.
- Ames, Bruce  
2006 Low Micronutrient Intake May Accelerate the Degenerative Diseases of Aging through Allocation of Scarce Micronutrients by Triage. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103(47):17589-17594.
- Anderson, Anthony B., Peter Herman May, y Michael J. Balick  
1991 *The Subsidy from Nature: Palm Forests, Peasantry, and Development on an Amazon Frontier*. Columbia University Press, Nueva York.
- Anderson, E. N.  
1996 Gardens of Chunhuhub. *Arbeitsblätter* 14:63-76.
- Anderson, M. Kat  
2005 *Tending the Wild: Native American Knowledge and the Management of California's Natural Resources*. University of California Press, Berkeley, California.

- Ankli, Anita, Otto Sticher, y Michael Heinrich  
1999 Medical Ethnobotany of the Yucatec Maya: Healers' Consensus as a Quantitative Criterion. *Economic Botany* 53(2):144-160.
- Anselmetti, F. S., D. Ariztegui, D. A. Hodell, M. B. Hillesheim, M. Brenner, A. Gilli, J. A. McKenzie, y A. D. Mueller  
2006 Late Quaternary Climate-induced Lake Level Variations in Lake Petén Itzá, Guatemala, Inferred from Seismic Stratigraphic Analysis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 230(1-2):52-69.
- Anselmetti, Flavio S., David A. Hodell, Daniel Ariztegui, Mark Brenner, y Michael F. Rosenmeier  
2007 Quantification of Soil Erosion Rates Related to Ancient Maya Deforestation. *Geology* 35(10):915-918.
- Aragón-Moreno, A. A., G. A. Islebe, y N. Torrescano  
2012 A ~3800-yr, High-Resolution Record of Vegetation and Climate Change on the North Coast of the Yucatán Peninsula. *Review of Palaeobotany and Palynology* 178:35-42.
- Arias Reyes, Luis Manuel  
1995a La Cacería en Yaxcaba, Yucatán. En *La Milpa En Yucatán: Un Sistema De Producción Agrícola Tradicional*, editado por E. Hernández Xolocotzi, E. B. Baltazar, y S. L. Tacher, pp. 271-285. Vol. 1. 2 vols. Colegio De Postgraduados, Montecillo, México.  
1995b La Producción Milpera Actual en Yaxcaba, Yucatán. En *La Milpa En Yucatán: Un Sistema De Producción Agrícola Tradicional*, editado por E. Hernández Xolocotzi, E. B. Baltazar, y S. Levy Tacher, pp. 171-199. Vol. 1. Colegio De Postgraduados, Montecillo, México.
- Arnold, Jeanne E. y Anabel Ford  
1980 A Statistical Examination of Settlement Patterns at Tikal, Guatemala. *American Antiquity* 45(4):713-726.
- Arvigo, Rosita y Michael J. Balick  
1993 *Rainforest Remedies: One Hundred Healing Herbs of Belize*. 1st ed. Lotus Press, Twin Lakes, Wisconsin.
- Ashmore, Wendy (editor)  
1981 *Lowland Maya Settlement Patterns*. 1st ed. University of New Mexico Press, Albuquerque, Nuevo México.
- Atran, Scott  
1993 Itza Maya Tropical Agro-Forestry. *Current Anthropology* 34(5):633-700.  
1999 Managing the Maya Commons: The Value of Local Knowledge. En *Ethnoecology: Situated Knowledge/Located Lives*, editado por V. D. Nazarea, pp. 190-214. University of Arizona Press, Tucson, Arizona.
- Atran, Scott, Ximena Lois, y Edlberto Ucan Ek'  
2004 *Plants of the Petén Itza Maya*, Vol. 38. Regents of the University of Michigan, Ann Arbor, Michigan.
- Atran, Scott y D. Medin  
1997 Knowledge and Action: Cultural Models of Nature and Resource Management in Mesoamerica. En *Environment, Ethics, and Behavior*, editado por M. Bazerman, D. Messick, A. Tenbrunsel, y K. Wade-Bezoni. New Lexington Press, San Francisco.
- Atran, Scott, Douglas Medin, Norbert Ross, Elizabeth Lynch, John Coley, Edilberto Ucan Ek', Valentina Vapnarsky  
1999 Folkecology and Commons Management in the Maya Lowlands. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 96(13):7598-7603.
- Atran, Scott, Douglas Medin, Norbert Ross, Elizabeth Lynch, Valentina Vapnarsky, Edilberto Ucan Ek', John Coley, Christopher Timura, y Michael Baran  
2000 *Folkecology, Cultural Epidemiology, and the Spirit of the Commons: A Garden Experiment in the Maya Lowlands, 1995-2000*. University of Michigan, Northwestern University, Centre National de la Recherche Scientifique, Herbolaria Maya, Northeastern University.
- Balée, William  
2006 The Research Program of Historical Ecology. *Annual Review of Anthropology* 35:75-98.  
2010 Amazonian Dark Earths. *Tipiti: Journal of the Society for the Anthropology of Lowland South America* 8(1):1-18.
- Balick, Michael J., Michael H. Nee, y Daniel E. Atha  
2000 *Checklist of the Vascular Plants of Belize with Common Names and Uses*. Memoirs of the New York Botanical Garden. The New York Botanical Garden Press, Bronx, Nueva York.

- Barkin, David  
2002 The Reconstruction of a Modern Mexican Peasantry. *Journal of Peasant Studies* 30(1):73-90.
- Barrera Vásquez, Alfredo  
1980 *Diccionario Maya Cordemex*. Ediciones Cordemex, Mérida, Yucatán, México.
- Barrera Vásquez, Alfredo, Arturo Gómez-Pompa, y C. Vázquez-Yanes  
1977 El Manejo de las Selvas por los Mayas: Sus Implicaciones Silvícolas y Agrícolas. *Biotica* 2(2):47-60.
- Barrera-Bassols, Narciso y Victor M. Toledo  
2005 Ethnoecology of the Yucatec Maya: Symbolism, Knowledge and Management of Natural Resources. *Journal of Latin American Geography* 4:9-41.
- Basehart, Harry W.  
1973 Mescalero Apache Subsistence Patterns. En *Technical Manual: Survey of the Tularosa Basin*, pp. 145-181. Human Systems Research, Tularosa, Nuevo México.
- Bates, Marston  
1952 *Where Winter Never Comes: A Study of Man and Nature in the Tropics*. Charles Scribner's Sons, Nueva York.
- Beach, Timothy  
1998 Soil Catenas, Tropical Deforestation, and Ancient and Contemporary Soil Erosion in the Petén, Guatemala. *Physical Geography* 19(5):378-405.
- Beach, Timothy, N. Dunning, Sheryl Luzzadder-Beach, D. E. Cook, y J. Lohse  
2006 Impacts of the Ancient Maya on Soils and Soil Erosion in the Central Maya Lowlands. *Catena* 65(2):166-178.
- Beach, Timothy, Sheryl Luzzadder-Beach, Nicholas Dunning, Jon Hageman, y Jon Lohse  
2002 Upland Agriculture in the Maya Lowlands: Ancient Maya Soil Conservation in Northwestern Belize. *Geographical Review* 92(3):372-397.
- Beaglehole, E.  
1937 Notes on Hopi Economic Life. *Yale University Publications in Anthropology* 15. Yale University, New Haven, Connecticut.
- Beckerman, Stephen  
1977 The Use of Palms by the Bari Indians of the Maracaibo Basin. *Principes—Journal of the Palm Society* 21(4):143-154.  
1983 Does the Swidden Ape the Jungle? *Human Ecology* 11(1):1-12.
- Benbrook, Charles, Xin Zhao, Jaime Yáñez, Neal Davies, y Preston Andrews  
2008 New Evidence Confirms the Superiority of Plant-Based Organic Foods. *State of Science Review: Nutritional Superiority of Organic Foods*. The Organic Center, Boulder, Colorado.
- Berget, Carolina  
2012 *Invasion of Bracken Fern in Southern México: Local Knowledge and Perceptions in Two Indigenous Communities in the Chinantla Region, Oaxaca, México*. Tesis de Maestría, Departamento de Estudios Ambientales, Florida International University, Miami, Florida.
- Bernsten, Richard H. y Robert W. I. Herdt  
1977 Towards an Understanding of Milpa Agriculture: The Belize Case. *Journal of Developing Areas* 11(3):373-392.
- Betz, Virginia  
1997 Early Plant Domestication in Mesoamerica. *Athena Review* 2(1):24-31.
- Bierhorst, John  
1985 *A Nahuatl-English Dictionary and Concordance to the 'Cantares Mexicanos' With an Analytic Transcription and Grammatical Notes*. Stanford University Press, Stanford, California.
- Binford, Michael W., Mark Brenner, Thomas J. Whitmore, Antonia Higuera-Gundy, E. S. Deevey, y Barbara Leyden  
1987 Ecosystems, Paleocology and Human Disturbance in Subtropical and Tropical America. *Quaternary Science Reviews* 6(2):115-128.
- Bishop, T. A. M.  
1935 Assarting and the Growth of the Open Fields. *The Economic History Review* 6(1):13-29.
- Blake, Michael, Brian S. Chisholm, John E. Clark, Barbara Voorhies, y Michael W. Love  
1992 Prehistoric Subsistence in the Soconusco Region. *Current Anthropology* 33(1):83-94.

- Boege, Eckhart  
2008 *El Patrimonio Biocultural de los Pueblos Indígenas de México*. Instituto Nacional de Antropología e Historia y Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, México.
- Bonham-Carter, G. F.  
1999 Integration of Geological Datasets for Gold Exploration in Nova Scotia. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 54:1585-1592.
- Booth, Barbara D., Stephen D. Murphy, y Clarence J. Swanson  
2003 *Weed Ecology in Natural and Agricultural Systems*. CABI, Cambridge, Massachusetts.
- Boserup, Ester  
1965 *The Conditions of Agricultural Growth: The Economics of Agrarian Change Under Population Pressure*. Aldine Publishing Company, Nueva York.  
1981 *Population and Technological Change: A Study of Long-Term Trends*. University of Chicago Press, Chicago.
- Bradley, Raymond S.  
1999 *Paleoclimatology: Reconstructing Climates of the Quaternary*. Segunda Edición International Geophysics Series 68. Academic Press, San Diego, California.
- Bray, Francesca  
1986 *The Rice Economies: Technology and Development in Asian Societies*. Blackwell, Nueva York.  
1994 Agriculture for Developing Nations. *Scientific American* 271(1):30-37.  
2015 Global Networks and New Histories of Rice. En *Rice: Global Networks and New Histories*, editado por F. Bray, P. Coclanis, E. Fields-Black, y D. Schafer, pp. 1-35. Cambridge University Press, Nueva York.
- Brenner, Mark  
1994 Lakes Salpeten and Quexil, Petén, Guatemala, Central America. En *Global Geological Record of Lake Basins*, editado por E. Gierlowski-Kordesch y K. R. Kelts, pp. 337-380. vol. 1. Cambridge University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Brenner, Mark, Michael F. Rosenmeier, David A. Hodell, y Jason H. Curtis  
2002 Paleolimnology of the Maya Lowlands: Long-term Perspectives on Interactions among Climate, Environment, and Humans. *Ancient Mesoamerica* 13(1):141-157.
- Brenner, M., D. A. Hodell, J. H. Curtis, M. F. Rosenmeier, F. S. Anselmetti y D. Ariztegui  
2003 Paleolimnological approaches for Inferring Past Climate Change in the Maya Region: Recent Advances and Methodological Limitations. En *The Lowland Maya Area: Three Millennia at the Human Wildland Interface*, editado por A. Gómez-Pompa, M. F. Allen, Scott L. Fedick y J. J. Jimenez-Osornio. UC Riverside, Riverside.
- Brook, Kyle y Claudia Knudson  
2014 *El Pilar Archaeological Reserve of Maya Flora and Fauna: Maya Forest Land Cover from Above*. On file UCSBs MesoAmerican Research Center. Santa Barbara, California.
- Brookfield, Harold  
2001 *Exploring Agrodiversity*. Colombia University Press, Nueva York.
- Brown, Paula y Aaron Podolefsky  
1976 Population Density, Agricultural Intensity, Land Tenure, and Group Size in the New Guinea Highlands. *Ethnology* 15:211-238.
- Bryant, V. M. y S. A. Hall  
1993 Archaeological Palynology in the United States: A Critique. *American Antiquity* 58: 277-286.
- Bullard, William R., Jr.  
1960 Maya Settlement Pattern in Northeastern Petén, Guatemala. *American Antiquity* 25(3):355-372.  
1964 Settlement Pattern and Social Structure in the Southern Maya Lowlands During the Classic Period. En *XXXV Congreso Internacional de Americanistas*, pp. 279-287. vol. 1, Ciudad de México.
- Burn, Michael J. y Francis E. Mayle  
2008 Palynological Differentiation Between Genera of the Moraceae Family and Implications for Amazonian Palaeoecology. *Review of Palaeobotany and Palynology* 149:15.
- Burn, Michael J., Francis E. Mayle, y Timothy J. Killeen  
2010 Pollen-based Differentiation of Amazonian Rainforest Communities and Implications

- for Lowland Palaeoecology in Tropical South America. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 295:18.
- Burroughs, W. J.  
2005 *Climate Change in Prehistory: The End of the Reign of Chaos*. Cambridge University Press, Nueva York.
- Bush, Mark B.  
1995 Neotropical Plant Reproductive Strategies and Fossil Pollen Representation. *The American Naturalist* 145(4):594-609.  
2000 Deriving Response Matrices from Modern Central American Pollen Rain. *Quaternary Research* 54:132-144.
- Bush, Mark B. y Robert Rivera  
1998 Pollen Dispersal and Representation in a Neotropical Rain Forest. *Global Ecology and Biogeography* 7(5):14.  
2001 Reproductive Ecology and Pollen Representation among Neotropical Trees. *Global Ecology and Biogeography* 10(4):359-367.
- Caballero, Javier  
1992 Maya Homegardens: Past, Present and Future. *Etnoecológica* 1(1):35-54.
- Camacho Villa, Tania Carolina  
2011 *Making Milpa, Making Life in La Mera Selva*. Tesis Doctoral, Graduate School of Social Sciences, Wageningen University, Wageningen, Los Países Bajos.
- Campbell, David G.  
2005 *A Land of Ghosts: The Braided Lives of People and the Forest in Far Western Amazonia*. Houghton Mifflin Company, Boston.  
2007 Don Berto's Garden: Language, Biodiversity, and a Story of Salvation. En *Orion Magazine*. Documento electrónico. [orionmagazine.org/article/don-bertos-garde/](http://orionmagazine.org/article/don-bertos-garde/) marzo 2015  
2010 Pre-Columbian Botanical Extinction in Amazonia: Was There a Neotropical "Langdauernderkrieg?" En *Amaz'Hommes*, editado por E. Barone-Visigalli y A. Roosevelt, pp. 173-188. Ibis Rouge, Matoury, Francia.
- Campbell, David G., Anabel Ford, Karen Lowell, Jay Walker, Jeffrey K. Lake, Constanza Ocampo-Raeder, Andrew Townesmith, y Michael Balick  
2006 The Feral Forests of the Eastern Petén. En *Time and Complexity in the Neotropical Lowlands: Studies in Historical Ecology*, editado por W. Balée y C. Erickson, pp. 21-55. Columbia University Press, Nueva York.
- Campbell, David G., John Guittar, y Karen S. Lowell  
2008 Are Colonial Pastures the Ancestors of the Contemporary Maya Forest? *Journal of Ethnobiology* 28(2):278-289.
- Capers, Robert S., Robin L. Chazdon, Alvaro Redondo Brenes, y Braulio Vilchez Alvarado  
2005 Successional Dynamics of Woody Seedling Communities in Wet Tropical Secondary Forests. *Journal of Ecology* 93:1071-1084.
- Carberry, Peter S., Wei-li Liang, Stephen Twomlow, Dean P. Holzworth, John P. Dimes, Tim McClelland, Neil I. Huth, Fu Chen, Zvi Hochman, y Brian A. Keating  
2013 Scope for Improved Eco-Efficiency Varies among Diverse Cropping Systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110(21):8381-8386.
- Carr, David L., Laurel Suter, y Alisson Barbieri  
2005 Population Dynamics and Tropical Deforestation: State of the Debate and Conceptual Challenges. *Population and Environment* 27:89-113.
- Carr, Robert F. y James E. Hazard  
1961 *Maps of the Ruins of Tikal, El Petén, Guatemala*. Museum Monographs, Tikal Report 11. University of Pennsylvania Museum, Philadelphia, Pennsylvania.
- Carrillo-Bastos, Alicia, Gerald A. Islebe, Nuria Torrescano-Valle, y Norma Emilia Gonzalez  
2010 Holocene Vegetation and Climate History of Central Quintana Roo, Yucatán Peninsula, México. *Review of Palaeobotany and Palynology* 160:8.
- Carrillo-Bastos, Alicia, Gerald A. Islebe, y Nuria Torrescano-Valle  
2012 Geospatial analysis of pollen records from the Yucatan peninsula, Mexico. *Vegetation History and Archaeobotany* 21:429-437.
- Casas, Alejandro, Adriana Otero-Arnaiz, Edgar Perez-Negron, y Alfonso Valiente-Banuet  
2007 In situ Management and Domestication of Plants in Mesoamerica. *Annals of Botany*, 100: 1101-1115.
- Chase, Arlen F. y Diane Z. Chase  
1987 *Investigations at the Classic Maya City of Caracol, Belize: 1985-1987*. Monograph 3.

- Pre-Columbian Art Research Institute, San Francisco, California.  
 1994 *Studies in the Archaeology of Caracol, Belize*. Pre-Columbian Art Research Institute, San Francisco, California.
- 1998 Scale and Intensity in Classic Period Maya Agriculture: Terracing and Settlement at the "Garden City" of Caracol, Belize. *Culture & Agriculture* 20(2/3):60-70.
- 2003 Minor Centers, Complexity and Scale in Lowland Maya Settlement Archaeology. *Perspectives on Ancient Maya Rural Complexity* 49:108-118.
- Chase, Arlen F., Diane Z. Chase, John F. Weishampe, Jason B. Drake, Ramesh L. Shrestha, K. Clint Slatton, Jaime J. Awe, y William E. Carter  
 2011 Airborne LiDAR, Archaeology, and the Ancient Maya Landscape at Caracol, Belize. *Journal of Archaeological Science* 38:387-398.
- Chase, Arlen F., Lisa J. Lucero, Vernon L. Scarborough, Diane Z. Chase, Rafael Cobos, Nicholas P. Dunning, Scott L. Fedick, Vilma Fialko, Joel D. Gunn, Michelle Hegmon, Gyles Iannone, David L. Lentz, Rodrigo Liendo, Keith Prufer, Jeremy A. Sabloff, Joseph A. Tainter, Fred Valdez Jr., y Sander E. van der Leeuw  
 2014 Tropical Landscapes and the Ancient Maya: Diversity in Time and Space. En *The Resilience and Vulnerability of Ancient Landscapes: Transforming Maya Archaeology through IHOPE*. Archeological Papers of the American Anthropological Association 24:11-29.
- Chase, Arlen F. y Vernon L. Scarborough (editores)  
 2014a *The Resilience and Vulnerability of Ancient Landscapes: Transforming Maya Archaeology through IHOPE*. Archeological Papers of the American Anthropological Association 24.
- Chase, Arlen F. y Vernon L. Scarborough  
 2014b Resiliency, and IHOPE-Maya: Using the Past to Inform the Present. En *The Resilience and Vulnerability of Ancient Landscapes: Transforming Maya Archaeology through IHOPE*. Archeological Papers of the American Anthropological Association 24:1-10.
- Chase, Diane Z. y Arlen F. Chase  
 2002 Classic Maya Warfare and Settlement Archaeology at Caracol, Belize. *Estudios de Cultura Maya* 22:33-51.
- Chazdon, Robin L.  
 2008 Chance and Determinism in Tropical Forest Succession. En *Tropical Forest Community Ecology*, editado por W. P. Carson y S. A. Schnitzer. Blackwell Publishers, Oxford, Reino Unido.  
 2014 *Second growth: The promise of tropical forest regeneration in an age of deforestation*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Chazdon, Robin L. y Felix G. Coe  
 1999 Ethnobotany of Woody Species in Second-Growth, Old-Growth and Selectively Logged Forest of Northeastern Costa Rica. *Conservation Biology* 13(6):1312-1322.
- Chazdon, Robin L., Celia A. Harvey, Oliver Komar, Daniel M. Griffith, Bruce G. Ferguson, Miguel Martínez-Ramos, Helda Morales, Ronald Nigh, Lorena Soto-Pinto, Michiel van Breugel, y Stacy M. Philpott  
 2009 Beyond Reserves: A Research Agenda for Conserving Biodiversity in Human-modified Tropical Landscapes. *Biotropica* 41(2):142-153.
- Cincotta, Richard P., Jennifer Wisniewski, y Robert Engleman  
 2000 Human Population in the Biodiversity Hotspots. *Nature* 404:3.
- Clark, John E. y David Cheetham  
 2002 Mesoamerica's Tribal Foundations. En *The Archaeology of Tribal Societies*, editado por W. A. Parkinson, pp. 278-339. Archeological Series International Monographs in Prehistory, Ann Arbor, Michigan.
- de Clerk, F. A. J. y P. Negreros-Castillo  
 2000 Plant Species of Traditional Mayan Homegardens of Mexico as Analogs for Multistrata Agroforests. *Agroforestry Systems* 48(3):303-317.
- Cleveland, David A.  
 2013 *Balancing on a Planet: The Future of Food and Agriculture*. University of California Press, Berkeley, California.
- Coe, William R.  
 1965 Tikal, Guatemala and Emergent Maya Civilization: Excavations Reveal Evidence of Early Complex-living at a Prime Maya Indian Site. *Science* 147(3664):1401-1419.

- Coffey, Kevin T., Axel K. Schmitt, Anabel Ford, Frank J. Spera, Constance Christensen, y Jennifer Garrison  
2014 Volcanic Ash Provenance from Zircon Dust with an Application to Maya Pottery. En *Geology*, pp. 595-598. vol. 42. The Geological Society of America, Boulder, Colorado.
- CONAP  
2004 Plan Maestro Monumento Cultura El Pilar en la Reserva de la Biosfera Maya. Reserva Arqueológica El Pilar para Flora y Fauna Maya, Guatemala.
- Conklin, Harold  
1957 *Hanunó Agriculture: A Report on an Integral System of Shifting Cultivation in the Philippines*. FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Italia.
- Conklin, Harold C.  
1954 An Ethnoecological Approach to Shifting Agriculture. En *Transactions of the New York Academy of Sciences*, editado por R. W. Miner, pp. 133- 142. vol. 17. The New York Academy of Sciences, Nueva York.  
1971 An Ethnoecological Approach to Shifting Agriculture. En *Readings in Cultural Geography*, editado por P. L. Wagner and M. W. Mikesell, pp. 457-464. University of Chicago Press, Chicago.
- Cook, O. F.  
1921 *Milpa Agriculture, A Primitive Tropical System*. The Smithsonian Institution. Washington DC.
- Cooper-Driver, G.  
1990 Defense Strategies in Bracken (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 77(2):281-286.
- Correa Navarro, Pedro Joaquín  
1997 *La Agricultura de Solar en la Zona Henequenera Yucateca. Su Evolución y Sus Posibilidades de Mejoramiento Productivo*. Tesis de Maestría, Fitotecnología, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México.
- Cortés, Hernán  
1985[1524] *Cartas de Relación*. Crónicas de América. Dastin, S.L., Madrid.
- Corzo Márquez, Amílcar Rolando, y Norman B. Schwartz  
2008 Traditional Home Gardens of Petén, Guatemala: Resource Management, Food Security, and Conservation. *Journal of Ethnobiology* 28(2):305-317.
- Covich, Alan P.  
1978 A Reassessment of Ecological Stability in the Maya Area: Evidence from Lake Studies of Early Agricultural Impacts on Biotic Communities. En *Prehispanic Maya Agriculture*, editado por P. Harrison y B. L. Turner, pp. 145-155. University of New Mexico Press, Albuquerque, Nuevo México.
- Cowgill, Ursula M.  
1960 Soil Fertility, Population, and the Ancient Maya. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 46:1009-1011.  
1961 *Soil Fertility and the Ancient Maya*. Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences 42. Connecticut Academy of Arts and Sciences, New Haven, Connecticut.  
1962 An Agricultural Study of the Southern Maya Lowlands. *American Anthropologist* 64(2):273-286.
- Cowgill, Ursula M. y George E. Hutchinson  
1963 Ecological and Geochemical Archaeology in the Southern Maya Lowlands. *Southwestern Journal of Anthropology* 19(3):267-286.
- Crosby, Alfred W.  
1986 *Ecological Imperialism: The Biological Expansion of Europe, 900-1900*. Studies in Environment and History. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Cuanalo de la Cerda, Heriberto E., y Rogelio R. Guerra Mukul  
2008 Homegarden Production and Productivity in a Mayan Community of Yucatán. *Human Ecology* 36(3):423-433.
- Culbert, T. Patrick y Don S. Rice  
1990 *Precolumbian Population History in the Maya Lowlands*. University of New Mexico Press, Albuquerque, Nuevo México.

- Curtis, Jason H., Mark Brenner, David A. Hodell, Richard A. Balsler, Gerald A. Islebe, y Henry Hooghiemstra  
1998 A Multi-Proxy Study of Holocene Environmental Change in the Maya Lowlands of Petén, Guatemala. *Journal of Paleolimnology* 19:139-159.
- Curtis, Jason H., David A. Hodell, y Mark Brenner  
1996 Climate Variability on the Yucatán Peninsula (México) During the Past 3500 Years, and Implications for Maya Cultural Evolution. *Quaternary Research* 46(1):37-47.
- Daniels, Amy E., Katie Painter, y Jane Southworth  
2008 Milpa Imprint on the Tropical Dry Forest Landscape in Yucatán, México: Remote Sensing and Field Measurement of Edge Vegetation. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 123(4):293-304.
- Dean, Erin  
2013 Contested Ecologies: Gender, Genies, and Agricultural Knowledge in Zanzibar. *Culture, Agriculture, Food and Environment* 35(2):102-111.
- Deevey, Edward S., Don S. Rice, Prudence M. Rice, H. H. Vaughan, M. Brenner, y M. S. Flannery  
1979 Mayan Urbanism: Impact on a Tropical Karst Environment. *Science* 206(4416):298-306.
- Demarest, Arthur A., Prudence M. Rice, y Don S. Rice (editores)  
2004 *The Terminal Classic in the Maya Lowlands: Collapse, Transition, and Transformation*. University Press of Colorado, Boulder, Colorado.
- Den Ouden, J.  
2000 *The Role of Bracken (Pteridium aquilinum) in Forest Dynamics*. Tesis Doctoral, Department of Environmental Sciences, Wageningen University, Wageningen, Los Países Bajos.
- Denevan, William M.  
1992a The Pristine Myth: The Landscape of the Americas in 1492. *Annals of the Association of American Geographers* 82(3):369-385.  
1992b Stone vs. Metal Axes: The Ambiguity of Shifting Cultivation in Prehistoric Amazonia. *Journal of the Steward Anthropological Society* 20(1/2):153-165.  
2011 The "Pristine Myth" Revisited. *The Geographical Review* 101(4):576-591.  
2012 Rewriting the Late Pre-European History of Amazonia. *Journal of Latin American Geography* 11(1):9-24.
- Denevan, William M. y Christine Padoch  
1988 *Swidden-fallow Agroforestry in the Peruvian Amazon*. Advances in Economic Botany 5. New York Botanical Garden, Bronx, Nueva York.
- Diamond, Jared  
2005 *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*. The Penguin Group, Nueva York.  
2012 *The World until Yesterday: What Can We Learn From Traditional Societies?* Viking, Nueva York.
- Diemont, Stewart A.W.  
2006 *Ecosystem Management and Restoration as Practiced by the Indigenous Lacandon Maya of Chiapas, Mexico*. Tesis Doctoral, Food, Agricultural, and Biological Engineering, Ohio State University, Columbus.
- Diemont, Stewart A.W., Jessica L. Bohn, Donald D. Rayome, Sarah J. Kelsen, y Kaity Cheng  
2011 Comparisons of Mayan Forest Management, Restoration, and Conservation. *Forest Ecology and Management* 261:1696-1705.
- Diemont, Stewart A. W. y Jay F. Martin  
2009 Lacandon Maya Ecological Management: A Sustainable Design for Environmental Restoration and Human Subsistence. *Ecological Applications* 19(1):254-266.
- Diemont, Stewart A. W., Jay F. Martin, y Samuel Israel Levy Tacher  
2006 Energy Evaluation of Lacandon Maya Indigenous Swidden Agroforestry in Chiapas, México. *Agroforestry Systems* 66(1):23-42.
- Dominguez-Vásquez, Gabriela y Gerald A. Islebe  
2008 Protracted Drought During the Late Holocene in the Lacandon Rain Forest, México. *Vegetation History and Archaeobotany* 17: 327-333.
- Dominguez-Vásquez, Gabriela, Gerald A. Islebe, y R. Villanueva-Gutiérrez  
2004 Modern Pollen Deposition in Lacandon Forest, Chiapas, México. *Review of Palaeobotany and Palynology* 131(1-2):105-116.

- Douterlungne, David, Samuel I. Levy Tacher, Duncan J. Golicher, y Francisco Román Dañobeytia  
2010 Applying Indigenous Knowledge to the Restoration of Degraded Tropical Rain Forest Clearings Dominated by Bracken Fern. *Restoration Ecology* 18(3):322-329.
- Dull, Robert A., Richard J. Nevle, William I. Woods, Dennis K. Bird, Shiri Avnery, y William M. Denevan  
2010 The Columbian Encounter and the Little Ice Age: Abrupt Land Use Change, Fire, and Greenhouse Forcing. *Annals of the Association of American Geographers* 100(4):1-17.
- Dunning, Nicholas, Timothy Beach, Sheryl Luzzadder-Beach, y John G. Jones  
2009 Creating Stable Landscape: Soil Conservation and Adaptation Among the Maya. En *The Archaeology of Environmental Change*, editado por C. T. Fisher, J. B. Hill, y G. M. Feinman, pp. 85-105. University of Arizona Press, Tucson, Arizona.
- Dunning, Nicholas, David Wahl, Timothy Beach, John Jones, Sheryl Luzzadder-Beach, y Carmen McCane  
2014 The End of the Beginning: Drought, Environmental Change, and the Preclassic to Classical Transition in the East-Central Maya Lowlands. En *The Great Maya Droughts in Cultural Context: Case Studies in Resilience and Vulnerability*, editado por G. Iannone, pp. 107-126. University Press of Colorado, Boulder, Colorado.
- Dunning, Nicholas P. y Timothy Beach  
2000 Stability and Instability in Prehispanic Maya Landscapes. En *An Imperfect Balance: Landscape Transformations in the Precolumbian America*, editado por D. L. Lentz, pp. 179-202. Columbia University Press, Nueva York.  
2010 Farms and Forests: Spatial and Temporal Perspectives on Ancient Maya Landscapes. En *Landscapes and Societies: Selected Cases*, editado por I. P. Martini and W. Chesworth. Springer, Nueva York.
- Dunning, Nicholas P., Timothy Beach, P. Farrell, y Sheryl Luzzadder-Beach  
1998 Prehispanic Agrosystems and Adaptive Regions in the Maya Lowlands. *Culture and Agriculture* 20(2-3):87-101.
- Dunning, Nicholas P., Timothy P. Beach, y Sheryl Luzzadder-Beach  
2012 Kax and Kol: Collapse and Resilience in Lowland Maya Civilization. *Proceedings of the National Academy of Science* 109(10):3652-3657.
- Dunning, Nicholas P., Sheryl Luzzadder-Beach, Timothy Beach, John G. Jones, Vernon Scarborough y T. Patrick Culbert  
2002 Arising from the Bajos: The Evolution of a Neotropical Landscape and the Rise of Maya Civilization. *Annals of the Association of American Geographers* 92(2):267-283.
- Durán Fernández, Alejandro  
1999 *Estructura y Etnobotánica de la Selva Alta Peremifolia de Nahá, Chiapas*. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Early, D.  
1992 The Renaissance of Amaranth. En *Chilies to Chocolate: Food the Americas Gave the World*, editado por N. Foster y L. S. Cordell, pp. 15-33. University of Arizona Press, Tucson, Arizona.
- Earp, Colleen  
2011 *Characterizing Invasive Species: The Case of Bracken Fern (Pteridium Aquilinum) in the Mesoamerican Biological Corridor Sian Ka'an-Calakmul, México*. Tesis de Maestría, Geography Department, Rutgers University, New Brunswick, New Jersey.
- Eastmond, Amarella y Betty Faust  
2006 Farmers, Fires, and Forests: A Green Alternative to Shifting Cultivation for Conservation of the Maya Forest? *Landscape and Urban Planning* 74:267-284.
- ECOSUR  
2003 Cambios de Uso del Suelo y la Vegetación en el Estado de Chiapas 1975-2000. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.
- Emerson, R. A.  
1953 A Preliminary Survey of the Milpa System of Maize Culture as Practiced by the Maya Indians of the Northern Part of the Yucatán Peninsula. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 40:51-62.
- Emery, Kitty F.  
2004 Environments of Maya Collapse: A Zooarchaeological Perspective from the Petexbatún, Guatemala, En *Maya Zooarchaeology: New Directions in Method and Theory*, editado por K.F. Emery, pp. 81-96. Los Angeles, CA: Institute of Archaeology, UCLA Press.

- 2007 Assessing the Impact of Ancient Maya Animal Use. *Journal for Nature Conservation* 15(3):184-195.
- 2010 *Dietary, Environmental, and Societal Implications of Ancient Maya Animal Use in the Petexbatun: A Zooarchaeological Perspective on Collapse 5*. Vanderbilt University Press, Nashville, Tennessee.
- Emery, Kitty F. y Linda A. Brown  
2012 Maya Hunting Sustainability: Perspectives from Past and Present. En *The Ethics of Anthropology and Amerindian Research*, editado por R. J. Chacon y R. G. Mendoza, pp. 79-116. Springer-Verlag, Nueva York
- Emery, Kitty F. y Erin Kennedy Thornton  
2008 Zooarchaeological Habitat Analysis of Ancient Maya Landscape Changes. *Journal of Ethnobiology* 28(2):154-178.
- 2012 Using Animal Remains to Reconstruct Ancient Landscapes and Climate in the Central and Southern Maya Lowlands. En *Proceedings of the General Session of the 11th International Council for Archaeozoology Conference (Paris, 23-28 August 2010)*, editado por C. Lefèvre, pp. 203-225. BAR International Series 2354. Archaeopress, Oxford, Reino Unido.
- 2014 Tracking Climate Change in the Ancient Maya World through Zooarchaeological Habitat Analyses. En *The Great Maya Droughts in Cultural Context: Case Studies in Resilience and Vulnerability*, editado por G. Iannone, pp. 301-331. University Press of Colorado, Boulder, Colorado.
- Emery, Kitty F., Lorie E. Wright, y Henry Schwarcz  
2000 Isotopic Analysis of Ancient Deer Bone: Biotic Stability in Collapse Period Maya Land-use. *Journal of Archaeological Science* 27:537-550.
- Erasmus, Charles J.  
1965 Monument Building: Some Field Experiments. *Southwestern Journal of Anthropology* 21(4):277-301.
- ETC Group  
2009 Who Will Feed Us? Questions for the Food and Climate Crises. *ETC Communiqué* (102).
- Everton, Macduff  
2012 *The Modern Maya: Incidents of Travel and Friendship in Yucatán*. 1a. Edición. University of Texas Press, Austin, Texas.
- Exploring Solutions Past  
2014 Archaeology Under the Canopy. The Maya Forest Alliance. Documento electrónico. <http://exploringsolutionspast.org/what-we-do/archaeology-under-the-canopy/>. Diciembre 2014
- Faegri, K.  
1966 Some Problems of Representivity in Pollen Analysis. *Paleobotanist* 15:135-140.
- Fairchild, David  
1945 The Ramon Tree of Yucatán. *Florida State Horticultural Society* 58:198-200.
- FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura  
2014a *The State of Food and Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Copias disponibles en [www.fao.org/3/a-i4040e.pdf](http://www.fao.org/3/a-i4040e.pdf). Diciembre 2014.
- 2014b What is Soil Carbon Sequestration? Food and Agriculture Organization of the United, documento electrónico. [www.fao.org/soils-portal/soil-management/soil-carbon-sequestration/en/](http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/soil-carbon-sequestration/en/). Diciembre 2014.
- Farriss, Nancy M.  
1984 *Maya Society under Colonial Rule: The Collective Enterprise of Survival*. Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey.
- 1992 *Maya Society Under Colonial Rule: The Collective Enterprise of Survival*. Quinta ed. University of Princeton Press, Princeton, Nueva Jersey.
- Faust, Betty B.  
1998 *Mexican Rural Development and the Plumed Serpent: Technology and Maya Cosmology in the Tropical Forest of Campeche, México*. Bergin & Garvey, Westport, Connecticut.
- 2001 Maya Environmental Successes and Failures in the Yucatán Peninsula. *Environmental Science and Policy* 4:153-169.
- Fedick, Scott L.  
1988 *Prehistoric Maya Settlement and Land Use Patterns in the Upper Belize River Area, Belize Central America*. Tesis Doctoral, Department of Anthropology, Arizona State University, Tempe, Arizona.

- 1989 The Economics of Agricultural Land Use and Settlement in the Upper Belize Valley. En *Research in Economic Anthropology*, editado por P. A. McAnany y B. L. Isaac, pp. 215-253. JAI Press, Greenwich, Connecticut.
- 1992 An Agricultural Perspective on Prehistoric Maya Household Location and Settlement Density. En *Primer Congreso Internacional de Mayistas* pp. 87-108. Instituto de Investigaciones Filológicas; Centro de Estudios Mayas. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- 1994 Ancient Maya Agricultural Terracing in the Upper Belize Area. Computer-Aided Modeling and the Results of Initial Investigations. *Ancient Mesoamerica* 5(1):107-127.
- 1995 Land Evaluation and Ancient Maya Land Use in the Upper Belize River Area, Belize, Central America. *Latin American Antiquity* 6(1):16-34.
- 1996a Landscape Approaches to the Study of Ancient Maya Agriculture and Resource Use. En *The Managed Mosaic: Ancient Maya Agriculture and Resource Use*, editado por S. L. Fedick, pp. 335-348. University of Utah Press, Salt Lake City, Utah.
- 1996b *The Managed Mosaic: Ancient Maya Agriculture and Resource Use*. University of Utah Press, Salt Lake City, Utah.
- 2003 In Search of the Maya Forest. En *In Search of the Rain Forest*, editado por C. Slater, pp. 133-166. Duke University Press, Durham, Carolina del Norte.
- 2010 The Maya Forest: Destroyed or Cultivated by the Ancient Maya. *Proceedings for the National Academy of Sciences* 107(3):953-954.
- 2014 A Reassessment of Water and Soil Resources in the Flatlands of the Northern Maya Lowlands. En *The Resilience and Vulnerability of Ancient Landscapes: Transforming Maya Archaeology through IHOPE*, Archeological Papers of the American Anthropological Association 24: 72-83.
- Fedick, Scott L. y Anabel Ford  
1990 The Prehistoric Agricultural Landscape of the Central Maya Lowlands: An Examination of Local Variability in a Regional Context. *World Archaeology* 22:18-33.
- Fedick, Scott L. y Gerald Islebe  
2012 The Secret Garden: Assessing the Archaeological Visibility of Ancient Maya Plant Cultivation According to Pollination Syndrome. Paper presented at the European Conference on Ecological Restoration, Budweis, República Checa.
- Ferguson, Bruce G., John Vandermeer, Helda Morales, y Daniel M. Griffith  
2003 Post-agricultural Succession in El Petén, Guatemala. *Conservation Biology* 17(3):818-828.
- Ferrand, Ezgi Akpinar, Nicholas P. Dunning, David L. Lentz, y John G. Jones  
2012 Use of Aguadas as Water Management Sources in Two Southern Maya Lowland Sites. *Ancient Mesoamerica* 23:85-101.
- Finegan, Bryan  
2004 The Biodiversity and Conservation Potential of Shifting Cultivation Landscapes. En *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*, editado por G. Shroth, G. de Fonseca, C. Harvey, C. Gascon, H. L. Vasconcelos, y A.-M. N. Izac, pp. 153-197. Island Press, Washington, D.C.
- FLAAR  
2008 Plants Utilized by the Maya from Classic Times through Today. FLAAR Asociación Mesoamerica. Documento electrónico. [http://www.wide-format-printers.org/FLAAR\\_report\\_covers/705182\\_Plants\\_utilized\\_by\\_the\\_mayan.pdf](http://www.wide-format-printers.org/FLAAR_report_covers/705182_Plants_utilized_by_the_mayan.pdf).
- Flannery, Kent V.  
1976 *The Early Mesoamerican Village*. Academic Press, Nueva York.
- Flaster, Trish  
2007 *Ramon Seed (Brosimim Alicastrum SW.) and Ramon Seed-Derived Ingredients for Use in Traditional Foods Generally Recognized as Safe (GRAS) Self-Affirmation Report*. Food and Drug Administration.
- Fletcher, Roland  
2009 Low-density, Agrarian-based Urbanism: A Comparative View. *Insights* 2:2-19.
- Folan, William J., Lorrain A Fletcher y Ellen R. Kitz  
1979 Fruit, Fiber, Bark, and Resin: Social Organization of a Maya Urban Center. *Science* 204(4394):697-701.
- Ford, Anabel  
1981 *Conditions for the Evolution of Complex Societies: The Development of the Central*

*Lowland Maya*. Tesis Doctoral, Department of Anthropology, University of California, Santa Barbara, California.

1985 Maya Settlement Pattern Chronology in the Belize River Area and the Implications for the Development of the Central Maya Lowlands. *Belcast Journal of Belizean Affairs* 2:13-32.

1986 *Population Growth and Social Complexity: An Examination of Settlement and Environment in the Central Maya Lowlands*. Anthropological Research Papers No. 35. Arizona State University, Tempe, Arizona.

1990 Maya Settlement in the Belize River Area: Variations in Residence Patterns of the Central Maya Lowlands. En *Prehistoric Population History in the Maya Lowlands*, editado por T. P. Culbert and D. S. Rice, pp. 167-181. University of New Mexico Press, Albuquerque, Nuevo México.

1991a Economic Variation of Ancient Maya Residential Settlement in the Upper Belize River Area. *Ancient Mesoamerica* 2:35-46.

1991b Problems with the Evaluation of Population from Settlement Data: Examination of Ancient Maya Residence Patterns in the Tikal-Yaxhá Intersite Area. *Estudios de Cultura Maya* 18:157-186.

1992 The Ancient Maya Domestic Economy: An Examination of Settlement in the Upper Belize River Area. En *Primer Congreso Internacional de Mayistas* pp. 57-86. Instituto de Investigaciones Filológicas; Centro de Estudios Mayas. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

1996 Critical Resource Control and the Rise of the Classic Period Maya. En *The Managed Mosaic: Ancient Maya Agriculture and Resource Use*, editado por S. L. Fedick, pp. 297-303. University of Utah Press, Salt Lake City, Utah.

2003a *Crecimiento de Población y Complejidad Social: Asentamiento y Medio Ambiente en las Tierras Bajas Mayas*. Traducido por E. H. Gaytan Monográfica 14. Centro de Investigaciones Regionales de Mesoamérica, Miami, Florida.

2003b Continuity and Sustainability in the Maya Forest: Building a Future from the Past at El Pilar. En *Cuarto Congreso Internacional de Mayistas*, pp 380-395 Instituto de Investigaciones Filológicas; Centro de Estudios Mayas. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

2004 Integration among Communities, Centers, and Regions: The Case from El Pilar. En *The Ancient Maya of the Belize Valley: Half a Century of Archaeological Research*, editado por J. Garber, pp. 238-256. University Press of Florida, Gainesville, Florida.

2008 Dominant Plants of the Maya Forest and Gardens of El Pilar: Implications for Paleo-environmental Reconstructions. *Journal of Ethnobiology* 28(2):179-199.

2010 Action Archaeology and the Community at El Pilar. En *Anthropology: the human Challenge*, editado por W. A. Haviland, H. E. L. Prins, D. Walrath y B. McBride, pp. 260-262, Wadsworth, Cengage learning.

2011a Afterword: El Pilar and Maya cultural heritage: reflections of a cheerful pessimist. En *Contested Cultural Heritage: Religion, nationalism, erasure, and exclusion in a global world*, editado por H. Silverman, pp. 261-265. Springer, Nueva York

2011b Legacy of the ancient Maya: the Maya forest garden. *Popular Archaeology* 1, January 2011. Documento electrónico. <http://popular-archaeology.com/issue/january-2011/article/the-legacy-of-el-pilar-the-maya-forest-garden> Marzo 2015.

2013 Ancient Maya Landscapes: A Community of Prosperous Farmers. *Current Anthropology* 54(1):110-111.

Ford, Anabel y Keith C. Clarke

2006 Predicting Late Classic Maya Settlement Patterns. *Research Reports in Belizean Archaeology* 3:193-212.

2015 Linking the Past and Present of the Ancient Maya: Lowland Land Use, Population Distribution, and Density in the Late Classic Period. En *Oxford Handbook of Historical Ecology and Applied Archaeology*, editado por C. Isendahl y D. Stump. Oxford Press, Oxford, Inglaterra.

Ford, Anabel, Keith C. Clarke, y Constance Christensen

2014 The Maya Forest GIS: Regional, Local, Site Data. MesoAmerican Research Center. University of California, Santa Barbara, California.

Ford, Anabel, Keith C. Clarke, y Sebastian Morlet

2011 Calculating Late Classic Lowland Maya Population for the Upper Belize River Area. *Research Reports in Belizean Archaeology* 8:75-87.

- Ford, Anabel, Keith C. Clarke, y Gary Raines  
2009 Modeling Settlement Patterns of the Late Classic Maya with Bayesian Methods and GIS. *Annals of the Association of American Geographers* 99(3):496-520.
- Ford, Anabel y Cynthia Ellis  
2013 Teaching Secrets of Conservation and Prosperity in the Maya Forest. *Research Reports in Belizean Archaeology* 10:305-310.
- Ford, Anabel y Scott L. Fedick  
1992 Prehistoric Maya Settlement Patterns in the Upper Belize River Area: Initial Results of the Belize River Archaeological Settlement Survey. *Journal of Field Archaeology* 19:35-49.
- Ford, Anabel y Harry Glicklen  
1987 The Significance of Volcanic Ash Tempering in the Ceramics of the Central Maya Lowlands. *Proceedings of the 1985 Maya Ceramics Conference* 345:479-502. Washington, D.C.
- Ford, Anabel y Megan Havrda  
2006 Archaeology Under the Canopy: Imagining the Maya of El Pilar. En *Tourism, Consumption and Representation: Narratives of Place and Self*, editado por K. Meethan, A. Anderson, y S. Miles, pp. 67-93. CAB International, Wallingford, Connecticut.
- Ford, Anabel, Allison Jaqua, y Ronald Nigh  
2012 Paleoenvironmental Record, Reconstruction, Forest Succession, and Weeds in the Maya Milpa. *Research Reports in Belizean Archaeology* 9:279-288.
- Ford, Anabel y Maggie Knapp  
2011 El Pilar: Archaeology Under the Canopy. *Popular Archaeology* 4, Septiembre 2011. Documento electrónico. <http://popular-archaeology.com/issue/september-2011/article/el-pilar-archaeology-under-the-canopy> Marzo 2015.
- Ford, Anabel y Ronald Nigh  
2009 Origins of the Maya Forest Garden: A Resource Management System. *Journal of Ethnobiology* 29(2):213-236.  
2010 The Milpa Cycle and the Making of the Maya Forest Garden. *Research Reports in Belizean Archaeology* 7:183-190.  
2014 Climate Change in the Ancient Maya Forest: Resilience and Adaptive Management across Millennia. En *The Great Maya Droughts In Cultural Context: Case Studies in Resilience and Vulnerability*, editado por G. Iannone, pp. 87-106. University Press of Colorado, Boulder, Colorado.
- Ford, Anabel y William I. Rose  
1995 Volcanic Ash in Ancient Maya Ceramics of the Limestone Lowlands: Implications for Prehistoric Volcanic Activity in the Guatemala Highlands. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 66(1-4):149-162.
- Ford, Anabel, Melanie Santiago-Smith, y John Morris  
2005 Community Integration and Adaptive Management at El Pilar. *Research Reports in Belizean Archaeology* 1(459-470).
- Ford, Anabel y Frank Spera  
2007 Fresh Volcanic Glass Shards in the Pottery Shards of the Maya Lowlands. *Research Reports in Belizean Archaeology* 4:111-118.
- Forsyth, D. W.  
1993a The Ceramic Sequence at Nakbe. *Ancient Mesoamerica* 4(1):31-53.  
1993b La Cerámica Arqueológica de Nakbe y El Mirador, Petén. Paper presented at the III Simposio de Arqueología Guatemalteca, Guatemala.
- Foster, R. J., B. J. Harmsen, B. Valdes, C. Pomilla, and C. P. Doncaster  
2009 Food Habits of Sympatric Jaguars and Pumas Across a Gradient of Human Disturbance. *Journal of Zoology* 280:309-318.
- Fox, John W. and Garrett W. Cook  
1996 Constructing Maya Communities: Ethnography for Archaeology. *Current Anthropology* 37(5):811-830.
- Freidel, David A.  
1981 The Political Economics of Residential Dispersion among the Lowland Maya. En *Lowland Maya Settlement Patterns*, editado por W. Ashmore, pp. 371-382. University of New Mexico Press, Albuquerque, Nuevo México.

- Freidel, David A., Linda Schele, and Joy Parker  
1993 *Maya Cosmos: Three Thousand Years on the Shaman's Path*. Primera edición W. Morrow, Nueva York.
- Fry, Robert Elmer  
1969 *Ceramics and Settlement in the Periphery of Tikal, Guatemala*. Tesis de Doctorado, Departamento de Antropología, Universidad de Arizona, Tucson, Arizona.
- Fukuoka, Masanobu  
1978 *The One-Straw Revolution*. Bantam Books, Nueva York.
- Geertz, Clifford  
1963 *Agricultural Involvement: The Processes of Ecological Change in Indonesia*. Universidad de California Press, Berkeley, California.
- Gill, Richardson B., Paul A. Mayewski, Johan Nyberg, Gerald H. Haug, y Larry C. Peterson  
2007 Drought and the Maya Collapse. *Ancient Mesoamerica* 18(2):283-302.
- Glaser, Bruno, Ludwig Haumaier, Georg Guggenberger, y Wolfgang Zech  
2001 The 'Terra Preta' Phenomenon: A Model for Sustainable Agriculture in the Humid Tropics. *Naturwissenschaften* 88:37-41.
- Gliessman, Stephen  
1978 The Establishment of Bracken Following Fire in Tropical Habitats. *American Fern Journal* 68(2):41-44.  
1982 Nitrogen Distribution in Several Traditional Agro-ecosystems in the Humid Tropical Lowlands of South-eastern México. *Plant and Soil* 67:105-117.  
1983 Allelopathic Interactions in Crop-Weeds Mixtures. *Journal of Chemical Ecology* 9(8):991-999.  
1993 Managing Diversity in Traditional Agroecosystems of Tropical Mexico. En *Perspectives on Biodiversity: Case Studies of Genetic Resource Conservation and Development*, editado por C. S. Potter, J. I. Cohen, y D. Janczewski, pp. 65-74. American Association for the Advancement of Science (AAAS), Washington, D.C.  
1998 *Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture*. Ann Arbor Press, Chelsea, Michigan.  
2001 *Agroecosystem Sustainability: Developing Practical Strategies*. Advances in Agroecology Series. CRC Press, Boca Raton, Florida.  
2004 Integrating Agroecological Processes into Cropping Systems Research. *Journal of Crop Improvement* 11(1-2):61-80.
- Gliessman, Stephen, E. M. Garcia, and A. Amador  
1981 The Ecological Basis for the Applications of Traditional Agriculture in the Management of Tropical Agroecosystems. *Agroecosystems* 7:173-185.
- Goebel, Ted, Michael R. Waters, and Dennis H. O'Rourke  
2008 The Late Pleistocene Dispersal of Modern Humans in the Americas. *Science* 319:1497-1502.
- Gómez-Pompa, Arturo  
1987 Tropical Deforestation and Maya Silviculture: An Ecological Paradox. *Tulane Studies in Zoology and Botany* 26(1):19-37.  
2004 The Role of Biodiversity Scientists in a Troubled World. *BioScience* 54(3):217.
- Gómez-Pompa, Arturo, Michael F. Allen, Scott L. Fedick, y Juan J. Jimenez-Osornio (editores)  
2003 *The Lowland Maya Area: Three Millennia at the Human-Wildland Interface*. Food Products Press, Nueva York.
- Gómez-Pompa, Arturo, Jose Salvador Flores, and Victoria Sosa  
1987 The "Pet Kot": A Man-Made Tropical Forest of the Maya. *Interciencia* 12(1):10-15.
- Gómez-Pompa, Arturo y Andrea Kaus  
1990 Traditional Management of Tropical Forests in México. En *Alternatives to Deforestation: Steps Toward Sustainable Use of the Amazon Rain Forest*, editado por A. B. Anderson, pp. 45-64. Columbia University Press, Nueva York.  
1992 Taming the Wilderness Myth: Environmental Policy and Education are Currently Based on Western Beliefs about Nature Rather than on Reality. *BioScience* 42(4):271-279.  
1999 From Pre-Hispanic to Future Conservation Alternatives: Lessons from México. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96:5982-5986.
- Gómez-Pompa, Arturo, C. Vázquez-Yanes, y S. Guevara  
1972 The Tropical Rain Forest: A Nonrenewable Resource. *Science* 177:762-765.
- Graham, Alan  
2003 In the Beginning: Early Events in the Development of Mesoamerica and the Lowland

- Maya Area. En *The Lowland Maya Area: Three Millennia at the Human-Wildland Interface*, editado por S. Fedick, M. Allen y A. Gómez-Pompa, pp. 31-44. Food Products Press, Nueva York.
- Graham, Elizabeth  
 1992 Maya Cities and the Character of a Tropical Urbanism. En *Urban Origins in Eastern Africa*, editado por P. J. J. Sinclair and A. Juma, pp. 70. Uppsala University, Department of Archaeology, Uppsala, Suecia.  
 1999 Stone Cities, Green Cities. En *Complex Politics in the Ancient Tropical World*, editado por E. A. Bacus y L. J. Lucero, pp. 185-194. Archeological Papers of the American Anthropological Association No. 9. American Anthropological Association, Arlington, Texas.  
 2006 A Neotropical Framework for *Terra Preta*. En *Time and Complexity in Historical Ecology: Studies in the Neotropical Lowlands*, editado por W. Balée y C. Erickson, pp. 57-86. Columbia University Press, Nueva York.
- Green, Rhys E., Stephen J. Cornell, Jom P. W. Scharlemann, y Andrew Balmford  
 2005 Farming and the Fate of Wild Nature. *Science* 307(5709):550-555.
- Greenberg, Laurie. S. Z.  
 1992 Garden Hunting among the Yucatec Maya: A Coevolutionary History of Wildlife and Culture. *Ethnoecologica* 1(1):23-33.
- Griffith, Daniel M.  
 2000 Agroforestry: A Refuge for Tropical Biodiversity after Fire. *Conservation Biology* 14(1):525-526.  
 2004 *Succession of Tropical Rain Forest along a Gradient of Agricultural Intensification: Patterns, Mechanisms and Implications for Conservation*. Tesis Doctoral, Filosofía (Ecología and Evolutionary Biology), Universidad de Michigan, Ann Arbor, Michigan.
- Guimaraes Vieira, Ima Celia y John Proctor  
 2007 Mechanisms of Plant Regeneration during Succession after Shifting Cultivation in Eastern Amazonia. *Plant Ecology* 192:303-315.
- Gunn, Joel, William J. Folan, Christian Isendahl, María de Rosario Domínguez Carasco, Betty Faust, y Beniamino Volta  
 2014 Calakmul: Agent Risk and Sustainability in the Western Maya Lowlands. En *The Resilience and Vulnerability of Ancient Landscape: Transforming Maya Archaeology through IHOPE*, Archeological Papers of the American Anthropological Association 24:101-124.
- Gunn, Joel, William J. Folan y Hubert R. Robichaux  
 1995 A Landscape Analysis of the Candelaria Watershed in México: Insights into Paleoclimate Affecting Upland Horticulture in the Southern Yucatán Peninsula Semi-karst. *Geoarchaeology* 10:3-42.
- Gunn, Joel D., Ray T. Matheny, y William J. Folan  
 2002 Climate Change Studies in the Maya Area: A Diachronic Analysis. *Ancient Mesoamerica* 13:79-84.
- Hack, J. T.  
 1942 *The Changing Physical Environment of the Hopi Indians of Arizona*. Harvard University, Cambridge, Massachusetts.
- Halwell, Brian  
 2007 *Still No Free Lunch: Nutrient Levels in U.S. Food Supply Eroded by Pursuit of High Yields*. The Organic Center. Boulder, Colorado.
- Hammond, Norman, Gair Tourtellot, Sara Donaghey, y Amanda Clarke  
 1998 No Slow Dusk: Maya Urban Development and Decline at La Milpa, Belize. *Antiquity* 72(278):831-837.
- Haney Jr., Emil B.  
 1968 The Nature of Shifting Cultivation in Latin America, pp. 30. Land Tenure Center, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin.
- Hanks, William F.  
 1990 *Referential Practice: Language and Lived Space among the Maya*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Hansen, Richard D., Steven Bozarth, John Jacob, David Wahl, y Thomas Schreiner  
 2002 Climatic and Environmental Variability in the Rise of Maya Civilization: A Preliminary Perspective from Northern Petén. *Ancient Mesoamerica* 13(2):273-295.

- Hardin, Garrett  
1968 The Tragedy of the Commons. *Science* 162:1243-1248.
- Hartke, Edwin J. y John R. Hill  
1974 Sedimentation in Lake Lemon, Monroe County, Indiana. *Environmental Study* 3 9:23.
- Harvey, Celia A., Oliver Komar, Robin L. Chazdon, Bruce G. Ferguson, Bryan Finegan, Daniel M. Griffith, Miguel Martínez-Ramos, Helda Morales, Ronald Nigh, Lorena Soto-Pinto, Michiel Van Breugel, y Mark Wishnie  
2008 Integrating Agricultural Landscapes with Biodiversity Conservation in the Mesoamerican Hotspot. *Conservation Biology* 22(1):8-15.
- Haug, Gerald H., Detlef Gunther, Larry C. Peterson, Daniel M. Sigman, Konrad A. Hughen, y Beat Aeschlimann  
2003 Climate and the Collapse of Maya Civilization. *Science* 299(5613):1731-1735.
- Haug, Gerald H., Konrad A. Hughen, Daniel M. Sigman, Larry C. Peterson, y Ursula Rohl  
2001 Southward Migration of the Intertropical Convergence Zone through the Holocene. *Science* 293(5533):1304-1308.
- Haviland, William A.  
1969 Tikal, Guatemala and Mesoamerican Urbanism. *World Archaeology* 2(2):186-196.  
1972 Family Size, Prehistoric Population Estimates, and the Ancient Maya. *American Antiquity* 37(1):135-139.
- Healy, Paul F., Christophe G. B. Helmke, Jaime J. Awe, y Kay S. Sunahara  
2007 Survey, Settlement, and Population History at the Ancient Maya Site of Pacbitun, Belice. *Journal of Field Archaeology* 32(1):17-39.
- Hecht, Susanna B.  
2007 Kayapó Savanna Management: Fire, Soils and Forest Islands in a Threatened Biome. En *Amazon Soils: Essays in Honor of Wim Sombroek*, editado por W. Woods. Springer Verlag, Berlin.  
2009 Kayapó Savanna Management: Fire, Soils, and Forest Islands in a Threatened Biome. En *Amazonian Dark Earths: Wim Sombroek's Vision*, editado por W. T. W. Woods, J. Lehmann, C. Steiner, A. WinklerPrins, y L. Rebellato, pp. 143-161. Springer, Nueva York.
- Heckenberger, Michael J., J. Christian Russell, Carlos Fausto, Joshua R. Toney, Morgan J. Schmidt, Edith Pereira, Bruna Franchetto, y Afukaka Kuikuro  
2008 Pre-Columbian Urbanism, Anthropogenic Landscapes, and the Future of the Amazon. *Science* 321(5893):1214-1217.
- Hernández Xolocotzi, Efraim  
1985 *Xolocotzia: Obras de Efraim Hernández Xolocotzi*. 1a ed. 1. Revista de Geografía Agrícola, México.
- Hernández Xolocotzi, Efraim, Eduardo Bello Baltazar, y Samuel Israel Levy Tacher  
1995 *La Milpa en Yucatán: Un Sistema de Producción Agrícola Tradicional, Vols. 1 y 2*. Colegio de Postgraduados, México.
- Hervik, Peter  
1999 The Mysterious Maya of National Geographic. *Journal of Latin American Anthropology* 4:166-197.
- Hillesheim, Michael B., D. A. Hodell, Barbara W. Leyden, Mark Brenner, Jason H. Curtis, Flavio S. Anselmetti, Daniel Ariztegui, David G. Buck, Thomas Guilderson, Michael F. Rosenmeier, y Douglas W. Schnurrenberger  
2005 Climate Change in Lowland Central America During the Late Deglacial and Early Holocene. *Journal of Quaternary Science* 20(4):363-376.
- Hirshberg, Richard Irwin, Joan F. Hirshberg, y Betty J. Meggers  
1957 Meggers' Law of Environmental Limitation on Culture. *American Anthropologist*. 59(5):890-892.
- Hodell, David A., Flavio S. Anselmetti, Daniel Ariztegui, Mark Brenner, Jason H. Curtis, Adrian Gilli, Dustin A. Grzesik, Thomas J. Guilderson, Andreas D. Müller, Mark Bush, Alexander Correa-Metrio, Jaime Escobar, y Steffen Kutterolf  
2008 An 85-ka Record of Climate Change in Lowland Central America. *Quaternary Science Reviews* 27:1152-1165.
- Hodell, David A., Mark Brenner, Jason H. Curtis, y Thomas Guilderson  
2001 Solar Forcing of Drought Frequency in the Maya Lowlands. *Science* 292(5520):1367-1370.

- Hodell, David A., M. Brenner, J. H. Curtis, R. M. Medina Gonzalez, M. F. Rosenmeier, y T. P. Guilderson  
2002 The Little Ice Age in Mesoamerica. *American Geophysical Union*, resumen #PP61B-10, Documento electrónico. <http://adsabs.harvard.edu/abs/2002AGUFMPP61B..10H>. Marzo 2015
- Hodell, David A., Jason H. Curtis, y Mark Brenner  
1995 Possible Role of Climate in the Collapse of Classic Maya Civilization. *Nature* 375: 391-394.
- Hodell, David A., Alexandra V. Turchyn, Camilla J. Wiseman, Jaime Escobar, Jason H. Curtis, Mark Brenner, Adrian Gilli, Andreas D. Mueller, Flavio Anselmetti, Daniel Ariztegui, y Erik T. Brown  
2012 Late Glacial Temperature and Precipitation Changes in the Lowland Neotropics by Tandem Measurement of  $\delta^{18}O$  in Biogenic Carbonate and Gypsum Hydration Water. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 77:352-368.
- Hofling, Charles A.  
2004 Language and Cultural Contacts Among Yukatekan Mayans. *Collegium Anthropologicum* 28(1):241-248.
- IA, Institute of Archaeology, Belize  
2006 *El Pilar Management Plan: El Pilar Landscape Gateway between Two Nations*. National Institute of Archaeology, Gobierno de Belice, Belmopan, Belice.
- IFAD, International Fund for Agricultural Development  
2014 The future of world food and nutrition security: Investing in smallholder agriculture – An international priority. International Fund for Agricultural Development, Roma. Documento Electrónico. [http://www.ifad.org/pub/factsheet/food/foodsecurity\\_e.pdf](http://www.ifad.org/pub/factsheet/food/foodsecurity_e.pdf). Marzo 2014
- Iannone, Gyles (editor)  
2014 *The Great Maya Droughts In Cultural Context: Case Studies in Resilience and Vulnerability*. University Press of Colorado, Boulder, Colorado.
- Iannone, Gyles, Jason Yaeger, y David Hodell  
2014 Assessing the Great Maya Droughts: Some Critical Issues. En *The Great Maya Droughts in Cultural Context: Case Studies in Resilience and Vulnerability*, editado por G. Iannone, pp. 51-70. University Press of Colorado, Boulder, Colorado.
- Illich, Ivan  
1981 *Shadow Work*. Marion Boyars, Londres, Inglaterra.
- Isakson, S. Ryan  
2009 No Hay Ganancia en la Milpa: The Agrarian Question, Food Sovereignty, and the On-Farm Conservation of Agrobiodiversity in the Guatemalan Highlands. *Journal of Peasant Studies* 36(4):725-759.
- Isendahl, Christian  
2002 *Common Knowledge: Lowland Maya Urban Farming at Xuch*. Tesis Doctoral, Department of Archaeology and Ancient History, Uppsala University, Uppsala, Suecia.
- Isendahl, Christian, Nicholas P. Dunning, y Jeremy A. Sabloff  
2014 Growth and Decline in Classic Maya Puuc Political Economies. En *The Resilience and Vulnerability of Ancient Landscapes: Transforming Maya Archaeology through IHOPE*. Archeological Papers of the American Anthropological Association 24:43-55.
- Islebe, Gerald A., Henry Hooghiemstra, Mark Brenner, Jason H. Curtis, y David A. Hodell  
1996b A Holocene Vegetation History from Lowland Guatemala. *The Holocene* 6:265-271.
- Islebe, Gerald A., H. Hooghiemstra, y R. Van't Veer  
1996a Holocene Vegetation and Water Table History from Two Bogs of the Cordillera de Talamanca, Costa Rica. *Vegetation* 124:155-171.
- Islebe, Gerald A. y Odilon Sánchez  
2001 History of Late Holocene Vegetation at Quintana Roo, Caribbean Coast of México. *Plant Ecology* 160(2):187-192.
- Jacke, Dave, y Eric Toensmeier  
2005 *Edible Forest Gardens*. Chelse Green Publishing, Vermont.
- Johnson, Allen W. y Timothy K. Earle  
1987 *The Evolution of Human Societies: From Foraging Group to Agrarian State*. Stanford University Press, Stanford, California.
- Johnston, Kevin, Fernando Moscoso Moller, y Stefan Schmitt  
1992 Casas No-Visibles De Los Mayas Clásicos: Estructuras Residenciales Sin Plataformas Basales En Itzan, Petén. En *V Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*,

editado por J. P. Laporte, H. Escobedo, y S. Brady. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

Johnston, Kevin J.

2002 Protusion, Bioturbation, and Settlement Detection during Surface Survey: The Lowland Maya Case. *Journal of Archaeological Method and Theory* 9(1):1-67.

2003 The Intensification of Pre-Industrial Cereal Agriculture in the Tropics: Boserup, Cultivation Lengthening, and the Classic Maya. *Journal of Anthropological Archaeology* 22(2):126-161.

Jones, Grant D.

1998 *The Conquest of the Last Maya Kingdom*. University of Stanford Press, Stanford, California.

Jones, Lea D.

1986 *Lowland Maya Pottery: The Place of Petrological Analysis*. BAR International Series 288. British Archaeological Reports, Oxford, Reino Unido.

Karthik, Teegalapalli, Gopi Govindhan Veeraswami, y Prasanna Kumar Samal

2009 Forest Recovery Following Shift Cultivation: An Overview of Existing Research. *Tropical Conservation Science* 2(4):374-387.

Katz, Solomon, M. L. Hediger, y L. A. Valleroy

1974 Traditional Maize Processing Techniques in the New World: Traditional Alkali Processing Enhances the Nutritional Quality of Maize. *Science* 184:765-773.

Kellman, Martin y Rosanne Tackaberry

1997 *Tropical Environments: The Functioning and Management of Tropical Ecosystems*. Routledge, Nueva York.

Kellman, Martin C. y C. D. Adams

1970 Milpa Weeds of the Cayo District, Belize (British Honduras). *Canadian Geographer / Le Géographe Canadien* XIV(4):323-343.

Kelly, Isabel T. y Angel Palerm

1952 *The Tajin Totonac*. U. S. Govt. Print. Office, Washington, D.C.

Kelly, Robert L. y David H. Thomas

2013 *Archaeology*. Sexta edición. Wadsworth Cengage Learning, Nueva York.

Kennett, Douglas J., Sebastian F. M. Breitenbach, Valerie V. Aquino, Yemane Asmerom, Jaime Awe, James U. L. Baldini, Patrick Bartlein, Brendan J. Culleton, Claire Ebert, Christopher Jazwa, Martha J. Macri, Norbert Marwan, Victor Polyak, Keith M. Prufer, Harriet E. Ridley, Harald Sodemann, Bruce Winterhalder, y Gerald H. Haug

2012 Development and Disintegration of Maya Political Systems in Response to Climate Change. *Science* 338:788-791

Kennett, Douglas J., Dolores R. Piperno, John G. Jones, Hector Neff, Barbara Voorhies, Megan K. Walsh, y Brendan J. Culleton

2010 Pre-pottery Farmers on the Pacific Coast of Southern México. *Journal of Archaeological Science* 37(2010):3401-3411.

Kennett, Douglas J., Barbara Voorhies, y Sarah B. McClure

2002 Los Cerritos: An Early Fishing-Farming Community on the Pacific Coast of México. *Antiquity* 76:631-632.

Kintz, Ellen R.

1990 *Life Under the Tropical Canopy: Tradition and Change Among the Yucatec Maya*. Case Studies in Cultural Anthropology. Holt, Rinehart and Winston, Inc., Fort Worth.

Kolb, Charles C.

1985 Demographic Estimates in Archaeology: Contributions from Ethnoarchaeology on Mesoamerican Peasants. *Current Anthropology* 26(5):581-599.

LVC, La Via Campesina

2014 The International Peasant's Voice. La Via Campesina. Documento electrónico. <http://viacampesina.org/en/index.php/organisation-mainmenu-44/what-is-la-via-campesina-mainmenu-45>. Diciembre 2014.

Lal, R.

2004 Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. *Science* 304:1623-1627.

Lambert, J. D. H. y J. T. Arnsom

1982 Ramon and Maya Ruins: An Ecological Not an Economic Relation. *Science* 216 (4543):298-299.

- Lentz, David L. y Brian Hockaday  
2009 Tikal Timbers and Temples: Ancient Maya Agroforestry and the End of Time. *Journal of Archaeological Science* 36:1342-1353.
- Lentz, D. L., S. Woods, A. Hood y M. Murph  
2012 Agroforestry and Agricultural Production of the Ancient Maya at the Chan Site. En *Chan: An Ancient Maya Farming Community*, editado por C. Robin, pp 89-112. University Press of Florida, Gainesville, Florida.
- David L. Lentz, Nicholas P. Dunning, Vernon L. Scarborough, Kevin S. Magee, Kim M. Thompson, Eric Weaver, Christopher Carr, Richard E. Terry, Gerald Islebe, Kenneth B. Tankersley, Liwu Grazioso Sierra, John G. Jones, Palma Buttlers, Fred Valdez, y Carmen E. Ramos Hernandez  
2014 Forests, fields, and the edge of sustainability at the ancient Maya city of Tikal. *Proceedings of the National Academy of Science* 111:18513-18518.
- Leung, Woot-tsun Wu y Marina Flores  
1961 INCAP-ICNND Food Composition Table for Use in Latin America. Interdepartmental Committee on Nutrition for National Defense, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland.
- Levi, Laura J.  
1996 Sustainable Production and Residential Variation: A Historical Perspective on Pre-Hispanic Domestic Economies in the Maya Lowlands. En *The Managed Mosaic: Ancient Maya Agriculture and Resource Use*, editado por S. Fedick, pp. 92-106. University of Utah Press, Salt Lake City, Utah.  
2002 An Institutional Perspective on Prehispanic Maya Residential Variation: Settlement and Community at San Estevan, Belize. *Journal of Anthropological Archaeology* 21:120-141.  
2003 Space and the Limits to Community. En *Perspectives on Ancient Maya Rural Complexity*, editado por G. Iannone y S. Connell, pp. 89-93. Cotsen Institute of Archaeology, Los Angeles.
- Levy Tacher, Samuel I.  
2000 *Sucesión Causada por Roza-Tumba-Quema en las Selvas de Lacanhá Chansayab, Chiapas*. Tesis Doctoral, Botánica, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.  
2012 Applying Traditional Knowledge to Forest Restoration in Lacandon Forest, México. En *Ecological Restoration for Protected Areas: Principles, Guidelines and Best Practices*, editado por K. Keenelyside, N. Dudley, S. Cairns, C. Hall, y S. Stolton. IUCN, Gland, Suiza.
- Levy Tacher, Samuel Israel y J. Rogelio Aguirre Rivera  
2005 Successional Pathways Derived from Different Vegetation Use Patterns by Lacandon Maya. *Journal of Sustainable Agriculture* 26(1):49-82.
- Levy Tacher, Samuel Israel, J. Rogelio Aguirre Rivera, María Magdalena Martínez Romero, y Alejandro Durán Fernández  
2002 Caracterización del Uso Tradicional de la Flora Espontánea en la Comunidad Lacandona de Lacanhá, Chiapas, México. *Interciencia* 27(10):512-520.
- Levy Tacher, Samuel Israel y John Duncan Golicher  
2004 How Predictive is Traditional Ecological Knowledge? The Case of the Lacandon Maya Fallow Enrichment System. *Interciencia* 29(9):496-503.
- Leyden, Barbara W.  
1984 Guatemalan Forest Synthesis After Pleistocene Aridity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America-Biological Sciences* 81(15):4856-4859.  
1987 Man and Climate in the Maya Lowlands. *Quaternary Research* 28(3):407-417.  
2002 Pollen Evidence for Climatic Variability and Cultural Disturbance in the Maya Lowlands. *Ancient Mesoamerica* 13(1):85-101.
- Leyden, Barbara W., Mark Brenner, David A. Hodell, y Jason H. Curtis  
1993 Late Pleistocene Climate in the Central American Lowlands. En *Climate in Continental Isotopic Records*, editado por P. K. Swart, pp. xiii, 374, 78a. ed. Geophysical Monograph. American Geophysical Union, Washington, D.C.
- Liendo, Rodrigo, Elizabeth Solleiro-Rebolledo, Berenice Solis-Castillo, Sergei Sedov, y Arturo Ortiz-Perez  
2014 Population Dynamics and Its Relation to Ancient Landscapes in the Northwestern Maya Lowlands: Evaluating Resilience and Vulnerability. En *The Resilience and Vulnerability*

bility of Ancient Landscapes: Transforming Maya Archaeology through IHOPE. *Archeological Papers of the American Anthropological Association* 24: 84-100

- Linares, Olga F.  
1976 "Garden Hunting" in the American Tropics. *Human Ecology* 4(4):331-349.
- Lohse, Jon C.  
2005 Preceramic Occupations of Belize. *Research Reports in Belizean Archaeology* 2:441-458.  
2010 Archaic Origins of the Lowland Maya. *Latin American Antiquity* 21(3):312-352.
- Lohse, Jon C., Jaime Awe, Cameron Griffith, Robert Rosenswig, y Fred Valdez  
2006 Preceramic Occupations in Belize: Updating the Paleoindian and Archaic Record. *Latin American Antiquity* 17(2):209-226.
- Lope-Alzina, Diana G. y Patricia L. Howard  
2012 The Structure, Composition and Functions of Homegardens: Focus on the Yucatán Península. *Etnoecologica* 9(1):17-41.
- López Morales, Francisco Javier  
1993 *Arquitectura Vernácula en México*. 1a. ed. Fondo Internacional para la Promoción de la Cultura Unesco: Editorial Trillas, México.
- Lucero, Lisa  
2002 The Collapse of the Classic Maya: A Case for the Role of Water Control. *American Anthropologist* 104(3):814-826.
- Lucero, Lisa J., Scott L. Fedick, Nicholas Dunning, David L. Lentz, y Vernon L. Scarborough  
2014 Water and Landscape: Ancient Maya Settlement Decisions. En *The Resilience and Vulnerability of Ancient Landscapes: Transforming Maya Archaeology through IHOPE*. *Archeological Papers of the American Anthropological Association* 24:30-42.
- Lundell, Cyrus Longworth  
1933 The Agriculture of the Maya. *Southwest Review* XIX:65-77.  
1937 *The Vegetation of Petén. With an Appendix: Studies of Mexican and Central American Plants - 1*. Carnegie Institution of Washington, Washington, D.C.
- Maat, Harro  
2015 Commodities and Anticommodities: Rice on Sumatra 1915-1925. En *Rice: Global Networks and New Histories*, editado por F. Bray, P. Coclanis, E. Fields-Black, y D. Schaffer, pp. 335-354. Cambridge University Press, Nueva York.
- Machtmes, Krisianna  
2011 Plants and Animals, Partners in Pollination, America's Research-based Learning Network. LSU AgCenter. Documento electrónico. [www.extension.org/pages/29464/plants-and-animals-partners-in-pollination#.VHOoUovF8Rp](http://www.extension.org/pages/29464/plants-and-animals-partners-in-pollination#.VHOoUovF8Rp). Diciembre 2014.
- MacNeish, Richard S.  
1982 *Third Annual Report of the Belize Archaic Archaeological Reconnaissance*. Robert S. Peabody Foundation for Archaeology.
- Macri, Martha J. y Anabel Ford (editores)  
1997 *The Language of Maya Hieroglyphs*. Pre-Columbian Art Research Institute, San Francisco.
- Mann, Charles C.  
2005 *1491: New Revelations of the Americas before Columbus*. Alfred A. Knopf, Nueva York.
- MARC, MesoAmerican Research Center  
2014 Adaptive Management. MesoAmerican Research Center, University of California, Santa Barbara. Documento Electrónico. [www.marc.ucsb.edu/research/conservation-philosophy/adaptive-management](http://www.marc.ucsb.edu/research/conservation-philosophy/adaptive-management). Diciembre 2014.
- Mariaca Méndez, Ramón (editor)  
2012 *El Huerto Familiar en el Sureste de México*. Estado de Tabasco & El Colegio de la Frontera Sur, Villahermosa, Tabasco, México.
- Martínez Torres, María Elena, y Peter Rosset.  
2010 La Via Campesina: the birth and evolution of a transnational social movement. *Journal of Peasant Studies* 37 (1):149-175.
- Maya Forest Gardener  
2015 Plant Resources of the El Pilar Maya Forest Garden Network. Documento electrónico. [www.mayaforestgardeners.org/db-plant.php](http://www.mayaforestgardeners.org/db-plant.php). Marzo 2015.

- Maya Nut Institute  
2014 Finding Balance Between People, Food, and Forest. Documento electrónico. <http://mayanutstitute.org/>. Diciembre 2014.
- Mayewski, Paul A., Eelco E. Rohling, J. Curt Stager, Wibjörn Karlen, Kirk A. Maasch, L. David Meeker, Eric A. Meyerson, Françoise Gasse, Sirley van Kreveld, Karin Holmgren, Julia Lee-Thorp, Gunhild Rosqvist, Frank Rack, Michael Staubwasser, Ralph R. Schneider y Eric J. Steig  
2004 Holocene climate variability. *Quaternary Research* 62:243-255.
- McAnany, Patricia y Shoshanna Parks  
2012 Casualties of Heritage Distancing: Children, Ch'orti' Indigeneity, and Copán Archaeoscape. *Current Anthropology* 53(1):80-107.
- McAnany, Patricia A.  
1993 The Economics of Social Power and Wealth Among Eighth-Century Maya Households. En *Lowland Maya Civilization in the Eighth Century A.D.*, editado por J. A. Sabloff y J. S. Henderson, pp. 65-89. A symposium at Dumbarton Oaks, 7 y 8 de octubre 1989. Dumbarton Oaks. Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C.  
1995 *Living with the Ancestors: Kinship and Kingship in Ancient Maya Society*. 1era. ed. University of Texas Press, Austin, Texas.
- McCann, J. M., W. I. Woods y D. W. Meyer  
2001 Organic Matter and Anthrosols in Amazonia: Interpreting the Amerindian Legacy. In *Sustainable Management of Soil Organic Matter*, editado por R. M. Rees, B. C. Ball, D. G. Campbell and A. Watson, pp. 180-189. CAB International, Wallingford, Reino Unido.
- McClung de Tapia, Emily  
1992 The Origins of Agriculture in Mesoamerica and Central America. En *The Origins of Agriculture: An International Perspective*, editado por C. W. Cowan y P. J. Watson, pp. 143-171. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- McElwee, Pamela  
2009 Reforesting "Bare Hills" in Vietnam: Social and Environmental Consequences of the 5 Million Hectare Reforestation Program. *Ambio* 38(6):325-333.
- McNeil, Cameron L.  
2012 Deforestation, Agroforestry, and Sustainable Land Management Practices among the Classic Period Maya. *Quaternary International* 249:19-30.
- McNeil, Cameron L., David A. Burney, y Lida Pigott Burney  
2010 Evidence Disputing Deforestation as the Cause for the Collapse of the Ancient Maya Polity of Copan, Honduras. *PNAS* 107:1017-1022.
- Medellin, Rodrigo A.  
1991 The Selva Lacandona: An Overview. *Tropical Conservation and Development Program Newsletter* 24:1-15.  
1994a Mammal Diversity and Conservation in the Selva Lacandona, Chiapas, México. *Conservation Biology* 8(3):780-799.  
1994b Seed Dispersal of Cecropia Obtusifolia by Two Species of Opossums in the Selva Lacandona, Chiapas, México. *Biotropica* 26(4):400-407.
- Medellin, Rodrigo A. y Miguel Equihua  
1998 Mammal Species Richness and Habitat Use in Rainforest and Abandoned Agricultural Fields in Chiapas, México. *Journal of Applied Ecology* 35(1):13-23.
- Medellin, Rodrigo A. y Osiris Gaona  
1999 Seed Dispersal by Bats and Birds in Forest and Disturbed Habitats of Chiapas, México. *Biotropica* 31(3):478-485.
- Medina-Elizalde, Martin y Eelco J. Rohling  
2012 Collapse of Classic Maya Civilization Related to Modest Reduction in Precipitation. *Science* 335:956-959.
- Meggers, Betty Jane  
1954 Environmental Limitation on the Development of Culture. *American Anthropologist* 56:801-824.
- MesoAmerican Research Center  
2015 The Anceint Maya House and Forest Garden at Tzunu'un. Documento electrónico. [www.marc.ucsb.edu/research/maya-forest-is-a-garden/ancient-maya-house-forest-garden-Tzunuun](http://www.marc.ucsb.edu/research/maya-forest-is-a-garden/ancient-maya-house-forest-garden-Tzunuun). Marzo 2015.
- Merlet, Sébastien  
2009 *Étude de l'utilisation des SIG dans le Cadre d'un Projet Archéologique Multi-échelles*.

- Tesis de maestría, Graduate School of Surveyors and Surveyors National Conservatory of Arts and Crafts Le Mans, Francia.
- 2010 Détermination des Besoins d'une Population Maya Durant la Période du Classique Tardif au Moyen d'un Modèle Prédictif. *Revue XYZ* 123(2):17-24.
- Metcalfe, Jessica Z., Christine D. White, Fred J. Longstaffe, Gabriel Wrobe, Della Collins Cook, y K. Anne Pyburn  
2009 Isotopic Evidence for Diet at Chau Hiix, Belize: Testing Regional Models of Hierarchy and Heterarchy. *Society for American Archaeology* 20(1):15-36.
- Metcalfe, S.E., M.D. Jones, S.J. Davies, A. Noren, y A. MacKenzie  
2010 Climate Variability over the Last Two Millennia in the North American Monsoon Region, Recorded in Laminated Lake Sediments from Laguna de Juanacatlán, México. *The Holocene* 20(8):1195-1206.
- de Miguel, Jesus Garcia  
2000 *Etobotanica Maya: Origen y evolucion de los Huertos Familiares de la Peninsula de Yucatán, México*. Tesis Doctoral, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes, Universidad de Córdoba, Córdoba, España.
- Mittermeier, Russell A., Norman Myers, y Cristina Goettsh Mittermeier  
2000 *Hotspots: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions*. CEMEX, México.
- Montgomery, David R.  
2007a Is Agriculture Eroding Civilization's Foundation? *GSA Today* 17(10):4-9.  
2007b Soil Erosion and Agricultural Sustainability. *PNAS* 104(33):13268-13272.
- Monthus, Florent  
2004 *Weights of Evidence and Maya Settlement*. Tesis de maestría, Engineering, Ecole Supérieure des Geometres et Topographes Le Mans, Francia.
- Morley, Robert J.  
2000 *Origin and Evolution of Tropical Rain Forests*. John Wiley & Sons, Nueva York.
- Mueller, A. D., F. S. Anselmetti, D. Ariztegui, M. Benner, M.B. Hillesheim, D. A. Hodell, y J. A. McKenzie  
2006 Climate Drying and Forest Decline (~4.0-3.0 calkryBP) Preceding Sedentary Maya Occupation in the Lowlands of the Petén, Guatemala. *Geophysical Research Abstracts* 8:1784.
- Mueller, Andreas D., Flavio S. Anselmetti, Daniel Ariztegui, Mark Brenner, David A. Hodell, Jason H. Curtis, Jaime Escobar, Adrian Gilli, Dustin A. Grzesik, Thomas P. Guilderson, Steffen Kutterolf, y Michael Plötze  
2010 Late Quaternary Palaeoenvironment of Northern Guatemala: Evidence from Deep Drill Cores and Seismic Stratigraphy of Lake Petén Itza. *Sedimentology* 57:1220-1245.
- Mueller, Andreas D., Gerald A. Islebe, Michael B. Hillesheim, Dustin A. Grzesik, Flavio S. Anselmetti, Daniel Ariztegui, Mark Brenner, Jason H. Curtis, David A. Hodell, y Kathryn A. Venz  
2009 Climate Drying and Associated Forest Decline in the Lowlands of Northern Guatemala During the Late Holocene. *Quaternary Research* 71:133-141.
- Nadal, Alejandro y Timothy A. Wise  
2004 *The Environmental Costs of Agricultural Trade Liberalization: México-U.S. Maize Trade Under NAFTA*. The Working Group on Development and Environment in the Americas, Discussion Paper No. 4. Documento electrónico. <http://ase.tufts.edu/gdae/pubs/rp/dp04nadalwisejuly04.pdf>. Marzo 2015.
- NRC, National Research Council  
1984 *Amaranth: Modern Prospects for an Ancient Crop*. National Academy Press. Washington DC. Documento electrónico. [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNAAQ614.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAQ614.pdf). Marzo 2015.
- Nations, James D.  
1979 *Population Ecology of the Lacandon Maya*. Tesis Doctoral, Department of Anthropology, Southern Methodist University, Dallas, Texas.  
2006 *The Maya Tropical Forest: People, Parks, and Ancient Cities*. University of Texas Press, Austin, Texas.
- Nations, James D. y Ronald Nigh  
1980 The Evolutionary Potential of Lacandon Maya Sustained-Yield Tropical Forest Agriculture. *Journal of Anthropological Research* 36(1):1-30.

- Nations, James D., Christopher J. Rader, y Ingrid Q. Neubauer (editores)  
1999 *Thirteen Ways of Looking at a Tropical Forest: Guatemala's Maya Biosphere Reserve*. Conservation International, Washington, D.C.
- Neff, Hector, Deborah M. Pearsall, John G. Jones, Bárbara Arroyo, Shawn K. Collins, y Dorothy E. Freidel  
2006b Early Maya Adaptive Patterns: Mid-Late Holocene Paleoenvironmental Evidence from Pacific Guatemala. *Latin American Antiquity* 17(3):287-315.
- Neff, Hector, Deborah Pearsall, John G. Jones, Barbara Arroyo de Pieters, y Dorothy E. Freidel  
2006a Climate Change and Population History in the Pacific Lowlands of Southern Mesoamerica. *Quaternary Research* 65:390-400.
- Negreros-Castillo, P. y R. B. Hall  
2000 Sprouting Capability of 17 Tropical Tree Species after Overstory Removal in Quinta-na Roo, México. *Forest Ecology and Management* 126:399-403.
- Nesheim, Ingrid, Rune Halvorsen, y Inger Nordal  
2010 Plant Composition in the Maya Biosphere Reserve: Natural and Anthropogenic Influences. *Plant Ecology* 208(1):93-122.
- Netting, Robert McC.  
1965 Household Organization and Intensive Agriculture: The Kofyar Case. *Africa: Journal of the International African Institute* 35(4):422-429.  
1968 *Hill Farmers of Nigeria: Cultural Ecology of the Kofyar of the Jos Plateau*. University of Washington Press, Seattle, Washington.  
1974 Agrarian Ecology. *Annual Review of Anthropology* 3:21-56.  
1977 Maya Subsistence: Mythologies, Analogies, Possibilities. En *The Origins of Maya Civilization*, editado por R. E. W. Adams, pp. 299-333. University of New Mexico Press, Albuquerque, Nuevo México.  
1993 *Smallholders, Householders: Farm Families and the Ecology of Intensive, Sustainable Agriculture*. Stanford University Press, Stanford, California.
- Nigh, Ronald  
1999 The Contested Mosaic: Biodiversity Conservation and Human Livelihood in the Lacandon Rainforest (Chiapas, México). Ponencia presentado en el Open Meeting of the Human Dimensions of Global Environmental Change Research Community, Shonan Village, Kanagawa, Japón.  
2008 Trees, Fire and Farmers: Making Woods and Soil in the Maya Forest. *Journal of Ethnobiology* 28(2):231-243.
- Nigh, Ronald y Stewart Diemont  
2013 The Maya Milpa: Fire and the Legacy of Living Soil. *Frontiers in Ecology and the Environment* 11(1):45-54.
- Nikolic, Nina, Rainer Schultze-Kraft, Miroslav Nikolic, Reinhard Bocker, y Ingo Holz  
2008 Land Degradation on Barren Hills: A Case Study in Northeast Vietnam. *Environmental Management* 2008(42):19-36.
- Ollerton, Jeff, Rachel Winfree, y Sam Tarrant  
2011 How Many Flowering Plants are Pollinated by Animals? *Oikos* 120:321-326.
- Orrego Corzo, Miguel y Rudy Larios Villalta  
1983 *Tikal, Petén: Reporte de las Investigaciones Arqueológicas en el Grupo 5E-11*. Instituto de Antropología e Historia de Guatemala, Parque Nacional Tikal, Guatemala.
- Ortega, Salvador Montiel y Luis Manuel Arias Reyes  
2008 La Cacería Tradicional en el Mayab Contemporáneo: Una Mirada Desde la Ecología Humana. *Avance y Perspectiva* Abril-Junio:21-27.
- Packham, J. R., D. J. L. Harding, G. M. Hilton, y R. A. Sturtard  
1992 *Functional Ecology of Woodlands and Forests*. Chapman & Hall, Londres [Inglaterra].
- Padoch, Christine  
1982 Land Use in New and Old Areas of Iban Settlement. *Borneo Research Bulletin* 14(1):3-14.
- Palerm, Angel  
1967 Agricultural Systems and Food Patterns. En *Handbook of Middle American Indians*, editado por R. Wauchope y M. Nash, pp. 26-52. Social Anthropology. vol. 6. Austin, Texas, University of Texas Press.  
1976 Agriculture and Food Patterns. En *Handbook of Middle American Indians* editado por R. Wauchope y N. Manning, pp. 39-43. University of Texas Press, Austin, Texas.

- Palka, Joel  
2005 *Unconquered Lacandon Maya: Ethnohistory and Archaeology of Indigenous Culture Change*. University Press of Florida, Gainesville, Florida.
- Parsons, David, Luis Ramirez-Aviles, Jerome H. Cherney, Quirine M. Ketterings, Robert W. Blake, y Charles F. Nicholson  
2009 Managing Maize Production in Shifting Cultivation Milpa Systems in Yucatán, Through Weed Control and Manure Application. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 133(1-2):123-134.
- Patiño Valera, Fernando, Roberto Centeno Erguerra, y Juana Marín Chávez  
2003 Conservation and use of mahogany in forest ecosystems in Mexico. Documento electrónico. [www.fao.org/docrep/005/y4586e/y4586e07.htm#TopOfPage](http://www.fao.org/docrep/005/y4586e/y4586e07.htm#TopOfPage). Marzo 2015.
- Peters, Charles M.  
1983 Observations on Maya Subsistence and the Ecology of a Tropical Tree. *American Antiquity* 48(3):610-615.  
2000 Precolumbian Silviculture and Indigenous Management of Neotropical Forests. En *Imperfect Balance: Landscape Transformations in the Precolumbian Americas*, editado por D. L. Lentz, pp. 203-223. Columbia University Press, Nueva York.
- Peterson, J. B., E. G. Neves, y Michael J. Heckenberger  
2001 Gift from the Past: Terra Preta and Prehistoric Amerindian Occupation in Amazonia. En *Unknown Amazon*, editado por C. McEwan, pp. 86-105. British Museum, Londres [Inglaterra].
- Peterson, Larry C., Gerald H. Haug, Konrad A. Huguen y Ursula Rohlf  
2000 Rapid changes in the hydrologic cycle of tropical Atlantic during the Last Glacial. *Science* 290:1947-1951.
- Peterson, Larry C. y Gerald H. Haug  
2005 Climate and the Collapse of Maya Civilization: A Series of Multi-Year Droughts Helped to Doom an Ancient Culture. *American Scientist* 93(4):322-329.
- Pilcher, Jeffrey M.  
1998 *¡Qué vivan los tamales! Food and the Making of Mexican Identity*. Diálogos. University of New Mexico Press, Albuquerque, Nuevo México.
- Piperno, Dolores  
2011 Prehistoric Human Occupation and Impacts on Neotropical Forest Landscapes during the Late Pleistocene and Early/Middle Holocene. En *Tropical Rainforest Response to Climatic Change*, editado por M. B. Bush, J. R. Flenley, y W. D. Gosling. Cambridge University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Piperno, Dolores R.  
2006 Quaternary Environmental History and Agricultural Impact on Vegetation in Central America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 93(2):274-296.
- Piperno, Dolores R. y Deborah M. Pearsall  
1998 *The Origins of Agriculture in the Lowland Neotropics*. Academic Press, San Diego, California.
- Piperno, Dolores R. y Karen E. Stothert  
2003 Phytolith Evidence for Early Holocene Cucurbita Domestication in Southwest Ecuador. *Science* 299:1054-1057.
- Ploeg, Jan Douwe van der  
2013 Peasant-driven Agricultural Growth and Food Sovereignty. Ponencia presentada en Food Sovereignty: A Critical Dialogue International Conference. Documento electrónico. [www.yale.edu/agrarianstudies/foodsovereignty/pprs/8\\_van\\_der\\_Ploeg\\_2013.pdf](http://www.yale.edu/agrarianstudies/foodsovereignty/pprs/8_van_der_Ploeg_2013.pdf). Marzo 2015.
- Pohl, Mary D., Dolores R. Piperno, Kevin O. Pope, y John G. Jones  
2007 Microfossil Evidence for Pre-Columbian Maize Dispersals in the Neotropics from San Andrés, Tabasco, México. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104:6870-6875.
- Pohl, Mary D., Kevin O. Pope, John G. Jones, John S. Jacob, Dolores R. Piperno, Susan D. deFrance, David L. Lentz, John A. Gifford, Marie E. Danforth, y J. Kathryn Josserand  
1996 Early Agriculture in the Maya Lowlands. *Latin American Antiquity* 7(4):355-372.
- Polanyi, Karl  
2001[1944] *The Great Transformation: The Political and Economic Origins of Our Time*. Beacon Press, Boston.

- Pope, Kevin O., Mary E. Pohl, John G. Jones, David L. Lentz, Christopher von Nagy, Francisco J. Vega, y Irvy R. Quitmyer  
2001 Origin and Environmental Setting of Ancient Agriculture in the Lowlands of Mesoamerica. *Science* 292:1370-1373.
- Primack, Richard, David Bray, Hugo Galleti, y Ismael Ponciano (editores)  
1998 *Timber, Tourists, and Temples: Conservation and Development in the Maya Forest of Belize, Guatemala, and México*. Island Press, Washington, D.C.
- Pugh, Timothy W., José Rómulo Sánchez, y Yoko Shiratori  
2012 Contact and Missionization at Tayasal, Petén, Guatemala. *Journal of Field Archaeology* 37(1):3-19.
- Puleston, Dennis E.  
1968 *Brosimum Alicastrum as a Subsistence Alternative for the Classic Maya of the Central Southern Lowlands*. Tesis de Maestría, Department of Anthropology, University of Pennsylvania, Filadelfia.  
1973 Ancient Maya Settlement Patterns and Environment at Tikal, Guatemala: Implications for Subsistence Models. Tesis Doctoral. Department of Anthropology, University of Pennsylvania, Filadelfia.  
1974 Intersite Area in the Vicinity of Tikal and Uaxactun. En *Mesoamerican Archaeology*, editado por N. Hammond, pp. 303-312. Duckworth, Londres [Inglaterra].  
1982 Appendix 2: The Role of Ramon in Maya Subsistence. En *Maya Subsistence: Studies in Memory of Dennis E. Puleston* editado por Kent Flannery, pp 353-366. Academic Press, Nueva York.  
1983 *Tikal Report No. 13: The Settlement Survey of Tikal*. University Museum Monograph 48 No. 13. University Museum University of Pennsylvania, Filadelfia.
- Puleston, Dennis E. y O. Puleston  
1971 An Ecological Approach to the Origins of Maya Civilization. *Archaeology* 24(4):330-337.  
1972 A Processual Model for the Rise of Classic Maya Civilization in the Southern Lowlands. *Proceedings of the 40th International Congress of Americanists* 2:119-124. Roma-Genoa, Italy.
- Pyburn, K. Anne  
1998 Smallholder in the Maya Lowlands: Homage to a Garden Variety Ethnographer. *Human Ecology* 26(2):267-286.
- Quintana-Ascencio, Pedro Francisco, Mario Gonzales-Espinosa, Neptali Ramirez-Marcial, Gabriela Domínguez-Vázquez, y Miguel Martínez-Ico  
1996 Soil Seed Banks and Regeneration of Tropical Rain Forest from Milpa Fields at the Selva Lacandona, Chiapas, México. *Biotropica* 28(2):192-209.
- Rackham, Oliver  
2006 *Woodlands*. Collins New Naturalist. HarperCollins UK, Londres [Inglaterra].
- Raines, G. L., G. F. Bonham-Carter, y L. D. Kemp  
2000 Weights of Evidence - An Arcview Extension for Predictive Probabilistic Modeling Document. University of Campinas. Documento electrónico. [www.ige.unicamp.br/sdm/default\\_e.htm](http://www.ige.unicamp.br/sdm/default_e.htm). Diciembre 2014.
- Rätsch, Christian  
1992 Their Word for World is Forest: Cultral Ecology and Religion among the Lacandone Maya Indians of Southern México. *Jahrbuch für Ethnomedizin und Bewusstseinsforschung* 1:17-32.
- Redfield, Robert y Alfonso Villa Rojas  
1962 *Chan Kom, A Maya Village*. University of Chicago Press, Chicago.
- Redman, C. L.  
1999 *Human Impact on Ancient Environments*. University of Arizona Press, Tucson, Arizona.
- Reina, Ruben E.  
1967 Milpas and Milperos: Implications for Prehistoric Times. *American Anthropologist, New Series* 69(1):1-20.
- Repussard, Antoine, Henry P. Schwarcz, Kitty F. Emery, y Erin K. Thornton  
2014 Oxygen Isotopes from Maya Archaeological Deer Remains: Experiments in Tracing Droughts Using Bones. En *The Great Maya Droughts in Cultural Context: Case Studies in Resilience and Vulnerability*, editado por G. Iannone, pp. 231-253. University Press of Colorado, Boulder, Colorado.

Rice, Don S.

1976 *The Historical Ecology of Lakes Yaxhá and Sacnab, El Petén, Guatemala*. Tesis Doctoral, Anthropology, Pennsylvania State University, University Park, State College, Pennsylvania.

1996 Paleolimnological Analysis in the Central Petén, Guatemala. En *The Managed Mosaic: Ancient Maya Agriculture and Resource Use*, editado por S. L. Fedick, pp. 193-206. University of Utah Press, Salt Lake City, Utah.

Rice, Don S. y Dennis E. Puleston

1981 Ancient Maya Settlement Patterns in the Petén, Guatemala. En *Lowland Maya Settlement Patterns*, editado por W. Ashmore, pp. 121-156, University of New Mexico Press, Albuquerque, Nuevo México.

Rice, Don S. y Prudence M. Rice

1990 Population Size and Population Change in the Central Petén Lakes Region, Guatemala. En *Precolumbian Population History in the Maya Lowlands*, editado por T. P. Culbert y D. S. Rice, pp. 123-148. University of New Mexico Press, Albuquerque, Nuevo México.

Rico-Gray, Victor, Jose G. Garcia-Franco, Alexandra Chemas, Armando Puch, y Paulino Sima

1990 Species Composition, Similarity, and Structure of Mayan Homegardens in Tixpeual and Tixcacaltuyub, Yucatán, México. *Economic Botany* 44(4):470-487.

Roberts, Paul

2008 *The End of Food*. Houghton Mifflin Harcourt, Nueva York.

Robin, Cynthia

2001 Peopling the Past: New Perspectives on the Ancient Maya. *PNAS* 98(1):18-21.

2002 Outside Of Houses: The Practices Of Everyday Life At Chan Nöohol, Belize. *Journal of Social Archaeology* 2:245-268.

2004 Social Diversity and Everyday Life within Classic Maya Settlements. En *Mesoamerican Archaeology: Theory and Practice*, editado por J. A. Hendon y R. A. Joyce, pp. 148-168. Clackwell Publishing, Malden, Massachusetts.

2012 *Chan: An Ancient Maya Farming Community*. University Press of Florida, Gainesville, Florida.

2013 *Everyday Life Matters: Maya Farmers at Chan*. University Press of Florida, Gainesville, Florida.

Rojas Rabiela, Teresa

1990 La Agricultura en la Epoca Prehispanica. En *La Agricultura en Tierras Mexicanas Desde sus Origenes hasta Nuestros Días*, editado por T. R. Rabiela. Editorial Grijalbo-CONACULTA, México.

Roman Dañobeytia, Francisco, Samuel Israel Levy Tacher, J. Rogelio Aguirre Rivera, David Douterlungne, y Antonio Sánchez González

2009 *Arboles de la Selva Lacandona Útiles para la Restauración Ecológica*. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.

Roman Dañobeytia, Francisco, Samuel Israel Levy Tacher, James Aronson, Ricardo Ribeiro Rodrigues, y Jorge Castellanos Albores

2011 Testing the Performance of Fourteen Native Tropical Tree Species in Two Abandoned Pasture of the Lacandon Rainforest Region of Chiapas, México. *Restoration Ecology* 20(3):378-386.

Romero-Balderas, Karina G., Eduardo J. Naranjo, Helda H. Morales, y Ronald B. Nigh

2006 Daños Ocasionados por Vertebrados Silvestres al Cultivo de Maíz en la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Interciencia* 31(4):276-283.

Rosen, Arlene Miller

2007 *Civilizing Climate: Social Responses to Climate Change in the Ancient Near East*. AltaMira Press, Lanham, Maryland.

Rosenmeier, Michael F., David A. Hodell, Mark Brenner, Jason H. Curtis, y Thomas P. Guilderson

2002 A 4,000-Year Lacustrine Record of Environmental Change in the Southern Maya Lowlands, Petén, Guatemala. *Quaternary Research* 57(2):183-190.

Rosenswig, Robert M.

2006a Northern Belize and the Soconusco: A Comparison of the Late Archaic to Formative Transition. *Research Reports in Belizean Archaeology* 3:59-71.

2006b Sedentism and Food Production in Early Complex Societies of Soconusco, México. *World Archaeology* 38(2):330-355.

Rosenswig, Robert M. y M. A. Masson

2001 Seven New Preceramic Sites Documented in Northern Belize. *Mexicon* XXIII:138-140.

- Rosenzweig, Robert M., Deborah M. Pearsall, Marilyn A. Masson, Brendan J. Culleton, y Douglas J. Kennett  
2014 Archaic Period Settlement and Subsistence in the Maya Lowlands: New Starch Grain and Lithic Data from Freshwater Creek, Belize. *Journal of Archaeological Science* 41:308-321.
- Ross, Nanci J.  
2008 *The Impact of Ancient Maya Forest Gardens on Modern Tree Species Composition in NW Belize*. Tesis Doctoral, Ecology, University of Connecticut.  
2011 Modern Tree Species Composition Reflects Ancient Maya "Forest Gardens" in Northwest Belize. *Ecological Applications* 21(1):75-84.
- Ross, Nanci J. y Thiago F. Rangel  
2011 Ancient Maya Agroforestry Echoing Through Spatial Relationships in the Extant Forest of NW Belize. *Biotropica* 43(2):141-148.
- Roys, Ralph L.  
1952 Conquest Sites and Subsequent Destruction of Maya Architecture in the Interior of Northern Yucatán. *Contributions to American Anthropology and History* 11:129-182.  
1976 *The Ethno-Botany of the Maya*. ISHS Reprints on the Latin America and the Caribbean. Institute for the Study of Human Issues, Philadelphia.
- Rue, D. J.  
1989 Archaic Middle American Agriculture and Settlement: Recent Pollen Data from Honduras. *Journal of Field Archaeology* 16: 177-184.
- Rushton, Elizabeth A. C., Sarah E. Metcalfe y Bronwen S. Whitney  
2012 A Late-Holocene Vegetation History from the Maya Lowlands, Lamanai, Northern Belize. *The Holocene* 23(4):485-493.
- Sanchez, P. A.  
2012 Soils. En *Tropical Rain Forest Ecosystems: Biogeographical and Ecological Studies*, editado por H. Lieth y M. J. A. Werger, pp. 73-88. Elsevier Science Publishers, Nueva York.
- Sanders, W. T.  
1981 Classic Maya Settlement Patterns and Ethnographic Analogy. En *Lowland Maya Settlement Patterns*, editado por W. Ashmore, pp. 351-369. University of New Mexico, Albuquerque, Nuevo México.
- Scarborough, Vernon L.  
2003 *The Flow of Power: Ancient Water Systems and Landscapes*. A School of American Research Resident Scholar Book. School of American Research, Santa Fe, Nuevo México.
- Scarborough, Vernon L. y William R. Burnside  
2010 Complexity and Sustainability: Perspectives on the Ancient Maya and Modern Balinese. *American Antiquity* 75(2):327-363.
- Scarborough, Vernon L. y Fred Valdez  
2014 The Alternative Economy: Resilience in the Face of Complexity from the Eastern Lowlands. En *The Resilience and Vulnerability of Ancient Landscapes: Transforming Maya Archaeology through IHOPE*, Archeological Papers of the American Anthropological Association 24:124-141.
- Scarborough, Vernon L. y Lucero, L.  
2011 The Non-Hierarchical Development of Complexity in the Semitropics: Water and Cooperation. *Water History* 2:185-205.
- Schele, Linda y David A. Freidel  
1990 *A Forest of Kings: The Untold Story of the Ancient Maya*. 1st ed. William Morrow, Nueva York.
- Schele, Linda y Peter Mathews  
1998 Palenque: Hanab-Pakal's Tomb. En *The Code of Kings*, pp. 119-123. Scribner, Nueva York.
- Schlesinger, Victoria  
2001 *Animals and Plants of the Ancient Maya: A Guide*. University of Texas Press, Austin, Texas.
- de Schlippe, Pierre  
1956 *Shifting Cultivation in Africa*. Routledge & Kegan Paul Limited, Londres [Inglaterra].
- Schmook, Brigit, Colin Vance, Peter Klepeis, Eric Keys, y Mirna E. Canul  
2004 Características de los Ejidos al Sur de los Estados de Campeche y Quintana Roo, pp. 22. Proyecto de la Región Sur de Península de Yucatán, Chetumal, Quintana Roo, México.

- Schneider, L. C.  
2004 *Understanding Bracken Fern (Pteridium aquilinum (L.) Kuhn) Invasion in the Southern Yucatan Peninsular Region through Integrated Land-Change Science*. Tesis Doctoral, Geography, Clark University, Worcester, Massachusetts.
- Scholes, Mary C. y Robert J. Scholes  
2013 Dust Unto Dust. *Science* 342:565-567.
- Schulze, Mark D. y David F. Whitacre  
1999 *A Classification and Ordination of the Tree Community of Tikal National Park, Petén, Guatemala*. Bulletin of the Florida Museum of Natural History, Vol 41. University of Florida, Gainesville, Florida.
- Schwartz, Norman B.  
1990 *Forest Society: A Social History of Petén, Guatemala*. University of Pennsylvania Press, Filadelfia.  
1999 Tables of Plants in the Milpa. En *Field Notes 1960-1977*. On File MesoAmerican Research Center, University of California, Santa Barbara.
- Schwartz, Norman B. y Amilcar Rolando Corzo Márquez  
2015 Swidden Counts: A Petén, Guatemala Milpa System: Production, Carrying Capacity and Sustainability in the Southern Maya Lowlands. *Journal of Anthropological Research* 71(1):69-93.
- Scott, James C.  
1998 *Seeing Like a State: How Certain Schemes to Improve the Human Condition Have Failed*. Yale University Press, New Haven, Connecticut.  
2009 *The Art of Not Being Governed*. Yale Agrarian Studies Series. Yale University Press, New Haven, Connecticut.
- Service, Elman Rogers  
1962 *Primitive Social Organization: An Evolutionary Perspective*. Random House Studies in Anthropology. Random House, Nueva York.  
1975 *Origins of the State and Civilization: The Process of Cultural Evolution*. Norton, Nueva York.
- Sheets, Payson D.  
1992 *The Ceren Site: A Prehistoric Village Buried by Volcanic Ash in Central America*. Case Studies in Archaeology Series. Harcourt Brace Jovanovich College Publishers; Shepard, Mark  
2013 *Restoration Agriculture: Real-World Permaculture for Farmers*. Acres U.S.A, Austin, Texas.
- Siebert, Stephen, Jill Belsky, Sangay Wangchuk, y James Riddering  
2014 The End of Swidden in Bhutan: Implications for Forest Cover and Biodiversity. En *A Growing Forest of Voices*, editado por M. Cairns. Earthscan, Londres [Inglaterra].
- Siebert, Stephen F. y Jill M. Belsky  
2014 Historic Livelihoods and Land Uses as Ecological Disturbances and their Role in Enhancing Biodiversity: An Example from Bhutan. *Biological Conservation* 177(2014):82-89.
- Sirjean, Elise  
2003 *Creation and Validation of a Predictive Model of Ancient Maya Settlements with a Statistical Method*. Tesis de Maestría, Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes, Conservatoire National des Arts et Métiers, Le Mans, Francia.
- Smalley, John y Michael Blake  
2003 Sweet Beginnings: Stalk Sugar and the Domestication of Maize. *Current Anthropology* 44(5):675-703.
- Smith, Bruce D.  
1998 Origins of Agriculture Enhanced: Between Foraging and Farming. *Science* 279 (5357):1651-1652.
- Smith, Jr., C. Earle y Marguerita L. Cameron  
1977 Ethnobotany in the Puuc, Yucatán. *Economic Botany* 31(2):93-110.
- Smithsonian Institution  
2014 Plants and Animals, Partners in Pollination. *Smithsonian Education*. vol. 2014. Smithsonian Center for Learning and Digital Access. Documento electrónico. [www.smithsonianeducation.org/educators/lesson\\_plans/partners\\_in\\_pollination/](http://www.smithsonianeducation.org/educators/lesson_plans/partners_in_pollination/). Diciembre 2014.

- Smyth, Michael P.  
1991 *Modern Maya Storage Behavior: Ethnoarchaeological Case Examples from the Puuc Region of Yucatán*. University of Pittsburgh Latin America Archaeology Publications, Pittsburgh, Pennsylvania.
- Snook, Laura K., Patricia Negreros-Castillo y Jennifer O'Connor  
2005 Supervivencia y Crecimiento de Plántulas de Caoba en Aperturas Creadas en la Selva Maya de Belize y México. *Recursos Naturales y Ambiente* 44:91-99.
- Snook, Laura K. y Riamondo Capitanio  
2012 Restoring Valuable Diversity through Patch Clearcuts in Tropical Forests: Slash and Burn is Best. *Biodiversity International*. Documento electrónico. [http://elti.fesprojects.net/ISTF%20Conference%202012/laura\\_snook\\_istfconference2012.pdf](http://elti.fesprojects.net/ISTF%20Conference%202012/laura_snook_istfconference2012.pdf). Diciembre 2014.
- Snook, Laura K. y Patricia Negreros-Castillo  
2004 Rengenerating Mahogany (*Swietenia macrophylla* King) on Clearings in México's Maya Forest: The Effects of Clearing Method and Cleaning on Seedling Survival and Growth. *Forest Ecology and Management* 189(2004):143-160.
- Snook, Laura  
1998 Sustaining Harvests of Mahogany (*Swietenia macrophylla* King) from México's Yucatán Forests: Past, Present, and Future. En *Timber, Tourists, and Temples*, editado por L. R. Primech, D. Bray, y H. Galleti. Island Press, San Francisco.  
2005 Sustaining Mahogany: Research and Silviculture in México's Community Forests. *Bios Forests des Tropiques* 285(3):55-65.
- Snow, Dean R.  
2006 Picturing the Pre-Columbian Americas. *Science* 312(5778):1313.
- Soleri, Daniela y David A. Cleveland  
1993 Hopi Crop Diversity and Change. *Journal of Ethnobiology* 13(2):203-231.
- Sowervine, Jennifer C.  
2004 Territorialisation and the Politics of Highland Landscapes in Vietnam: Negotiating Property Relations in Policy, Meaning and Practice. *Conservation & Society* 2(1):97-136.
- Stahl, Peter W. y Deborah M. Pearsall  
2012 Late Pre-Columbian Agroforestry in the Tropical Lowlands of Western Ecuador. *Quaternary Institute* 249:43-52.
- Staller, John E.  
2010 *Maize Cobs and Cultures: History of Zea mays L.* Springer Berlin, Heidelberg, Alemania.
- Steele, James, Jonathan Adams y Tim Sluckin  
1998 Modelling Paleoindian Dispersals. *World Archaeology* 30(2):285-305.
- Steggerda, Morris  
1941 *Maya Indians of Yucatán*. Carnegie Institution of Washington Publication 531. Carnegie Institution of Washington, Washington, D.C.
- Steinberg, Michael K.  
1998 Political Ecology and Cultural Change: Impacts on Swidden-Fallow Agroforestry Practices among the Mopan Maya in Southern Belize. *Professional Geographer* 50(4):407-417.  
2005 Mahogany (*Swietenia macrophylla*) in the Maya Lowlands: Implications for Past Land Use and Environmental Change? *Journal of Latin American Geography* 4(1):127-134.
- Stone, Glenn Davis, M. Priscilla Stone, y Robert McC. Netting  
1990 Seasonality, Labor Scheduling, and Agricultural Intensification in the Nigerian Savanna. *American Anthropologist* 92(1):7-23.
- Strauss-Debenedetti, S. y F. A. Bazzaz  
1991 Plasticity and Acclimation to Light in Tropical Moraceae of Different Sucesional Positions. *Oecologia* 87:377-387.
- Stuart, James W.  
1990 Maize Use by Rural Mesoamerican Households. *Human Organization* 49(2):135-139.
- Stump, Daryl  
2013 On Applied Archaeology, Indigenous Knowledge, and the Usable Past. *Current Anthropology* 54(3):268-298.
- Suazo, I.  
1998 *Aspectos Ecológicos de la Especie Invasora Pteridium Aquilinum (L.) Kuhn en la Selva Húmeda de la Región de Chajul Chiapas, México*. Tesis de Maestría, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

- Sunahara, Kay Sachiko  
2003 *Ancient Maya Ceramic Economy in the Belize River Valley Region: Petrographic Analyses*. Tesis Doctoral, Anthropology, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canadá.
- Sweeney, Stuart, Douglas G. Steigerwald, Frank Davenport y Hallie Eakin  
2013 Mexican Maize Production: Evolving Organizational and Spatial Structures Since 1980. *Applied Geography* 39(2013):78-92.
- Tambiah, Stanley J.  
1976 The Galactic Polity: The Structure of Traditional Kingdoms in Southeast Asia. *Annals New York Academy of Sciences* 293:69-97.
- Tankersley, Kenneth B., Vernon L. Scarborough, Nicholas Dunning, Warren Huff, Barry Maynard, y Tammie L. Gerke  
2011 Evidence for Volcanic Ash Fall in the Maya Lowlands from a Reservoir at Tikal, Guatemala. *Journal of Archaeological Science* 38:2925-2938.
- Teeccino  
2014 *Ramon Seeds*, Editado por C. MacDougall. Documento electrónico. <http://teeccino.com/about/246/Ram%C3%B3n-Seeds.html>. Diciembre 2014.
- Terán, Silvia y Christian H. Rasmussen  
1994 La Milpa en Mesoamérica. En *La Milpa de los Mayas*, pp. 124. Talleres Gráficos del Sudeste, Mérida, Yucatán, México.  
1995 Genetic Diversity and Agricultural Strategy in 16th Century and Present-Day Yucatecan Milpa Agriculture. *Biodiversity and Conservation* 4(4):363-381.  
2008 *Jinetes del Cielo Maya: Dioses y Diosas de la Lluvia en Xocen*. Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.  
2009 *La Milpa de los Mayas: La Agricultura de los Mayas Prehispánicas y Actuales en el Noreste de Yucatán*. Universidad Nacional Autónoma de México, Mérida, Yucatán, México.
- Terán, Silvia, Christian H. Rasmussen, y Olivio May Cauch  
1998 *Las Plantas de la Milpa entre los Mayas: Etnobotánica de las Plantas Cultivadas por Campesinos Mayas en las Milpas del Noreste de Yucatán, México*. Foundation Tun Ben Kin, A.C., Yucatán, México.
- Terrell, John Edward y John P. Hart  
2008 Domesticated Landscapes. En *Handbook of Landscape Archaeology*, editado por B. David y J. Thomas, pp. 328-332. Left Coast Press, Inc. Walnut Creek, California.
- Terrell, John Edward, John P. Hart, Sibel Barut, Nicoletta Cellinese, Antonio Curet, Tim Denham, Chapurukha M. Kusimba, Kyle Latinis, Rahul Oka, Joel Palka, Mary E. D. Pohl, Kevin O. Pope, Patrick Ryan Williams, Helen Haines, y John E. Staller  
2003 Domesticated Landscapes: The Subsistence Ecology of Plant and Animal Domestication. *Journal of Archaeological Method and Theory* 10(4):323-368.
- TNC  
2014 Maya Forest. Documento electrónico. [www.nature.org/ourinitiatives/regions/northamerica/mexico/placesweprotect/maya-forest.xml](http://www.nature.org/ourinitiatives/regions/northamerica/mexico/placesweprotect/maya-forest.xml), Marzo 2015.
- Toledo, Víctor M.  
1990 El Proceso de Ganaderización y la Destrucción Biológica y Ecológica de México. *Medio Ambiente y Desarrollo en México* 1:191-222.  
2010 Indigenous Peoples. En *Encyclopedia of Biodiversity*, editado por S. Levin, pp. 2-3. Academic Press, San Diego, California.
- Toledo, Víctor M., Narciso Barrera-Bassols, Eduardo García-Frapolli, y Pablo Alarcón-Chaires  
2008 Uso Múltiple y Biodiversidad entre Los Mayas Yucatecos (México). *Interciencia* 33:345-352.
- Toledo, Víctor M., Benjamin Ortiz Espejel, Leni Cortés, Patricia Moguel, y María de Jesús Ordoñez  
2003 The Multiple Use of Tropical Forests by Indigenous Peoples in Mexico: A Case of Adaptive Management. *Conservation Ecology* 7(3):9 [en línea].
- Torre-Cuadros, María de Los Angeles La y Gerald A. Islebe  
2003 Traditional Ecological Knowledge and Use of Vegetation in Southeastern México: A Case Study from Solferino, Quintana Roo. *Biodiversity and Conservation* 12:2455-2476.
- Tourtellot, Gair  
1983 Assessment of Classic Maya Household Composition. En *Prehistoric Settlement Pattern Studies: Retrospect and Prospect*, editado por E. Z. Vogt y R. M. Leventhal, pp. 35-54. University of New Mexico Press, Albuquerque, Nuevo México.
- Tourtellot, Gair, Jeremy A. Sabloff, y Michael P. Smyth  
1990 Room Counts and Population Estimation for Terminal Classic Sayil in the Puuc

- Region, Yucatán, México. En *Precolumbian Population History in the Maya Lowlands*, editado por T. P. Culbert y D. S. Rice, pp. 245-261. University of New Mexico Press, Albuquerque, Nuevo México.
- Townsend, Patricia K.  
2009 *Environmental Anthropology From Pigs to Policies*. Weavland Press, Long Grove, Illinois.
- Trigger, Bruce G.  
2003 *Understanding Early Civilizations: A Comparative Study*. Cambridge University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Turner, B. L.  
1978 Ancient Agricultural Land Use in the Central Maya Lowlands. En *Pre-Hispanic Maya Agriculture*, editado por P. D. Harrison y B. L. Turner II, pp. 163-183. University of New Mexico Press, Albuquerque, Nuevo México.  
1990 Population Reconstruction of the Central Maya Lowlands: 1000 B.C. to A.D. 1500. En *Precolumbian Population History in the Maya Lowlands*, editado por T. P. Culbert y D. S. Rice, pp. 301-324. 1era ed. University of New Mexico Press, Albuquerque, Nuevo México.
- Turner, B. L., Jacqueline Geoghegan, y David R. Foster (editores)  
2004 *Integrated Land-Change Science and Tropical Deforestation in the Southern Yucatán*. Oxford University Press, Nueva York.
- Turner, B. L., R. E. Kasperson, P. A. Matson, J. M. McCarthy, R. W. Corell, Lindsey Christensene, Noelle Eckley, Jeanne X. Kasperson, Amy Luers, Marybeth L. Martello, Colin Polskya, Alexander Pulsiphera, y Andrew Schiller  
2003 A Framework for Vulnerability Analysis in Sustainability Science. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100:8074-8079.
- Turner, B. L., y Jeremy A. Sabloff  
2012 Classic Period Collapse of the Central Maya Lowlands: Insights about Human-Environment Relationships for Sustainability. *Proceedings of the National Academy of Science* 109(35):13908-13914.
- Turner, B. L., S. Cortina Villar, D. Foster, J. Geoghegan, E. Keys, P. Klepeis, D. Lawrence, P. Macario Mendoza, S. M. Manson, Y. Ogneva-Himmelberger, D. Pérez Salicrup A. B. Plotkin, R. Roy Chowdhury, B. Savitsky, L. Schneider, B. Schmook, y C. Vance  
2001 Deforestation in the Southern Yucatán Peninsula Region: An Integrative Approach. *Forest Ecology and Management* 154(3):343-370.
- Turner, Ian M.  
2001 *The Ecology of Trees in the Tropical Rain Forest*. Cambridge Tropical Biology Series. Cambridge University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Turrent, Antonio, Timothy A. Wise, y Elise Garvey  
2012 *Achieving México's Maize Potential*. Global Development and Environment Institute, Somerville, Maryland. Documento electrónico. [www.ase.tufts.edu/gdae/policy\\_research/MexMaize.html](http://www.ase.tufts.edu/gdae/policy_research/MexMaize.html). Marzo 2015.
- Udo, R. K.  
1965 Disintegration of Nucleated Settlement in Eastern Nigeria. *Geographical Review* 60: 53-67.
- UN, United Nations  
2004 World Population to 2300. Department of Economic and Social Affairs. United Nations, Nueva York. <http://www.un.org/esa/population/publications/longrange2/WorldPop2300final.pdf>
- Valdez-Hernández, Míma, Odilón Sánchez, Gerald A. Islebe, Laura K. Snook, y Patricia Negreros-Castillo  
2014 Recovery and Early Succession after Experimental Disturbance in a Seasonally Dry Tropical Forest in México. *Forest Ecology and Management* 334(2014):331-343.
- Van Vliet, Nathalie, Ole Mertz, Torben Birch-Thomsen, y Birgit Schmook  
2013 Is There a Continuing Rationale for Swidden Cultivation in the 21st Century? *Human Ecology* 41:1-5.
- Vandermeer, John, y Ivette Perfecto  
2013 Complex Traditions: Intersecting Theoretical Frameworks in Agroecological Research. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 37:76-89.

- Vanderwarker, Amber M.  
2006 *Farming, Hunting, and Fishing in the Olmec World*. University of Texas Press, Austin, Texas.
- Vargas-Contreras, Jorge A., Rodrigo A. Medellín, Griselda Escalona-Segura, y Ludivina Interian-Sosa  
2009 Vegetation Complexity and Bat-Plant Dispersal in Calakmul, México. *Journal of Natural History* 43:219-243.
- Vaughan, Hague H., Edward S. Deevey Jr., y S. E. Garrett-Jones  
1985 Pollen Stratigraphy of Two Cores from the Petén Lake District, With an Appendix on Two Deep-Water Cores. En *Prehistoric Lowland Maya Environment and Subsistence Economy*, editado por M. Pohl, pp. 73-89. Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Vol. 77. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Vieyra-Odilon, Leticia y Heike Vibrans  
2001 Weeds as Crops: The Value of Maize Field Weeds in the Valley of Toluca, México. *Economic Botany* 55(3):426-443.
- Villa Rojas, Alfonso  
1945 *The Maya of East Central Quintana Roo* 559. Carnegie Institution, Washington, D.C.
- Voeks, Robert A.  
2004 Disturbance Pharmacopoeias: Medicine and Myth from the Humid Tropics. *Annals of the Association of American Geographers* 94(4):868-888.
- Voorhies, Barbara  
1982 An Ecological Model of the Early Maya of the Central Lowlands. En *Maya Subsistence: Studies in Memory of Dennis Edward Puleston*, editado por K. V. Flannery, pp. 65-95. Studies in archaeology. Academic Press, Nueva York.  
1998 The Transformation from Foraging to Farming in Lowland Mesoamerica. En *The Managed Mosaic: Ancient Maya Agriculture and Resource Use*, editado por S. L. Fedick, pp. 17-29. University of Utah Press, Salt Lake City, Utah.  
2004 *Coastal Collectors in the Holocene: The Chantuto People of Southwest México*. University Press of Florida, Gainesville, Florida.
- Wahl, David, Roger Byrne, Thomas Schreiner, y Richard Hansen  
2006 Holocene Vegetation Change in the Northern Petén and its Implications for Maya Prehistory. *Quaternary Research* 65:380-289.  
2007 Palaeolimnological Evidence of Late-Holocene Settlement and Abandonment in the Mirador Basin, Petén, Guatemala. *The Holocene* 17(6):813-820.
- Wahl, David, Francisco Estrada-Belli, y Lysanna Andersona  
2013 Prehispanic Human-Environment Interactions in the Holmul Region of the Southern Maya Lowlands. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 397(80):17-31.
- Warman, Arturo  
2003 *Corn and Capitalism: How a Botanical Bastard Grew to Global Dominance*. Latin America in Translation. The University of North Carolina Press, Chapel Hill, Carolina del Norte.
- Wauchope, Robert  
1938 *Modern Maya Houses: A Study of their Archaeological Significance*. 1era. ed. Carnegie Institution of Washington, Washington, D.C.
- Webster, David  
2002 *The Fall of the Ancient Maya: Solving the Mystery of the Maya Collapse*. Thames & Hudson, Londres [Inglaterra].
- Webster's  
1927 Arable. En *New Webster's International Dictionary of the English Language*, editado por F. A. W. T. Harris. G & C Merriam, Springfield, Massachusetts.  
2010 Webster's New World College Dictionary. Wiley Publishing, Cleveland, Ohio.
- Weis, Tony  
2010 The Accelerating Biophysical Contradictions of Industrial Capitalist Agriculture. *Journal of Agrarian Change* 10(3):315-341.
- Wernecke, Daniel Clark  
1994 *Aspects of Urban Design in an Ancient Maya Center: El Pilar, Belize*. Tesis de Maestría, The College of Social Science, Florida Atlantic University, Boca Raton, Florida.  
2005 *A Stone Canvas: Interpreting Maya Building Materials and Construction Technology*. Tesis Doctoral, Graduate School of the University of Texas at Austin, University of Texas, Austin, Texas.

- West, Robert C.  
1964 Surface Configuration and Associated Geology of Middle America. *Handbook of Middle American Indians* 1:33-83.
- White, Christine D. y Henry P. Schwarz  
1989 Ancient Maya Diet: As Inferred from Isotopic and Elemental Analysis of Human Bone. *Journal of Archaeological Science* 16(5):451-474.
- White, D. A. y C. S. Hood  
2004 Vegetation Patterns and Environmental Gradients in Tropical Dry Forests of the Northern Yucatán Peninsula. *Journal of Vegetation Science* 15:151-160.
- Whitmore, Thomas M. y Billie Lee Turner II  
1992 Landscapes of Cultivation in Mesoamerica on the Eve of the Conquest. *Annals of the Association of American Geographers* 82(3):402-425.  
2005 *Cultivated Landscapes of Middle America on the Eve of Conquest*. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.
- Wikipedia  
2015 Arable Land. Documento electrónico. [http://en.wikipedia.org/wiki/Arable\\_land](http://en.wikipedia.org/wiki/Arable_land). Diciembre 2015.
- Wilk, Richard  
2013 Anthropology Until Only Yesterday. *American Anthropologist* 115(3):514-533.
- Wilken, Gene C.  
1971 Food-Producing Systems Available to the Ancient Maya. *American Antiquity* 36(4):432-448.  
1987 *Good Farmers: Traditional Agricultural Resource Management in México and Central America*. University of California Press, Berkeley, California.
- Wilkinson, T. J.  
2014 Comparative Landscape Analysis: Contrasting the Middle East and Maya Regions. En *The Resilience and Vulnerability of Ancient Landscapes: Transforming Maya Archaeology through IHOPE*. Archeological Papers of the American Anthropological Association 24:183-200.
- Wiley, Gordon R.  
1956 The Structure of Ancient Maya Society: Evidence from the Southern Lowlands. *American Anthropologist* 58:777-782.
- Wiley, Gordon R., Jr. William R. Bullard, John B. Glass, y James C. Gifford  
1965 *Prehistoric Maya Settlements in the Belize Valley*. Peabody Museum, Cambridge, Massachusetts.
- Wilson, E. O.  
2002 *The Future of Life*. Alfred A. Knopf, Nueva York.
- Wise, Timothy A.  
2007 *Policy Space for Mexican Maize: Protecting Agro-biodiversity by Promoting Rural Livelihoods*. Global Development and Environment Institute at Tufts University. Somerville, MA. Documento electrónico. [www.ase.tufts.edu/gdae/policy\\_research/mexican\\_maize.html](http://www.ase.tufts.edu/gdae/policy_research/mexican_maize.html). Marzo 2015.  
2010 Agricultural Dumping Under NAFTA: Estimating the Costs of US Agricultural Policies to Mexican Producers. Global Development and Environment Institute at Tufts University. Somerville. Documento electrónico. [www.ase.tufts.edu/gdae/policy\\_research/agnafta.html](http://www.ase.tufts.edu/gdae/policy_research/agnafta.html). Marzo 2015.
- Woods, William I. y Joseph M. McCann  
1999 The Anthropogenic Origin and Persistence of Amazonian Dark Earths. *The Yearbook of Latin Americanist Geographers* 25:7-14.
- Woodward, Michelle R.  
2000 Considering Household Food Security and Diet at the Classic Period Village of Ceren, El Salvador (A.D. 600). *Mayab* 13:11.
- Woodworth, Paddy  
2013 *Our Once and Future Planet: Restoring the World in the Climate Change Century*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Wyatt, Andrew  
2012 Agricultural Practices at the Chan Site: Farming and Political Economy in an Ancient Maya Community. En *Chan: An Ancient Maya Farming Community*, editado por C. Robin, pp. 71-88. University of Florida Press, Gainesville, Florida.

Zetina Gutiérrez, María de Guadalupe

2007 Ecología Humana de las Rancherías de Pich, Campeche: Un Análisis Diacrónico. MS, Ecología Humana, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Mérida, México.

Zetina Gutiérrez, María de Guadalupe y Betty B. Faust

2011 De la Agroecología a la Arqueología Demográfica: ¿Cuántas Casas por Familia? Estudios de Cultura Maya XXXVIII:97-120.

## Acerca de los Autores



**Anabel Ford** es directora del Mesamerican Research Center de la Universidad de California en Santa Barbara y Presidenta de la organización sin fines de lucro Exploring Solutions Past: The Maya Forest Alliance. Ha realizado extensas investigaciones sobre el patrón de asentamiento antiguo maya y ecología del paisaje. Se reconoce como descubridora arqueológica del centro urbano maya de El Pilar, en la frontera de Belice y Guatemala.

**Ronald Nigh** es profesor/investigador del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS) en Chiapas, México. Es autor de varios estudios sobre los aspectos socioecológicos de la agricultura mesoamericana. También es director de Dana, A.C. que coordina un huerto agroecológico experimental en San Cristóbal de Las Casas para la capacitación y apoyo a jóvenes agricultores mayas en transición a la agricultura regenerativa.



## **El jardín forestal maya**

**OCHO MILENIOS DE CULTIVO SOSTENIBLE  
DE LOS BOSQUES TROPICALES**

Se terminó de imprimir en noviembre de 2019 en  
Editorial Fray Bartolomé de Las Casas, A.C.  
Pedro Moreno 7 Barrio de Santa Lucía 29250  
San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México  
Tels. 967 678 05 64 y 967 631 69 89  
[edfrayba@gmail.com](mailto:edfrayba@gmail.com)  
[www.editoriafrayba.com.mx](http://www.editoriafrayba.com.mx)  
[editoriafrayba.blogspot.com](http://editoriafrayba.blogspot.com)

Tiraje 1,000 ejemplares

La sabiduría recibida declara que la civilización maya del Período Clásico 'colapsó' alrededor del Siglo X, debido al crecimiento de la población humana que agotó los recursos naturales. Una agricultura primitiva y destructiva provocó la deforestación masiva del bosque tropical de la región, resultando en hambruna y conflictos políticos. *El jardín forestal maya* se apoya en varios años de investigación de los autores para cuestionar esta explicación malthusiana de la historia ecológica de América Central antigua. Los autores:

- Demuestran que los mayas desarrollaron una agricultura sofisticada y sustentable a largo plazo, basada en el antiguo sistema de milpa.
- Examinan datos de agroecología tropical y del registro arqueológico (sobre todo relacionados al cambio climático) para sostener sus conclusiones.
- Afirman que estas técnicas antiguas, aun aplicadas hoy en día, son capaces de mantener una población significativa durante mucho tiempo.

"En esta narrativa transdisciplinaria, que da cuenta de la relación íntima de un pueblo y su ambiente, la historia de la agroecología adquiere vida, que sigue hoy y que guarda las semillas del futuro. Toma nota del mensaje de este libro."

Steve Gliessman, Profesor Emérito de Agroecología  
Universidad de California en Santa Cruz

Ronald Nigh, Profesor/Investigador CIESAS, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas

Anabel Ford, Directora del Mesamerican Research Center de la Universidad de California en Santa Barbara y Presidenta de Exploring Solutions Past: The Maya Forest Alliance.



editorial

Fray Bartolomé de Las Casas A.C.



CENTRO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS  
SUPERIORES EN ANTROPOLOGÍA SOCIAL



Exploring Solutions Past  
The Maya Forest Alliance

Diseño de portada: Deitta Penna  
Foto de portada: Macduff Everton

ISBN 978-607-8533-55-8



9 786076 533558