

LA INTENSIFICACIÓN DE LA AGRICULTURA MAYA CLÁSICA

Kevin Johnston

Palabras clave

Agricultura Maya, agricultura de milpa, productividad de campos de cultivo, capacidad de sostenimiento, prolongación del cultivo, cálculo poblacional

THE ESCALATION OF CLASSIC MAYA AGRICULTURE

In accordance with archaeological estimates, during the Classic some rural populations of the Mayan Lowlands reached surprising densities. As population's density was increased, the "milperos" probably responded increasing its production. For this, it is possible that they should increase their plantations in the fields, a fact that consequently would carry a bigger crop. We propose that a process of agricultural escalation existed in the old Mayan world. This process, to which we will refer as "cultivation continuation" was sufficiently productive to supply the high density rural Maya population. Thus, the cultivation continuation is described and compared with the conventional way of production escalation that still continues influencing the archaeological thought on the old Mayan agriculture. Also, it will be demonstrated that this conventional way is a secondary product of an old model of tropical ecology. Also, the productivity of the cultivation continuation is calculated and compared with the nutritious necessities of the rural Maya population.

De acuerdo con estimaciones arqueológicas, durante el Clásico algunas poblaciones rurales de las Tierras Bajas Mayas alcanzaron densidades sorprendentes: 150 personas por km² en Tikal (Culbert et al. 1990: 116-117), 144 en Ceibal (Tourtellot 1990: 30-31), y 191 en el distrito de los lagos de Petén (Rice y Rice 1990: 143). ¿Cómo poblaciones tan densas lograron su sustento por medio de la agricultura? ¿Cómo lograron cultivar alimento suficiente para sobrevivir?

A medida que la densidad de población se incrementaba, los milperos probablemente respondieron aumentando su producción (Turner 1989). Para esto, es posible que debieran incrementar sus plantaciones en los campos, lo que consecuentemente acarrearía una mayor cosecha.

Se propone que un proceso de intensificación agrícola que hasta ahora no ha sido reconocido por los arqueólogos, existió en el antiguo mundo Maya. Este proceso, al que se llamará "prolongación de cultivo" (Johnston 2003), era lo suficientemente productivo para abastecer poblaciones rurales Maya de alta densidad.

Se dividirán las observaciones en dos secciones:

- Describiendo la prolongación de cultivo y comparándola con el modo convencional de intensificación de producción que aún continúa influyendo el pensamiento arqueológico sobre la antigua agricultura Maya. También, se demostrará que este modo convencional, es un producto secundario de un anticuado modelo de ecología tropical.
- Se calculará la productividad de la prolongación de cultivo y se comparará con las necesidades alimenticias de las poblaciones rurales Mayas.

EL MODELO CONVENCIONAL DE ECOLOGÍA TROPICAL Y LA INTENSIFICACIÓN AGRÍCOLA MAYA

Esto es lo que el modelo convencional de ecología tropical dice sobre la intensificación por medio de la quema y roza. Como se sabe, los milperos utilizan esta práctica en la selva, cortando arbustos o árboles, quemándolos y plantando inmediatamente los campos despejados. Para los milperos actuales que utilizan este método, la proporción entre cosecha y barbecho es de entre 1:5 y 1:10 (Atran 1993:681; Cowgill 1962:76; Ewel y Merrill-Sands 1987:109; Nations y Nigh 1980:8; Sanders 1973:347). Esto es, los milperos siembran campos por dos años y luego los descansan sin sembrar por diez o hasta 20 años.

A medida que la densidad de población se incrementa, los milperos intensifican la producción para abastecer la creciente demanda de alimento. Donde los milperos no pueden extender la producción por medio del cultivo de más tierra, la intensifican para así lograr un rendimiento más elevado en la cosecha. En sociedades tropicales no industrializadas, donde los milperos no cuentan con arados, animales de tiro, fertilizantes químicos y herbicidas, y donde la irrigación o la agricultura en zonas pantanosas no se practican, los milperos intensifican la producción agrícola mediante el incremento de la frecuencia de sembrado (Boserup 1965). Esto significa cultivar la tierra con mayor frecuencia que antes.

De acuerdo con el modelo convencional, la única manera de que los milperos practicantes de la quema y roza en sociedades tropicales no industrializadas puedan incrementar la frecuencia de cultivo, es mediante el acortamiento del periodo del barbecho. Estos periodos de barbecho pueden ser acortados progresivamente, desde un máximo de diez años hasta, según el modelo, un mínimo de dos (Rice 1978, 1993; Sanders 1973; Turner 1989). En contraste, la brecha de cultivo es inflexible: los campos no pueden ser sembrados por más de dos años consecutivos.

Defensores del modelo convencional observan una disminución en el rendimiento de la cosecha después de dos años y concluyen lo siguiente: los suelos tropicales son pobres en nutrientes (Sánchez y Logan 1992). Para cultivar estos suelos, los milperos introducen nutrientes mediante la quema y roza. Durante el cultivo, se produce una disminución en los nutrientes del suelo. Esta merma se debe al lavado y erosión del suelo, y la pérdida de nutrientes es tan rápida que después de dos años de cultivo el suelo es tan deficiente en nutrientes que un nuevo ciclo de sembrado no es posible. La pérdida de nutrientes del suelo es la causa principal de la disminución en el rendimiento de la cosecha. Por este motivo, milperos que practican la quema y roza no pueden cultivar el suelo por más de dos años seguidos.

EL NUEVO MODELO DE ECOLOGÍA TROPICAL

El nuevo modelo de ecología tropical rechaza muchas de las mencionadas suposiciones sobre el ecosistema tropical (Brubacher *et al.* 1989; Jordan 1989; Lal 1986; Sánchez 1976). De acuerdo al nuevo modelo, hay una baja en los nutrientes del suelo durante el cultivo, pero no del nivel propuesto por el modelo convencional (Cassel y Lal 1992; Jordan 1989:69; Lambert y Arnason 1986). De hecho, después de dos años de cultivo, el nivel de nutrientes en el suelo es lo suficientemente elevado para continuar cultivándolo (Brubacher *et al.* 1989:165; Jordan 1985, 1989:83-84; Lambert y Arnason 1989:305-307; Nakano y Syahbuddin 1989; Sánchez 1976:377; Uhl 1987:397). Simplemente, no es cierto que el rendimiento de la cosecha baje debido a una escasez de nutrientes en el suelo.

Contrario a las expectativas del modelo convencional, la función principal del descanso del suelo no es la de restauración de nutrientes por medio de la reforestación, sino, este descanso promueve la fertilidad del suelo porque protege la capa de humus, la que juega un papel central en el ciclo de los nutrientes, y porque desplaza las malas hierbas mediante la provisión de sombra (Ahn 1970:238-241; Jordan 1989:90-91; Nye y Greenland 1960:46-47). En los campos cultivados, el rendimiento de la cosecha baja debido a la invasión de malas hierbas.

PROLONGACIÓN DEL CULTIVO

Investigaciones llevadas a cabo en Tierras Bajas Mayas y en otros lugares (Arnason *et al.* 1982; Brubacher *et al.* 1989; Lambert y Arnason 1980, 1986, 1989; Lambert *et al.* 1980; Steggerda 1941; Johnston 2003:143-147), revelan dos dinámicas ecológicas importantes.

- Primero, en campos preparados para la siembra, las malas hierbas compiten con los cultivos por los nutrientes disponibles. Después de la quema, los cultivos tienen una ventaja temporal sobre las malas hierbas. Pero después de un año de cultivo, y sin una intervención humana agresiva, las malas hierbas aventajan a los cultivos y los ahogan.
- Segundo, las malas hierbas son agresivas consumidoras de nutrientes. Sólo después de dos años de cultivo, entre el 50 % y el 80% de los nutrientes necesarios para la cosecha son consumidos por las malas hierbas. Las plantas de maíz responden mediante la reducción en la producción de mazorcas. A medida que se incrementa el crecimiento de malas hierbas, la producción de las cosechas declina.

Los milperos pueden superar esta dinámica mediante el uso de trabajosas técnicas de cultivo. Como ya se ha dicho, las malas hierbas absorben los nutrientes necesarios para los cultivos, entonces, para revertir esta tendencia los milperos deben escardar los campos intensivamente, es decir, quitar las malas hierbas. Sin embargo, para que la escarda sea eficaz, debe ser practicada frecuentemente e iniciada en la época temprana de cultivo. Las malas hierbas deben ser removidas de los campos antes de que produzcan semillas, ya que las semillas producen más malas hierbas. Más aún, los milperos no deben remover las malas hierbas cortándolas con herramientas filosas, porque esto hace que sus semillas se distribuyan, fomentando el crecimiento de más malas hierbas. En cambio, los milperos deben usar azadones, para así remover las malas hierbas desde la raíz (Steggerda 1941; Morley y Brainerd 1956:139; Nations y Nigh 1980:12; Moody 1974; Soane 1998:136; Wrigley 1982:357; Ewel y Merrill-Sands 1987:103). Azadones de piedra apropiados para esta tarea se encuentran en grandes cantidades, en hogares Maya Clásicos.

Debido a que los nutrientes necesarios para la cosecha han sido absorbidos por las malas hierbas, los milperos deben cubrir sus tierras con un pajote, es decir, con una estera de cañas y paja con que se cubren ciertas plantas o campos, usando las malas hierbas recolectadas para así retornar esos nutrientes al suelo. Las malas hierbas en descomposición devuelven sus nutrientes al suelo, donde los cultivos pueden absorberlos. Milperos que practican la quema y roza pueden cultivar sus suelos por más de dos años. Para lograrlo, deben escardar intensivamente sus campos y cubrirlos con un pajote, usando las malas hierbas recolectadas. Técnicas de cobertura con pajotes suplementarios, incluyendo el “frijol tapado”, también incrementan el rendimiento de la cosecha (Okigbo y Lal 1982; Steggerda 1941; Lal 1975, 1977, 1979a, b, 1987; Sánchez 1976; Rosenmeyer *et al.* 1999; Thurston 1992, 1994, 1997; Thurston *et al.* 1994; Wilk 1985, 1991; Ahn 1970:258-259; Juo y Kang 1989:291; Webster y Wilson 1980; Wrigley 1982:91).

La escarda intensiva, la cobertura con un pajote usando malas hierbas y otras técnicas similares suplementarias, tienen dos efectos importantes en la producción agrícola:

- Primero, le permite a los milperos alargar el periodo de cultivo a más de dos años. Campos manejados de esta manera pueden ser sembrados por seis, ocho o hasta diez años seguidos.
- Sin embargo, para mantener la productividad del suelo a largo plazo, los campos se deben dejar en barbecho por diez años o más.

La prolongación de cultivo incrementa la frecuencia de sembrado y, por este medio, incrementa también el rendimiento de las cosechas. Considérese este simple ejemplo: entre los milperos Mayas modernos, la proporción entre cosecha y barbecho es típicamente de entre 1:5 y 1:10. Esto significa que por cada año que el suelo es cultivado, debe luego dejarse reposar de cinco hasta diez años, hay que considerar las implicaciones a largo plazo de esta proporción entre cosecha y barbecho. Durante un

periodo de 100 años, el suelo es sembrado por 20 años y permanece en estado de barbecho por 80 años. Por medio de la prolongación del cultivo, el periodo de sembrado es extendido a ocho años y el periodo de barbecho se mantiene en diez años, lo que implica que en un lapso de 100 años, el suelo es cultivado por 44 y barbechado por 56, lo que produce una duplicación de la productividad a largo plazo. Los cálculos indican que la productividad a largo plazo de suelos intensamente escardados y cubiertos con pajote puede ser hasta un 400% más alta que la de suelos sin escardar o cubrir con pajote.

Segundo, la escarda intensiva y cobertura con pajote tienen un efecto dramático en el rendimiento anual de cosecha por hectárea. Investigaciones indican que el rendimiento de la cosecha sigue una relación casi lineal al incremento en la frecuencia y cantidad de pajote usado. En México y África, el rendimiento de campos de maíz cubiertos con pajote es de entre 30% y 50% mayor al de campos que no reciben este tratamiento. Los milperos Mayas reconocen la ventaja de la cobertura con pajote utilizando malas hierbas. Muchos de ellos cubren con pajote sus campos usando malas hierbas arrancadas de raíz, y aquellos que practican este método rutinariamente obtienen rendimientos mayores en sus cosechas, comparados con aquellos que no lo hacen. La cobertura con pajote utilizando malas hierbas también disminuye la erosión, la cual puede ser una causa importante del declive en el rendimiento de las cosechas (Juo y Kang 1989:292; Lal 1974a, 1986, 1987, 1991; Sánchez 1976:400-401; Wrigley 1982; Thurston 1992:87; Alcorn 1990:145; Cowgill 1962:24; Nations y Nigh 1980:9; Nill y Nill 1993; Soane 1998:123).

La prolongación de cultivo incrementa la producción agrícola mediante:

- El incremento en la frecuencia de sembrado
- El aumento en el rendimiento anual de cosecha por hectárea

¿Puede este proceso de intensificación haber sido lo suficientemente productivo para proveer a las poblaciones rurales Mayas durante su era de mayor densidad?

CÁLCULO DE LAS NECESIDADES ALIMENTICIAS DE LAS POBLACIONES MAYAS

Para contestar esta pregunta se usará un simple cálculo, que se basa en varias suposiciones.

- Primero, el patrón de consumo de maíz de los Mayas antiguos y modernos es, en líneas generales, comparable. Esto significa que los Mayas antiguos consumían una cantidad de maíz comparable a la cantidad que los Mayas modernos consumen actualmente. Análisis de isótopos óseos indica que esta es una suposición razonable (Gerry y Krueger 1997; Webster 2002:174-175).
- Segundo, el rendimiento por hectárea de los campos Mayas modernos es comparable con aquel de los campos Mayas antiguos.
- Tercero, la producción de los campos Mayas antiguos intensamente escardados y cubiertos con pajote es comparable con la producción de los campos Mayas modernos no escardados y no cubiertos con pajote. Se reconoce que esta suposición es problemática. Campos intensamente escardados y cubiertos con pajote tienen una producción por hectárea más elevada que campos no escardados ni cubiertos con pajote. Sin embargo, científicos no han determinado aún cuán más productivos son los primeros respecto de los segundos. Algunos estudios sugieren que los campos escardados y cubiertos con pajote son entre 30% y 50% más productivos que los campos no escardados y no cubiertos con pajote. ¿Pero son estos incrementos típicos de la prolongación de cultivo? ¿Reflejan estos incrementos el promedio, exceden el promedio, o se encuentran por debajo de él? Como los científicos aún no han dado una respuesta a esta pregunta, se usará la productividad de los campos Mayas modernos como base.

Con estas suposiciones, se ha calculado las necesidades alimenticias de 150 personas por km², que es la densidad de población rural de Tikal. En promedio, milperos Mayas de las Tierras Bajas

consumen anualmente 263 kg de maíz *per cápita* (Cowgill 1962:277; Emerson y Kempton 1935:139; Ewell y Merrill-Sands 1987:110). En 16 comunidades Mayas modernas de las Tierras Bajas, los milperos producen en promedio, 1300 kg de maíz por hectárea (Tabla 1). La división de estos 1300 kg producidos por hectárea por los 263 kg necesarios para la alimentación de una persona por año, indica que una hectárea cultivada produce suficiente maíz para alimentar a cinco personas por año ($1300/263 = 4.94$).

¿Cuántas hectáreas necesitarían cultivar los antiguos Mayas para proveer sustento a 150 personas por km²? El cálculo es simple: 150 personas multiplicadas por 263 kg de maíz por año equivale a un total de 39450 kg. Si 39450 kg es dividido en 1300, el número de kilogramos típicamente producidos por hectárea, se obtiene un total de 30.36 hectáreas. Esta es la extensión de tierra que debería ser cultivada anualmente para proveer sustento a una población promedio de 150 habitantes por km².

Sin embargo, estos cálculos están incompletos. Por eso se han hecho varias correcciones para que sean más fidedignos. La mayor parte del maíz que se cosecha no es consumido inmediatamente, sino que se le almacena. Durante el almacenaje, se pierde parte de este maíz, o bien por descomposición o por plagas que se alimentan de éste. Entonces, se asume que durante el almacenaje se genera una pérdida promedio del 5% del maíz guardado. Como se mencionó anteriormente, el requerimiento total de maíz para 150 personas por km² es de 39450 kg. Para compensar la pérdida de maíz durante el almacenaje, los milperos deben incrementar su producción total en un 5%, a 41422 kg.

Los milperos estaban también obligados a dar tributo a las élites. Se supone que el 10% de la cosecha total era presentada como tributo. Para incrementar la producción en un 10%, una población de 150 personas por km² debería producir 45564 kg de maíz. Si cada hectárea produce 1300 kg, un total de 35 hectáreas deberían ser cultivadas por año.

Sólo unas pocas variantes en la proporción entre cosecha y barbecho son posibles si los milperos deben cultivar 35 hectáreas por año. En una proporción de 1:3, cada granjero debe poseer cuatro campos, con sólo uno de esos cuatro en producción cada año; 35 hectáreas multiplicadas por cuatro, el número requerido bajo este sistema, equivale a 140 hectáreas –más del número de hectáreas en 1 km² (equivalente a 100 hectáreas). Una población de 150 personas por km² no puede ser abastecida con una proporción de 1:3 entre cosecha y barbecho.

Una proporción de 1:2, que puede ser obtenida mediante la prolongación de cultivo, tampoco es viable. Este régimen requiere que cada granjero tenga acceso a tres campos. Tres multiplicado por 35 hectáreas equivale a 105 hectáreas, que es más del número total de hectáreas en un km². Sin embargo, una proporción de 1:1.25 ó 1:1.3, lo que significa 8:10 ó 9:12, es viable. Significativamente, esta proporción es estable y sustentable mediante la prolongación de cultivo.

No toda la extensión de tierra en las Tierras Bajas Mayas era cultivable. Se asume que sólo el 80% de la tierra en esta región podía ser cultivada. Esta estimación es conservadora, dado que se ha propuesto que sólo el 50% de la tierra en esta región es cultivable (Sanders 1973:343). Aquellos que hacen uso de una proporción de 1:1.25 entre cosecha y barbecho necesitan acceso a tres campos. Ya que la prolongación de cultivo concentra la producción espacialmente, una población de 150 personas por km² necesita sembrar un total de 79 hectáreas durante el ciclo de cultivo. Este número se acerca a la capacidad productiva de la tierra donde sólo 80 hectáreas por km² son arables.

Este régimen puede proveer sustento únicamente si la densidad de población y el clima se mantienen estables. Sin embargo, el clima no es estable y perturbaciones como la sequía causan reducciones en el rendimiento de la cosecha. Bajo un régimen de 1:1.25 entre cosecha y barbecho, una reducción del 20% en el rendimiento de la cosecha debido a sequías resultaría en una producción total de 35451 kg, lo que es suficiente para el sustento de sólo 138 personas por km². Las implicaciones de estos cálculos son claras:

- Primero, una población de 150 personas por km² bajo un régimen de 1:1.25 entre cosecha y barbecho no puede sustentarse si hubiera perturbaciones climáticas duraderas que repercutieran en el rendimiento de la cosecha (Gill 2000). Donde sucedan perturbaciones climáticas duraderas,

la densidad de población debe disminuir, las obligaciones tributarias deben reducirse o eliminarse, o bien el sustento debe ser obtenido de otros, posiblemente por medio de la fuerza. Sea cual fuere el caso, el resultado sería la violencia e inestabilidad política.

- Segundo, bajo este régimen, una población de 150 personas por km² podría producir un excedente de cosecha suficiente sólo para abastecer a tres o cuatro élites urbanas. Para procurar el abastecimiento de grandes élites urbanas, el tributo debería ser recabado de cientos de km². Como alternativa, las élites urbanas podrían producir su propio sustento en estados rurales.

CONCLUSIÓN

Este trabajo trata preguntas cuyas respuestas exceden en importancia a su significación arqueológica. En el mundo moderno, el mayor y más rápido incremento poblacional ocurre en tierras tropicales bajas y húmedas, que son, desde el punto de vista ecológico, comparables con las Tierras Bajas Mayas (Myers 1992; Nations y Komer 1982). La determinación de cómo estas antiguas y densas poblaciones lograron obtener sustento por medio de la agricultura en tierras bajas y húmedas, puede ayudar a los antropólogos a establecer cómo y por cuánto tiempo las poblaciones densas modernas en ambientes similares, podrán obtener sustento suficiente en el futuro.

TABLA 1

Grupo Étnico	Localidad	Kilogramos por Hectárea, Granos de Maíz Seco	Referencia
Yukateko	Pich, Valle de Edzna	1800 (primer año de cultivo)	Faust 1998:145
	Pich, Valle de Edzna	1080 (segundo año)	Faust 1998:145
Yukateko, 1930's	Piste, Yucatán	1173.25 (primer año)	Steggerda 1941:111-119
Yukateko, 1930's	Piste, Yucatán	1530.42 (primer año)	Steggerda 1941
Maya Yukateko	Chan Kom, 1930's	1144	Redfield y Villa Rojas 1934:52
Maya Yukateko	Chan Kom, 1930's	1066 (promedio del primero y segundo año)	Redfield y Villa Rojas 1934:51-53
Yucatán	Xocen, Yucatán	1267 (1990, primer año)	Teran y Rasmussen 1994:254
Yucatán, colonial		1066	Farris 1984:127
Itza'	San José, Petén	1400 (promedio, variación de 1200-1600, primer año)	Atran 1993:680
Itza'	San José, Petén	1600 (primer año)	Atran 1993:681
Itza'	San José, Petén	1134 (segundo año)	Atran 1993:681
Itza'	San Andes, Petén	1000	Schwartz 1990:99; Atran 1993:681
Q'eqchi'	El Escarbado, Petén	1787 (promedio, variación de 975 a 2600)	Secaira 1993:77-78
Q'eqchi'	Aguacate, Toledo, Belice	1394 (promedio, variación de 1112 a 2820)	Wilk 1991:89-99
		Promedio: 1300 Variación: 1000 a 2820	

REFERENCIAS

- Ahn, Peter M.
1970 *West African Soils*. Oxford University Press, New York.
- Alcorn, J. B.
1990 Indigenous Agroforestry Strategies Meeting Farmer's Needs. En *Alternatives to Deforestation: Steps Towards Sustainable Use of the Amazon Rain Forest* (editado por Anthony B. Anderson), pp.141-151. Columbia University Press, New York.
- Arnason, Thor, John D. H. Lambert, J. L. Gale, J. Cal y H. Vernon
1982 Decline of Soil Fertility Due to Intensification of Land Use by Shifting Agriculturalists in Belize, Central America. *Agro-Ecosystems* 8:27-37.
- Atran, Scott
1993 Itza Maya Tropical Agro-Forestry. *Current Anthropology* 34 (5):633-699.
- Boserup, Ester
1965 *The Conditions of Agricultural Growth: The Economics of Agrarian Change Under Population Growth*. Aldine, Chicago.
- Brubacher, D., J. Thor Arnason y John D. H. Lambert
1989 Woody Species and Nutrient Accumulation During the Fallow Period of Milpa Farming in Belize, C.A.. *Plant and Soil* 114: 165-172.
- Cassel, D. K. y Rattan Lal
1992 Soil Physical Properties of the Tropics: Common Beliefs and Management Restraints. En *Myths and Science of Soils of the Tropics* (editado por Rattan Lal y Pedro Sánchez), pp.61-89. Soil Science Society of America Publication No.29. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.
- Cowgill, Ursula
1962 An Agricultural Study of the Southern Maya Lowlands. *American Anthropologist* 64:273-286.
- Culbert, T. Patrick, Laura J. Kosakowsky, Robert E. Fry y William M. Haviland
1990 The Population of Tikal, Guatemala. En *Precolumbian Population History in the Maya Lowlands* (editado por T. Patrick Culbert y Don S. Rice), pp.103-122. University of New Mexico Press, Albuquerque.
- Emerson, R. A. y J. H. Kempton
1935 Agronomic Investigations in Yucatán. *Carnegie Institution of Washington Yearbook* 34:138-142.
- Ewell, Peter y Deborah Merrill-Sands
1987 Milpa in Yucatán: A Long-Fallow Maize System and its Alternatives in the Maya Peasant Economy. En *Comparative Farming Systems* (editado por B. L. Turner y Stephen Brush), pp.95-129. Guilford Press, New York.
- Faust, Betty
1998 *Mexican Rural Development and the Plumed Serpent: Technology and Maya Cosmology in the Tropical Forest of Campeche*. Bergin and Garvey, Westport, Connecticut.
- Gerry, John P., y Harold W. Krueger
1997 Regional Diversity in Maya Diets. En *Bones of the Maya* (editado por Stephen Whittington y David Reed), pp.196-207. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

Gill, Richardson B.

- 2000 *The Great Maya Droughts: Water, Life, and Death*. University of New Mexico Press. Albuquerque.

Johnston, Kevin

- 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.

Jordan, Carl F.

- 1985 *Nutrient Cycling in Tropical Forest Ecosystems*. John Wiley & Sons, Chicheste, England.
- 1989 *An Amazonian Rain Forest: The Structure and Function of a Nutrient-Stressed Ecosystem and the Impact of Slash-and-Burn Agriculture*. UNESCO and The Parthenon Publishing Group, Paris and Park Ridge, New Jersey.

Juo, A. S y B. T. Kang

- 1989 Nutrient Effects of Modification of Shifting Cultivation in West Africa. En *Mineral Nutrients in Tropical Forest and Savanna Ecosystems* (editado por J. Proctor), pp.289-300. Blackwell Scientific, Oxford.

Lal, Rattan

- 1974a Soil Temperature, Soil Moisture and Maize Yield from Mulched and Unmulched Tropical Soils. *Plant and Soil* 40:129-143.
- 1975 *Role of Mulching Techniques in Tropical Soil and Water Management*. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.
- 1977 Soil Management Systems and Erosion Control. En *Soil Conservation and Management in the Humid Tropics* (editado por D. J. Greenland and Rattan Lal), pp.93-98. John Wiley and Sons, New York.
- 1979a The Role of Physical Properties in Maintaining Productivity of Soils in the Tropics. En *Soil Physical Properties and Crop Production in the Tropics*, (editado por Rattan Lal y D. J. Greenland), pp.3-6. John Wiley and Sons, New York.
- 1979b Physical Characteristics of Soils of the Tropics: Determination and Management. En *Soil Physical Properties and Crop Production in the Tropics* (editado por Rattan Lal and D. J. Greenland), pp.7-44. John Wiley and Sons, New York.
- 1986 Soil Surface Management in the Tropics for Intensive Use and High and Sustained Production. En *Advances in Soil Science*, Vol. 5 (editado por Bobby A. Stewart), pp.1-109. Springer-Verlag, New York.
- 1987 *Tropical Ecology and Physical Edaphology*. John Wiley and Sons, New York.
- 1991 Mulch Rate Effects on Maize Growth and Yield on an Alfisol in W. Nigeria. En *International Soil Tillage Research Organization: 12th International Conference*, pp. 612-25. International Soil Tillage Research Organization, Ibadan, Nigeria.

Lambert, John D. H. y J. Thor Arnason

- 1980 Nutrient Levels in Corn and Competing Weed Species in a First Year Milpa, Indian Church, Belize. *Plant and Soil* 55:415-427.
- 1986 Nutrient Dynamics in Milpa Agriculture and the Role of Weeds in Initial Stages of Secondary Succession in Belize, C.A. *Plant and Soil* 93:303-322.

- 1989 Role of Weeds in Nutrient Cycling in the Cropping Phase of Milpa Agriculture in Belize, Central America. En *Mineral Nutrients in Tropical Forest and Savanna Ecosystems* (editado por J. Proctor), pp.301-313. Blackwell Scientific, Oxford.
- Lambert, John D. H., J. Thor Arnason y J. L. Gale
1980 Leaf-Litter and Changing Nutrient Levels in a Seasonally Dry Tropical Hardwood Forest, Belize, C.A.. *Plant and Soil* 55:429-443.
- Moody, K.
1974 Weeds and Shifting Cultivation. En *Shifting Cultivation and Soil Conservation in Africa*, pp.155-166. Soils Bulletin 24. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Morley, Sylvanus G. y George W. Brainerd
1956 *The Ancient Maya*. Stanford University Press, Stanford.
- Myers, Norman
1992 *The Primary Source: Tropical Forests and Our Future*. Norton, New York.
- Nakano, K. y Syahbuddin
1989 Nutrient Dynamics of Forest Fallows in South-East Asia. En *Mineral Nutrients in Tropical Forest and Savanna Ecosystems* (editado por John Proctor), pp.325-336. Blackwell Scientific, Oxford.
- Nations, James D. y D. I. Komer
1982 Indians, Immigrants, and Beef Exports: Deforestation in Central America. *Cultural Survival Quarterly* 6: 8-12.
- Nations, James D. y Ronald B. Nigh
1980 The Evolutionary Potential of Lacandon Maya Sustained-Yield Tropical Forest Agriculture. *Journal of Anthropological Research* 36 (1):1-30.
- Nill, D. y E. Nill
1993 The Efficient Use of Mulch Layers to Reduce Runoff and Soil Loss. En *Soil Organic Matter Dynamics and Sustainability of Tropical Agriculture* (editado por K. Mulongoy and R. Merck), pp.331-344. John Wiley and Sons, New York.
- Nye, P. H. y D. J. Greenland
1960 *The Soil Under Shifting Cultivation*. Technical Communication no.51, Commonwealth Bureau of Soils. Commonwealth Agricultural Bureau, Harpenden, United Kingdom.
- Okigbo, Bede N. y Rattan Lal
1982 Residue Mulches, Intercropping, and Agrisilviculture Potential in Tropical Africa. En *Basic Techniques in Ecological Farming* (editado por S. Hill), pp.54-69. Birhauser Verlag, Basel.
- Redfield, Robert y Alfonso Villa Rojas
1934 *Chan Kom: A Maya Village*. Carnegie Institute of Washington, Washington, D.C.
- Rice, Don S.
1978 Population Growth and Subsistence Alternatives in a Tropical Lacustrine Environment. En *Prehispanic Maya Agriculture* (editado por Peter D. Harrison y B. L. Turner), pp.35-61. Academic Press, New York.
- 1993 Eighth-Century Physical Geography, Environment, and Natural Resources in the Maya Lowlands. En *Lowland Maya Civilization in the Eighth Century A.D.* (editado por Jeremy Sabloff y John Henderson), pp.11-64. Dumbarton Oaks, Washington, D.C.

- Rice, Don S. y Prudence M. Rice
 1990 Population Size and Population Change in the Central Peten Lakes Region, Guatemala. En *Precolumbian Population History in the Maya lowlands* (editado por T. P. Culbert y D. Rice), pp.123-148. University of New Mexico Press, Albuquerque.
- Rosemeyer, M., K. Schlather y J. Kettler
 1999 The *frijol tapado* Agroecosystem. En *The Managed Ecosystem: The Mesoamerican Experience* (editado por L. Upton Hatch y Marilyn Swisher), pp.138-144. Oxford University Press, New York.
- Sánchez, Pedro
 1976 *Properties and Management of Soils in the Tropics*. John Wiley and Sons, New York.
- Sánchez, Pedro y Terry J. Logan
 1992 Myths and Science About the Chemistry and Fertility of Soils in the Tropics. En *Myths and Science of Soils of the Tropics* (editado por Rattan Lal y Pedro Sanchez), pp.35-46. Soil Science Society of America Publication No.29. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.
- Sanders, William T.
 1973 The Cultural Ecology of the Lowland Maya: A Reevaluation. En *The Classic Maya Collapse* (editado por T. Patrick Culbert), pp.325-366. University of New Mexico Press, Albuquerque.
- Schwartz, Norman B.
 1990 *Forest Society: A Social History of Peten Guatemala*. University of Pennsylvania Press, Philadelphia.
- Secaira, Estuardo
 1993 *Conservation Among the Q'eqchi'-Maya: A Comparison of Highland and Lowland Agriculture*. Tesis de Maestría, University of Wisconsin, Madison.
- Teran, Silvia, y Christian H. Rasmussen
 1994 *La Milpa de los Mayas*. Yucatán.
- Soane, Brennan D.
 1998 Land Clearing, Drainage, Tillage, and Weed Control. En *Agriculture in the Tropics* (editado por Webster, C.C., y P.N. Wilson), pp.113-143. Blackwell Science, Oxford.
- Steggerda, Morris
 1941 *Maya Indians of Yucatán*. Carnegie Institution of Washington, Pub.531. Washington, D.C.
- Thurston, H. David
 1992 *Sustainable Practices for Plant Disease Management in Traditional Farming Systems*. Westview Press, Boulder.
- 1994 Slash/Mulch Systems: Neglected Sustainable Tropical Agroecosystems. En *Tapado. Slash/Mulch: How Farmers Use it and what Researchers Know About it* (editado por H. David Thurston et al.), pp.29-42. Cornell International Institute for Food, Agriculture, and Development. Cornell University, Ithaca, New York.
- 1997 *Slash/Mulch Systems: Sustainable Methods for Tropical Agriculture*. Westview Press, Boulder, Colorado.

- Thurston, H. David, Margaret Smith, George Abawi y Steve Kearn
 1994 *Tapado. Slash/Mulch: How Farmers Use it and what Researchers Know About it*. Cornell International Institute for Food, Agriculture, and Development. Cornell University, Ithaca, New York.
- Tourtellot, Gair
 1990 Population estimates for Preclassic and Classic Seibal, Peten. En *Precolumbian Population History in the Maya lowlands* (editado por T. Patrick Culbert y Don S. Rice), pp.83-102. University of New Mexico Press, Albuquerque.
- Turner, B. L.
 1989 The Rise and Fall of Population and Agriculture in the Central Maya Lowlands: 300 BC to Present. En *Hunger in History: Food Shortage, Poverty, and Deprivation*, (editado por L. Newman), pp.178-211. Basil Blackwell, Oxford.
- Uhl, Christopher
 1987 Factors Controlling Succession Following Slash-and-Burn Agriculture in Amazonia. *Journal of Ecology* 75:377-407.
- Webster, David
 2002 *The Fall of the Ancient Maya*. Thames and Hudson Press, New York.
- Webster, C. C. y P. N. Wilson
 1980 *Agriculture in the Tropics*. Longman, London.
- Wilk, Richard R.
 1985 Dry-Season Agriculture Among the Kekchi Maya and its Implications for Prehistory. En *Prehistoric Lowland Maya Environment and Subsistence Economy* (editado por Mary Pohl), pp.47-57. Harvard University Press, Cambridge.
- 1991 *Household Ecology: Economic Change and Domestic Life Among the Kekchi Maya in Belize*. University of Arizona Press, Tucson.
- Wrigley, Gordon
 1982 *Tropical Agriculture: The Development of Production*. Longman, London.