

## 9

# HACIA LA FORMACIÓN DEL NUEVO MAPA DE LA CUENCA IXCANRIO

*Thomas G. Garrison*

*William A. Saturno*

*Thomas L. Sever*

*Daniel E. Irwin*

El primer estudio sistemático de patrones de asentamiento conducido en el área Maya fue el Proyecto de Investigación de la Cuenca del Río Belice, dirigido por Gordon Willey a principios de 1954 (Willey *et al.* 1965). Sin embargo, muchos de los antecedentes del Proyecto del Valle de Belice tienen sus raíces en el noreste de Petén de Guatemala. Alfred M. Tozzer comentó sobre varios montículos que vio desde su mula, durante sus trabajos tempranos en Nakum (Tozzer 1913), pero un gran adelanto en la recolección de datos de asentamientos regionales fue realizado por Sylvanus G. Morley. Durante sus expediciones en los años de 1920 y 1930, patrocinadas por la Institución Carnegie, él creó mapas de sitios y describió las ruinas que el visitó como parte de su documentación inscripciones jeroglíficas Mayas (Morley 1937-1938). Otro investigador de la Carnegie, Oliver Ricketson investigó cuatro transectos cruciformes que radiaron del centro de Uaxactun como un intento temprano para la investigación de patrones de asentamiento (Ricketson y Ricketson 1937). Los datos de asentamiento de Ricketson fueron analizados por Robert Wauchope quien utilizó excavaciones y analogía etnográfica para argumentar sobre la función doméstica de montículos periféricos al centro de Uaxactun (Wauchope 1934, 1938).

Después de que Willey introdujo los estudios de patrón de asentamiento modernos en el área Maya, éstos crecieron en importancia en el diseño de proyectos, especialmente en el noreste de Petén. Las investigaciones realizadas por William Bullard cubrieron cerca de 250 km de senderos y actualmente el área reconocida se estima que fue de 6.25 km<sup>2</sup> (Rice y Puleston 1981:130). Utilizando sus datos de investigación, Bullard (1960), propuso una jerarquía de tres hileras de asentamientos Mayas consistiendo en ruinas de casas, centros ceremoniales menores, y centros ceremoniales mayores organizados en agrupamientos, zonas y distritos.

El Proyecto de la Universidad de Pennsylvania en Tikal hizo mayores contribuciones para estudios de patrón de asentamiento en el noreste de Petén. El mapa de Tikal (Carr y Hazard 1961), demostró que la densidad de asentamientos Mayas era mayor de lo que se había pensado previamente, algo más importante para patrones de asentamiento. Sin embargo, fueron las investigaciones de patrón de asentamiento de Dennis Puleston en Tikal (Puleston 1983), y su estudio entre Tikal y Uaxactun las que analizaron de mejor manera esta situación (Puleston 1974, 1983). Estas investigaciones fueron parte del Proyecto de Sosténimiento del Área de Tikal, un estudio de patrones de asentamiento extensivo y complementado con excavaciones realizadas por miembros del Proyecto Tikal (Fry 1969; Green 1970; Haviland *et al.* 1968). La petición de Puleston para más estudios intersitio fue respondida por Anabel Ford en su transecto Yaxha-Tikal (Ford 1981).

En 1981, el estudio de los patrones de asentamiento de las Tierras Bajas Mayas de Wendy Ashmore fue publicado después del seminario de la Escuela de Investigaciones Americanas. En ese volumen, Rice y Puleston refieren tres patrones de asentamiento en Petén diciendo, “*en resumen, nuestras necesidades son muchas, nuestra región grande, y mucho trabajo por realizarse*” (Rice y

Puleston 1981:185). Como una respuesta a esta afirmación Richard E. W. Adams introdujo una nueva técnica de sensores remotos para estudiar patrones de asentamiento Mayas con el uso de mapeo por radar (Adams *et al.* 1981). Adams utilizó estas imágenes para identificar sistemas de canales en grandes bajos cerca de sitios Mayas para argumentar sobre técnicas de agricultura intensiva que pudieron sostener grandes poblaciones (Adams 1980; Adams y Jones 1981; Adams *et al.* 1981). Esto complementó un ya creciente interés en la agricultura Maya y la subsistencia, como una parte de los patrones generales de estudio de asentamientos (Harrison y Turner 1978).

En el noreste de Petén, Quintana y Wurster (2001), han publicado un catálogo de sitios y un análisis urbanístico de los sitios en seis cuencas, incluyendo la Ixcanrio. Sin embargo, el Proyecto Río Azul dirigido por Adams, fue el único proyecto arqueológico de gran escala al noreste de Uaxactun que funcionó entre la época del Proyecto Tikal y del Proyecto San Bartolo (Adams 1984, 1986, 1987, 1989, 2000). La investigación de asentamientos del Proyecto Río Azul se enfocó en los sitios de Río Azul y El Pedernal (y después Kinal), así como el Bajo Azúcar, campos de cultivo y canales asociados con el bajo (Black y Suhler 1986; Black 1987; Orrego 1987; Ellis 1989; Ponciano 1989). El Proyecto Río Azul registró 27 sitios, agregando los tres mencionados anteriormente, pero estos no fueron suficientemente muestreados para ser integrados en el estudio de patrón de asentamiento.

Coincidentemente, el Proyecto San Bartolo sigue los pasos de Río Azul con su interés en sensores remotos y estudio de patrones de asentamiento (Figura 1). El análisis de patrones de asentamiento de San Bartolo es conducido por William Saturno y Thomas Garrison, con la cooperación de Thomas Sever y Daniel Irwin de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA). Así como Adams colaboró con la NASA en su mapeo por radar, el Proyecto San Bartolo está utilizando nuevas tecnologías de imagen satelital y sensores remotos para solucionar los problemas asociados con la conducción de estudios de patrón de asentamiento en un ambiente de bosque tropical lluvioso.

## **TECNOLOGÍA**

La NASA ha desarrollado varias tecnologías de sensores remotos que han sido utilizados por arqueólogos durante varias décadas (Sever e Irwin 2003). Lo siguiente es un breve resumen de las tecnologías accesibles, sus beneficios y desventajas.

### **LANDSAT TM Y ETM (Sever e Irwin 2003)**

Los satélites Landsat han estado recolectando datos repetitivos y sistemáticos de la superficie de la tierra durante dos décadas. El mapeador temático Landsat, o Landsat TM, y el mapeador temático mejorado, o ETM, proveyeron datos de resolución multi-espectral de 30 m (canales visibles y casi en infrarrojo). El ETM también tiene datos pancromáticos de 15 m para mejorar la resolución espacial. El Landsat no tiene una gran resolución, comparado con las otras tecnologías, pero ofrece algunas ventajas. La naturaleza repetitiva y sistemática de los datos Landsat significa que es posible acceder a estos datos desde diferentes estaciones, extendiéndose por muchos años dando una perspectiva diacrónica.

Un buen ejemplo de su importancia es que las calzadas Mayas son mejor detectadas cuando hay una diferencia de humedad entre la vegetación de la calzada y la vegetación natural circundante. De ahí que eventos específicos de precipitación pueden ya sea facilitar o impedir la habilidad para detectar calzadas Mayas u otros rasgos antropogénicos en los datos de Landsat. Si no hubiese registros múltiples de la misma área, esto podría conducir a errores en los análisis de imágenes.

Otra ventaja de Landsat es que una única escena Landsat TM/ETM es de 185 km de lado, lo cual es significativamente más grande que las huellas provistas por tecnologías de resolución mayor. De esta manera, drenajes y aguadas completas pueden ser vistos en una única escena Landsat TM/ETM. En el caso del área Maya, técnicas mejoradas han sido utilizadas en imágenes Landsat para distinguir islas en bajos en los grandes humedales estacionales del norte de Petén.

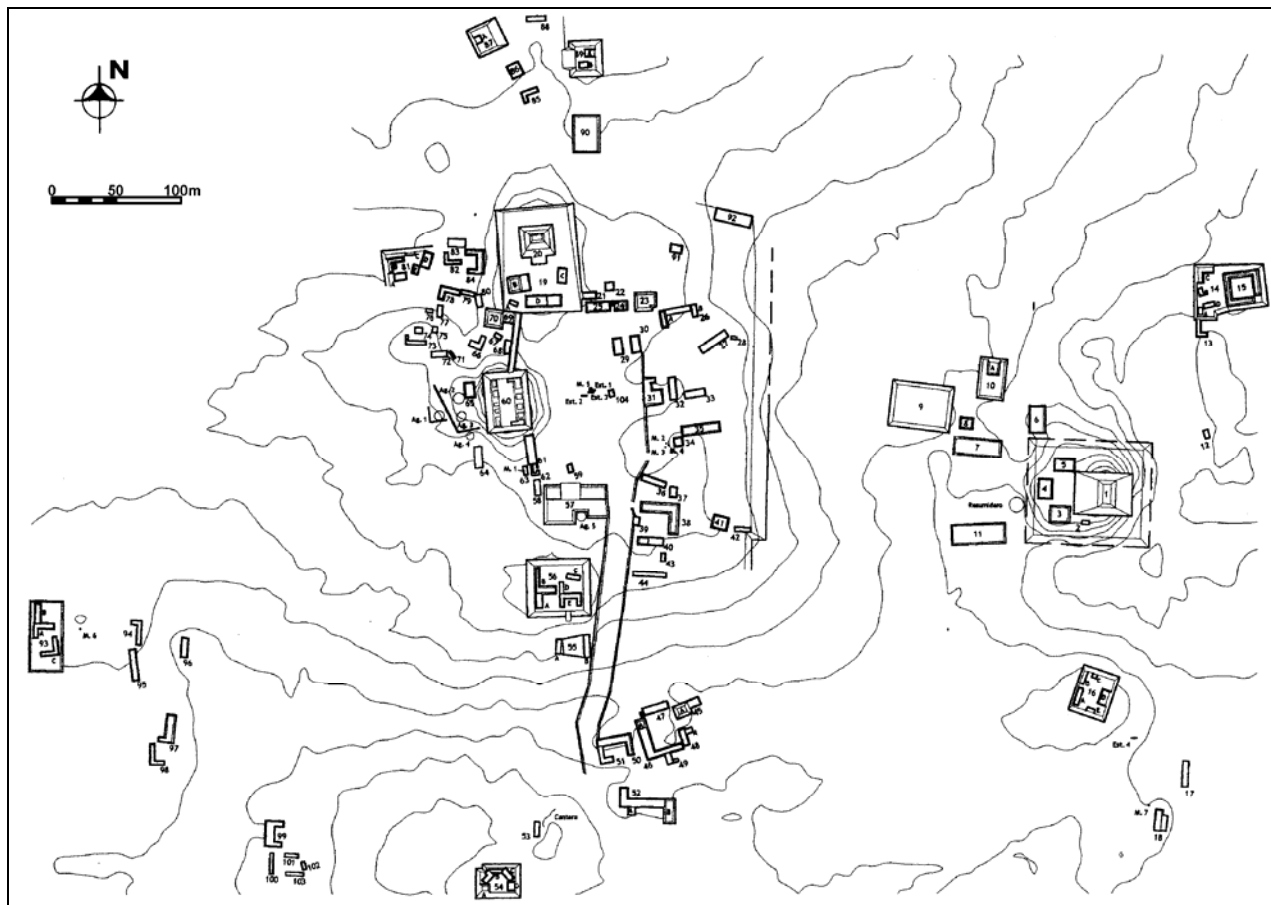


Figura 1

### **IKONOS** (Sever e Irwin 2003)

El satélite de alta resolución IKONOS fue lanzado en septiembre de 1999 y provee imagen pancromática con una resolución de 1 m y cuatro bandas multiespectrales (visible y cercano al infrarrojo), con una resolución de 4 m. El IKONOS tiene un ancho de cobertura nadir de 11 km y ha sido utilizado para recolectar 700 km<sup>2</sup> de datos en áreas seleccionadas de Petén. La resolución del IKONOS sobre Landsat está impactando. En vistas del Parque Nacional Tikal, estelas individuales pueden ser vistas utilizando la imagen IKONOS. El Proyecto San Bartolo está conduciendo una de las primeras pruebas de campo extensivas de la imagen satelital IKONOS con mapeos detallados en la zona inter sitio San Bartolo-Xultun, así como giras de reconocimiento de comprobación de campo, hacia una isla del gran bajo al noroeste de San Bartolo (Garrison 2003). Detalles de los resultados de estas investigaciones serán discutidos a continuación.

Una de las grandes ventajas de los datos de IKONOS es la capacidad de ubicarlo a uno en un punto exacto en el paisaje, utilizando un GPS. Siendo capaz de localizar objetos en relación a árboles individuales, senderos, o cruces de riachuelos, la distribución exacta de asentamientos sobre el paisaje se hace más claro. Las imágenes IKONOS son también útiles para identificar pequeños drenajes que no aparecen en las imágenes de resolución menor Landsat. De esta manera hay un entendimiento mejor de la hidrografía de una región particular. Esto podrá ser complementado por una clasificación detallada de vegetación derivada de los datos pancromáticos y cuatro bandas multiespectrales, también de estudios ulteriores en progreso. La gran desventaja de la imagen IKONOS es su costo. En una base por kilómetro cuadrado, los datos IKONOS son aproximadamente 1500 veces más caros que los datos Landsat.

## **STAR-3i** (Sever e Irwin 2003)

A finales de 1970 y principios de 1980, Adams y sus colegas colaboraron con la NASA haciendo un mapeo con radar en el área Maya, utilizando el radar SEASAT que proveyó imágenes a una resolución 1:250,000 (Adams *et al.* 1981). El Proyecto San Bartolo estará utilizando el STAR-3i de la NASA para efectuar lo mismo que se realizó en 1980, pero a una mayor resolución. El radar utiliza energía de micro ondas en vez de energía de luz visible para producir una imagen de la superficie de la tierra. Puede ser utilizado en cualquier hora del día y tiene capacidad de penetración de nubes. El STAR-3i es un sistema de radar de apertura sintética inter-ferométrica aérea operado por Intermap Technologies y fue originalmente desarrollado por el laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA y el Instituto Ambiental de Michigan. Cerca de 2000 km<sup>2</sup> de datos han sido recolectados por el STAR-3i sobre el este de Petén. Los datos recolectados sobre Guatemala incluyen una imagen orto-rectificada de 2.5 m (ORI), y una resolución de 10 m (3 m vertical), sobre un modelo de elevación digital (DEM). El ORI es generado desde un punto que despliega la información que puede ser utilizado para la interpretación visual. El DEM puede ser utilizado para varias aplicaciones, como mapeo topográfico, análisis de cuerpos de agua, y análisis desde un punto visual. El DEM es particularmente útil para la identificación de islas en bajos que eran no identificables o ambiguas con la imagen Landsat. El DEM puede también ser utilizado para crear modelos tridimensionales para el apoyo en la visualización del terreno.

## **QUICKBIRD**

Quickbird es el satélite comercial con la mayor resolución pública accesible, el Quickbird tiene una banda pancromática de 61 cm y cuatro bandas multiespectrales de resolución de 2.5 m. La adquisición de datos para la región de San Bartolo fue atrasada por las guerras en Afganistán e Irak. Sin embargo, los datos han sido recolectados y estarán accesibles para su análisis en septiembre. Desafortunadamente no existen estimaciones de costos para el Quickbird por el momento, pero es seguro decir que es significativamente más caro que la imagen IKONOS.

## **SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)**

Sever e Irwin (2003) ya comenzaron la integración de datos utilizando el software ERDAS Imaging SIG Virtual. El Proyecto San Bartolo integrará los arreglos de datos en un ESRI ArcInfo 8.2 SIG. A manera de crear modelos, los arreglos de datos combinados de SIG serán útiles en reestructurar el diseño de investigación para maximizar el costo de eficiencia para la investigación de patrones de asentamiento. Con la alta resolución de IKONOS, Quickbird y datos del STAR-3i, será fácil de utilizar el SIG para más que modelos de proyección de sitios, así como es común en aplicaciones arqueológicas de SIG, ya que sitios localizados son inmediatamente visualizados. El recientemente publicado catálogo de 63 sitios por Quintana y Wurster (2001), también será integrado en el SIG para crear un análisis espacial más completo.

## **RESULTADOS PRELIMINARES**

El Proyecto San Bartolo condujo dos pruebas significativas con la imagen IKONOS durante la temporada de campo del 2003 (Garrison 2003). La primera fue el mapeo de un bajo con una península fuera de un transecto entre San Bartolo y Xultun por Garrison y Robert Griffin. La segunda fue un reconocimiento de una isla en un bajo al noroeste de San Bartolo por Saturno, Garrison y Griffin.

## **CHAJ K`EK`CUE**

Previo a la temporada 2003 Saturno fácilmente identificó San Bartolo y Xultun en la imagen IKONOS reconociendo una firma distintiva amarilla en las imágenes de color actual. Se puede identificar las estructuras más importantes de San Bartolo en las imágenes. Basado en el análisis preliminar se decidió que una península en un bajo entre los dos sitios sería mapeado para probar la marca identificada por Saturno. Garrison, usando las imágenes IKONOS de color falso, refinó la marca para la

identificación de asentamientos Mayas observando inclusiones azules entre áreas amarillas, definiendo la presencia de montículos.

Los asentamientos en la península fueron modestos, con 39 montículos y 16 chultunes registrados, además numerosas áreas de actividad, canteras de caliza y pedernal fueron mapeadas por el equipo de investigación (Figura 2). El asentamiento completo fue nombrado Chaj K'ek'Cue que significa “la isla de la sed” en Q'eqchi', en referencia al reconocimiento preliminar de la península. Tres grupos arquitectónicos distintivos fueron mapeados y cada uno corresponde perfectamente con la marca de asentamientos azul y amarilla en la imagen de IKONOS. Estas correspondencias fueron hechas mediante el anclaje de mapa de sitio a la imagen IKONOS, a una escala 1:5000 con los puntos de GPS tomados en el sitio durante la temporada. Los datos digitales de IKONOS aún no han sido obtenidos, a manera de despegar mayores resultados de resolución a la fecha. Sin embargo, los resultados de la imagen 1:5000 es suficiente para confirmar la utilidad del uso de estas imágenes para la identificación de asentamientos Mayas.

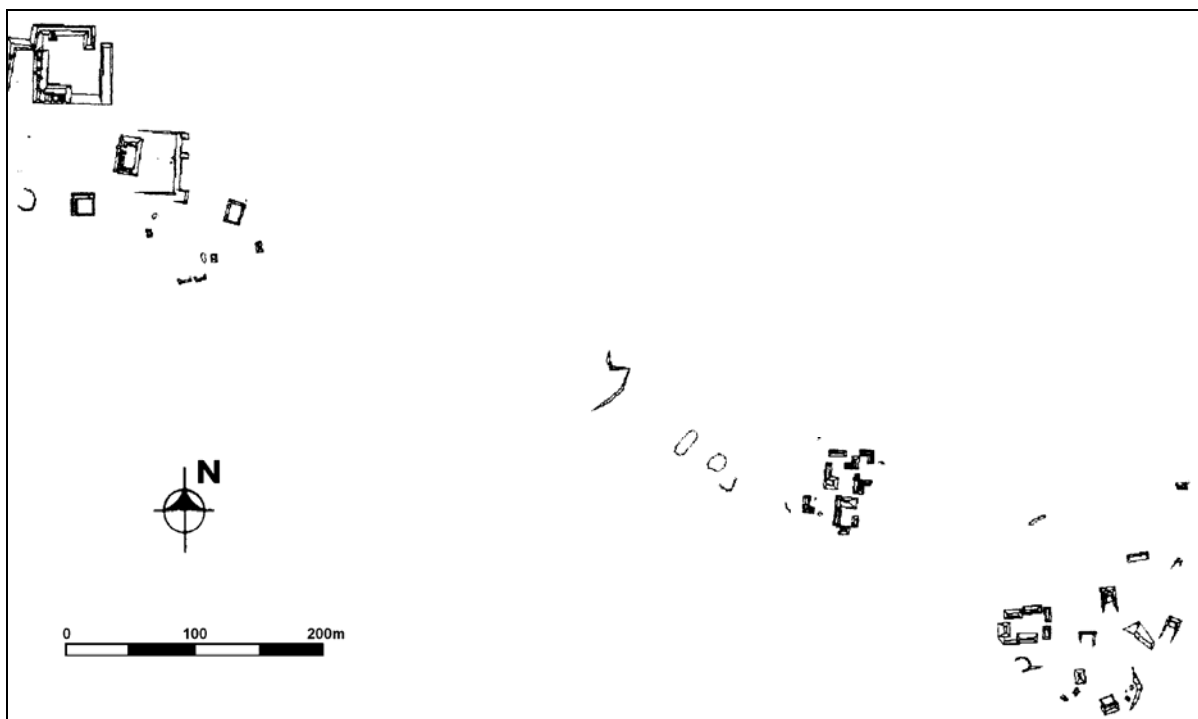


Figura 2

## ISLA OASIS

Hacia el final de la temporada 2003 un breve reconocimiento fue hecho por Saturno, Garrison y Griffin para investigar un asentamiento en una isla localizada en un gran bajo, vista en la imagen IKONOS al noroeste de San Bartolo. En el curso de esta investigación, varios asentamientos fueron localizados adentro del bajo en lo que extiende la península de Chaj K'ek' Cue, incluyendo los sitios de Las Minas y La Prueba. Los mapas no fueron hechos, pero numerosos datos de GPS fueron tomados en grupos de montículos, desplegados otra vez por la marca azul y amarillo de asentamientos antiguos. Desafortunadamente, aún con toda la tecnología accesible, el equipo de reconocimiento fue forzado a confrontar el “infierno verde” del noreste de Petén y no todos nuestros propósitos fueron realizados debido a enfermedades, guías confundidos y ausencia de recursos. Sin embargo, más sitios han sido identificados solo con las imágenes y es seguro decir que la temporada del 2003 fue exitosa en la comprobación de campo de las imágenes satelitales de IKONOS, pero será necesario realizar más trabajo en los siguientes años.

## PROSPECTOS FUTUROS Y CONCLUSIONES

El Proyecto San Bartolo está integrando el uso de las nuevas tecnologías de sensores remotos de la NASA en su diseño y objetivos del proyecto a largo plazo. A nivel regional, la imagen eventualmente contribuirá a la identificación de todos los sitios en los 500 km<sup>2</sup> del paso de los satélites IKONOS y Quickbird. Esto contribuirá y facilitará la formación del nuevo mapa de la cuenca Ixcanrio. Localmente y a corto plazo, la investigación de asentamientos en San Bartolo será utilizada como una prueba de los datos IKONOS y Quickbird, identificando las debilidades y fortalezas de la tecnología a través de la investigación intensiva y métodos de excavación extensiva.

Específicamente el área intersitio San Bartolo-Xultun será utilizada como un universo de muestreo para esta prueba. Una investigación de amplia cobertura de 18 km será completada en la próxima temporada de campo, seguido por un programa de muestreo extensivo para identificar secuencias cronológicas para el área cubierta. La investigación en San Bartolo será la primera investigación mayor del área intersitio entre un sitio Clásico y uno Preclásico. Esto lo hace una excelente área para examinar cambios sociales y políticos de la transición Preclásico-Clásico. Para enfrentar este análisis, los datos de asentamiento será integrado con datos paleo-ambientales, geológicos e hidrológicos en un SIG de manera que genere modelos de cambios demográficos asociados con el decaimiento de San Bartolo y el florecimiento de Xultun como un poder regional. Estos modelos serán posteriormente complementados con estudios iconográficos y epigráficos que auxiliarán en la obtención de una interpretación más específica y local asociando idealmente los procesos generales sociales, detectados arqueológicamente con individuos específicos de la población de élite de ambos sitios.

Las tecnologías de sensores remotos discutidas antes son aún extremadamente caras con propósitos de investigación. El Proyecto San Bartolo se ha beneficiado con el apoyo de la NASA y es afortunado el haber sido seleccionado para probar la utilidad de las tecnologías IKONOS, STAR-3i y Quickbird. Se desea que con los siguientes procesos de la investigación de asentamientos San Bartolo-Xultun, y en el mayor proyecto de mapeo de la cuenca Ixcanrio, el costo de estas imágenes de alta resolución se reduzcan y serán más accesibles para un mayor uso. En 1981, Adams, Brown y Culbert reconocieron que todos los problemas que tenían en el uso de la tecnología de radar de sensores remotos SEASAT estaban relacionados con la resolución. Parece ser que los obstáculos han sido salvados por los investigadores de la NASA y está actualmente en las manos de los arqueólogos el reaplicar los sensores remotos a estudios de patrón de asentamiento Maya y otra vez cambiar el detalle con el que estudios regionales pueden ser hechos. Ha habido una larga tradición de estos estudios Mayas comenzando con los reconocimientos aéreos de Alfred Kidder y Charles Lindbergh hace 70 años (Kidder 1930), y hace 20 años, al uso del mapeo de radar a Adams y sus colegas (Adams *et al.* 1981), y ahora con la aplicación de nuevas técnicas de sensores remotos en San Bartolo y otras regiones. Los resultados son ansiosamente esperados.

## REFERENCIAS

- Adams, R. E. W.  
1980 Swamps, Canals, and the Locations of Ancient Maya Cities. *Antiquity* 54:206-214.
- 1984 (ed) *Río Azul Reports, No. 1: The 1983 Season*. Center for Archaeological Research, University of Texas at San Antonio.
- 1986 (ed) *Río Azul Reports, No. 2: The 1984 Season*. Center for Archaeological Research, University of Texas at San Antonio.
- 1987 (ed) *Río Azul Reports, No. 3: The 1985 Season*. Center for Archaeological Research, University of Texas at San Antonio.

- 1989 (ed) *Río Azul Reports, No. 4: The 1986 Season*. Center for Archaeological Research, University of Texas at San Antonio.
- 2000 (ed) *Río Azul Reports, No. 5: The 1987 Season*. Center for Archaeological Research, University of Texas at San Antonio.
- Adams, R. E. W., W. E. Brown, y T. P. Culbert  
 1981 Radar Mapping, Archaeology, and Ancient Maya Land Use. *Science* 213:1457-1463.
- Adams, R. E. W. y R. C. Jones  
 1981 Spatial Patterns and Regional Growth Among Maya Cities. *American Antiquity* 46:301-322.
- Black, S. L.  
 1987 *Settlement Pattern Survey and Testing, 1985*. En Adams, R. E. W. (1987):183-221.
- Black, S. L., y C. K. Suhler  
 1986 *The 1984 Río Azul Settlement Survey*. En Adams, R. E. W. (1986):163-192.
- Bullard, W. R.  
 1960 Maya Settlement Pattern in Northeastern Peten, Guatemala. *American Antiquity* 25:355-372.
- Carr, R. F. y J. E. Hazard  
 1961 Map of the Ruins of Tikal, El Peten, Guatemala. *Tikal Report No. 11*, University Museum Monograph 21.
- Ellis, W. B.  
 1989 The 1986 El Pedernal (BA-20) Settlement Survey. En Adams, R. E. W. (1989):136-151.
- Ford, A.  
 1981 *Conditions for the Evolution of Complex Societies: The Development of the Southern Maya Lowlands*. Tesis doctoral, University of California, Santa Barbara.
- Fry, R. E.  
 1969 *Ceramics and Settlement in the Periphery of Tikal, Guatemala*. Tesis Doctoral, University of Arizona.
- Garrison, T. G.  
 2003 SB 11: Reconocimiento de la zona intersitio entre San Bartolo-Xultun y otras exploraciones en el noreste del Petén. En *Proyecto Arqueológico San Bartolo: Informe Preliminar No. 2, Segunda Temporada* (editado por W. A. Saturno y M. Urquizú), Informe entregado al Instituto de Antropología e Historia de Guatemala.
- Green, E. L.  
 1970 *The Archaeology of Navajuelal, Tikal, Guatemala, and a Test of Interpretive Method*. Tesis Doctoral, University of Pennsylvania.
- Harrison, P. D. y B. L. Turner  
 1978 *Pre-Hispanic Maya Agriculture*. Austin, University of Texas Press.
- Haviland, W. A., D. E. Puleston, R. E. Fry y E. L. Green  
 1968 The Tikal Sustaining Area: Preliminary Report of the 1967 Season, reporte presentado a la National Science Foundation, Washington D.C.
- Kidder, A. V.  
 1930 Five Days Over the Maya Country. *Scientific Monthly* (March):193-205.

- Morley, S. G.  
1937-8 *The Inscriptions of Peten*. Carnegie Institute of Washington, Publication 437. Washington, D.C.
- Orrego Corzo, M.  
1987 Informe del Mapa, Temporada de 1985. In Adams, R. E. W. (1987):36-61.
- Ponciano, E. M.  
1989 Resultados de la completación del mapa topográfico del área central del sitio, Río Azul, Petén, Guatemala. En Adams, R. E. W. (1989):69-87.
- Puleston, D. E.  
1974 Intersite Areas in the Vicinity of Tikal and Uaxactun. En *Mesoamerican Archaeology: New Approaches* (editado por N. Hammond), pp.303-311. University of Texas Press, Austin.
- Puleston, D. E.  
1983 The Settlement Survey of Tikal. *Tikal Reports No.13*. Philadelphia, University Museum.
- Quintana, O. y W. W. Wurster  
2001 *Ciudades Mayas del Noreste del Petén, Guatemala: Un estudio urbanístico comparativo*. AVA – Materialien 59. Mainz am Rhein, Verlag Philipp von Zabern.
- Rice, D. S. y D. E. Puleston  
1981 Ancient Maya Settlement Patterns in Peten, Guatemala. En *Lowland Maya Settlement Patterns* (editado por W. A. Ashmore), pp.121-156. University of New Mexico Press, Albuquerque.
- Ricketson, O. G. y E. B. Ricketson  
1937 *Uaxactun, Guatemala, Group E, 1926-1931*. Carnegie Institute of Washington, Publication 477. Washington, D. C.
- Sever, T. L. y D. E. Irwin  
2003 Landscape Archaeology: Remote-Sensing Investigation of the Ancient Maya in the Peten Rainforest of Northern Guatemala. *Ancient Mesoamerica* 14:113-122.
- Tozzer, A. M.  
1913 *A Preliminary Study of the Prehistoric Ruins of Nakum, Guatemala*. Memoirs of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, vol. 5, no. 5. Cambridge, Mass., Harvard University.
- Wauchope, R.  
1934 *House Mounds of Uaxactun, Guatemala*. Carnegie Institute of Washington, Publication 436, Contribution 7. Washington, D. C.
- Wauchope, R.  
1938 *Modern Maya Houses: A Study of their Archaeological Significance*. Carnegie Institute of Washington, Publication 502. Washington, D. C.
- Wiley, G. R., W. R. Bullard, J. B. Glass y J. C. Gifford  
1965 *Prehistoric Maya Settlements in the Belize Valley*. Cambridge, Mass., Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University 54.