

MACHUPICCHU

INVESTIGACIONES INTERDISCIPLINARIAS

TOMO I

FERNANDO ASTETE y JOSÉ M. BASTANTE, editores.



PERÚ

Ministerio de Cultura

Dirección
Desconcentrada de Cultura
de Cusco

MACHUPICCHU

INVESTIGACIONES INTERDISCIPLINARIAS

TOMO I

FERNANDO ASTETE y JOSÉ M. BASTANTE. editores



PERÚ

Ministerio de Cultura

Dirección
Desconcentrada de Cultura
de Cusco

© MACHUPICCHU. INVESTIGACIONES
INTERDISCIPLINARIAS / TOMO I
Fernando Astete y José M. Bastante, editores

© De esta edición:
Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco
Área Funcional del Parque Arqueológico Nacional de
Machupicchu
Calle Maruri 340, Palacio Inka del Kusikancha. Cusco
Central telefónica (051) – 084 – 582030
1a. edición - Setiembre 2020

Corrección de estilo:
Eleana Llosa Isenrich

Diagramación:
Saúl E. Ponce Valdivia

Arte de portada:
Saúl E. Ponce Valdivia
Miguel A. Aragón Collavino

Foto de portada:
José M. Bastante Abuhadba

Foto de solapa:
Sandro Aguilar

Coordinación:
Alex I. Usca Baca
Alicia Fernández Flórez

Revisión:
Carmen C. Sacsá Fernández
Alicia Fernández Flórez

ISBN: 978-612-4375-13-2
Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2020-03378

Impreso en:
GD Impactos
Calle Mártir Olaya 129, Of 1905, Miraflores - Lima

Tiraje: 1000 ejemplares

Impreso en Perú
Printed in Perú
Perú suyupi ruwasqa

MINISTERIO DE CULTURA DEL PERÚ

Ministro de Cultura
Alejandro Arturo Neyra Sánchez

**Viceministra de Patrimonio Cultural
e Industrias Culturales**
Leslie Carol Urteaga Peña

Viceministra de Interculturalidad
Angela María Acevedo Huertas

**Director de la Dirección Desconcentrada
de Cultura de Cusco**
Fredy D. Escobar Zamalloa

**Jefe del Área Funcional del Parque Arqueológico Nacional
de Machupicchu**
José M. Bastante Abuhadba

Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación por cualquier medio o procedimiento sin autorización expresa y por escrito de los editores.

Índice

TOMO I

Presentación

Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco 11

Prólogo

John Hemming 13

Introducción

Mechtild Rössler 21

Los trabajos de las Expediciones Peruanas de Yale en la *llaqta* de Machupicchu

José M. Bastante 25

Machu Picchu. Entre el cielo y la tierra

Luis Millones 59

Nuevos alcances científicos sobre la vida diaria en Machu Picchu

Richard L. Burger 77

Percepciones sobre inmigración y clase social en Machu Picchu, Perú, basadas en el análisis de isótopos de oxígeno, estroncio y plomo

Bethany L. Turner, George D. Kamenov, John D. Kingston y George J. Armelagos 107

Estado de la cuestión: historia y arqueología de la *llaqta* de Machupicchu

José M. Bastante, Fernando Astete, Alicia Fernández y Alex I. Usca 141

Machu Picchu. Monumento arqueológico

Rogger Ravines 237

Avances de las investigaciones interdisciplinarias en Machupicchu

José M. Bastante y Alicia Fernández Flórez 269

Machu Picchu: el centro sagrado

Johan Reinhard 289

<i>Llaqta</i> de Machupicchu: sacralidad y proceso constructivo <i>José Fernando Astete Victoria</i>	313
Aspectos constructivos en Machupicchu <i>Arminda Gibaja</i>	327
Machu Picchu: maravilla de la ingeniería civil <i>Kenneth R. Wright y Alfredo Valencia Zegarra</i>	335
Tecnomorfología de la <i>llaqta inka</i> de Machupicchu. Materiales, métodos y resultados del levantamiento arquitectónico y paisajístico <i>Adine Gavazzi</i>	353
Avances preliminares de la investigación con <i>lidar</i> en Machupicchu <i>Roland Fletcher, Nina Hofer y Miguel Mudbidri</i>	383
Lagunas sagradas de Salkantay. Investigaciones subacuáticas en el Santuario Histórico de Machu Picchu <i>Maciej Sobczyk, Magdalena Nowakowska, Przemysław Trzeźniowski y Mateusz Popek</i>	393
Ingeniería <i>inka</i> de Machupijchu <i>Jesús Puelles Escalante</i>	409
Contexto funerario bajo en el sector noreste de Machupicchu, 2002 <i>Alfredo Mormontoy Atayupanqui</i>	447
Los esqueletos humanos de Machu Picchu. Un reanálisis de las colecciones del Museo Peabody de la Universidad de Yale <i>John Verano</i>	455
TOMO II	
La mayoría silenciosa de Machu Picchu: una consideración de los cementerios incas <i>Lucy C. Salazar</i>	11
El cementerio de los incas <i>Christopher Heaney</i>	25
Quilcas en el Santuario Histórico-Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu: análisis y perspectivas arqueológicas <i>Fernando Astete, José M. Bastante y Gori-Tumi Echevarría López</i>	35

Las quilcas del Santuario Histórico-Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu: evaluación y secuencia arqueológica preliminar <i>José M. Bastante y Gori-Tumi Echevarría López</i>	59
El calendario solar de Machupicchu y otras incógnitas <i>Eulogio Cabada</i>	99
Observaciones astronómicas en Intimachay (Machu Picchu): un nuevo enfoque para un antiguo problema <i>Mariusz Ziółkowski, Jacek Kościuk y Fernando Astete Victoria</i>	131
Acercas de los instrumentos astronómicos de los incas: el mirador de Inkaraqay (Parque Arqueológico Nacional de Machu Picchu) <i>Fernando Astete Victoria, Mariusz Ziółkowski y Jacek Kościuk</i>	143
Machu Picchu: sobre su función <i>Federico Kauffmann Doig</i>	159
Machu Picchu, el mausoleo del emperador <i>Luis Guillermo Lumbreras</i>	193
Investigaciones interdisciplinarias en Machupicchu. Temporada PIAISHM 2017 <i>José M. Bastante, Alicia Fernández y Fernando Astete Victoria</i>	233
Investigaciones en el monumento arqueológico Choquesuysuy del Santuario Histórico-Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu <i>José M. Bastante y Emerson Pereyra</i>	269
Investigaciones en el monumento arqueológico Chachabamba <i>José M. Bastante, Dominika Sieczkowska y Alexander Deza</i>	289
Arqueogeofísica aplicada a la arqueología inca: el caso del monumento arqueológico Chachabamba <i>Nicola Masini, Luigi Capozzoli, Gerardo Romano, Dominika Sieczkowska, Maria Sileo, José M. Bastante, Fernando Astete, Mariusz Ziolkowski y Rosa Lasaponara</i>	305
Materialización del culto al agua a través de la arquitectura hidráulica en la <i>llaqta</i> de Machupicchu <i>Alicia Fernández Flórez</i>	321

La Reforma Agraria en el Santuario Histórico-Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu <i>Alex Usca Baca</i>	337
La ciudad de San Francisco de Victoria de Vilcabamba y el pueblo antiguo del Ynga nombrado Huaynapicchu <i>Donato Amado Gonzales</i>	361
Biodiversidad anotada del Santuario Histórico de Machupicchu: especies endémicas y amenazadas <i>Julio Gustavo Ochoa Estrada</i>	375
Reportes anotados de mamíferos silvestres del Santuario Histórico de Machupicchu <i>Julio Gustavo Ochoa Estrada</i>	395
Quinquenio orquidáceo del Santuario Histórico de Machu Picchu. Géneros, especies nuevas y nuevos reportes <i>Benjamín Collantes</i>	407
<i>Vasqueziella</i> boliviana, conocida desde hace tiempo y de amplia distribución, pero muy poco frecuente <i>Benjamín Collantes y Günter Gerlach</i>	411
Una vista desde la bóveda: fotos de las expediciones a Perú de la National Geographic Society-Yale University <i>Sara Manco, Renée Braden y Matthew Piscitelli</i>	421
Autenticidad de Machupicchu, 100 años después <i>Ricardo Ruiz Caro y Fernando Astete Victoria</i>	427
ANEXOS	
Anexo 1. Relación de monumentos arqueológicos en el Santuario Histórico-Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu y la Zona Especial de Protección Arqueológica	439
Anexo 2. Términos en quechua en los artículos	456

Nuevos alcances científicos sobre la vida diaria en Machu Picchu¹

Richard L. Burger²

Durante la mayor parte del siglo XX nuestra comprensión de Machu Picchu estuvo determinada por las ideas de Hiram Bingham III y por los resultados de las expediciones que él dirigió. Bingham se consideraba primero explorador y luego historiador. Y nunca tuvo la pretensión de ser un científico (A. Bingham 1989). Gran parte de la arqueología de principios del siglo XX tenía una orientación fuertemente humanista y, en ese sentido, el trabajo de Bingham estaba lejos de ser excepcional. Con respecto a los incas, Bingham tenía una inclinación natural a analizar las narraciones históricas en busca de pistas y, tal vez, recurría también a sus observaciones etnográficas de los agricultores quechuahablantes de la cuenca del Urubamba.

Ha pasado casi un siglo desde los descubrimientos de Bingham. En los Estados Unidos, el estudio

arqueológico de los incas se ha convertido en campo de los antropólogos. Como consecuencia, las interrogantes que se formulan y las técnicas empleadas para responderlas se han visto fuertemente influenciadas por las distintas corrientes de las ciencias sociales y físicas. En las últimas dos décadas, se ha logrado un gran avance respecto a los análisis arqueológicos y ahora es posible formular y responder interrogantes acerca de Machu Picchu que parecían inconcebibles para Bingham y sus colegas.

A partir de 1983, el Museo Peabody de la Universidad de Yale invitó a numerosos especialistas a realizar una serie de novedosos análisis técnicos para explorar el potencial científico de los materiales recuperados por Bingham; además, otros estudios científicos se iniciaron independientemente en Machu Picchu. Hoy en día, las interrogantes respecto a la dieta, la tecnología y los patrones de interacción han sido respondidas en función a los estudios de laboratorio de las colecciones de Machu Picchu recuperadas en 1912 y a las investigaciones de campo más recientes. Los hallazgos de estos estudios brindan una idea mucho

¹ Publicado originalmente en 2004 con el título "Scientific Insights into Daily Life at Machu Picchu" como capítulo VI del libro *Machu Picchu: Unveiling the Mystery of the Incas* de Richard L. Burger y Lucy C. Salazar (New Haven: Yale University Press; pp. 85-106). Traducción de José M. Bastante.

² Arqueólogo y antropólogo estadounidense; director del Programa de Estudios Arqueológicos de la Universidad de Yale (richard.burger@yale.edu).

más completa y precisa de la vida de las personas que habitaban Machu Picchu. El propósito de este texto es proporcionar un resumen de estos análisis técnicos y reflexionar respecto a cómo sus resultados modifican nuestra comprensión de la vida diaria en la hacienda real inca de Machu Picchu.

Antecedentes de las Expediciones

Peruanas de Yale

A pesar de no ser científico, ni siquiera arqueólogo, Hiram Bingham III no era ajeno a la idea de emplear el conocimiento científico para lograr un entendimiento acerca de Machu Picchu. Como historiador especializado en el desarrollo moderno de América Latina, Bingham poseía un conocimiento detallado de la geografía económica de América del Sur. Asimismo, tenía gran respeto por los conocimientos técnicos necesarios para evaluar y desarrollar los recursos naturales en este continente y, en 1908, fue elegido como el miembro más joven de la delegación de los Estados Unidos al Congreso Científico Panamericano de Santiago de Chile. Al organizar las Expediciones Peruanas de Yale de 1911, 1912 y 1914-1915, Bingham formó equipos de especialistas de diversas disciplinas. Por ejemplo, en la expedición de 1911, que resultó en el “descubrimiento científico” de Machu Picchu, incluyó al geógrafo Isaiah Bowman, al químico Harry Foote (figura 1) y al naturalista Casimir Watkins. La expedición de 1912, que se centró en la excavación de Machu Picchu, incluyó a George Eaton, curador de osteología en el Museo Peabody de Yale, y a Herbert Gregory, profesor de geología en Yale. No sería exagerado caracterizar los proyectos arqueológicos de Bingham como investigaciones interdisciplinarias y, en algunos aspectos, sus expediciones presajaron un enfoque arqueológico interdisciplinario que no se popularizó en el Perú sino hasta la década de 1970, con proyectos como el arqueológico-botánico de



Figura 1. Naturalista y químico Harry Foote en la búsqueda de insectos (fotografía: Hiram Bingham).

Ayacucho-Huanta de Richard MacNeish.

Las tres Expediciones Peruanas de Yale fueron interdisciplinarias no solo por la diversidad de especialistas, sino también por los descubrimientos que produjeron. Por lo tanto, las publicaciones derivadas incluyeron estudios de historia natural de reptiles, anfibios, insectos, mamíferos, caracoles terrestres y cactus, así como de geografía y geología de Cuzco, terrazas andinas y antropología física de los pueblos indígenas contemporáneos de las tierras altas y bajas (Bingham 1922). Los biólogos encontraron numerosas especies nunca antes documentadas. Desde la perspectiva de este texto, lo más importante es que los especialistas emplearon su experiencia para analizar los materiales arqueológicos de Machu Picchu con técnicas sofisticadas de acuerdo a los estándares de su tiempo. Así, George Eaton (1916) produjo un influyente

volumen sobre el material óseo humano recuperado en las tumbas incas de Machu Picchu, mientras que Foote y Buell (1912) y Mathewson (1915) llevaron a cabo estudios químicos en los artefactos metálicos. Estos primeros análisis científicos tuvieron un poderoso impacto en las interpretaciones de Bingham y proporcionaron los antecedentes para la investigación que se discute a continuación. Aunque tales análisis fueron parcialmente superados, si son empleados de manera crítica, continúan brindando información valiosa.

Curiosamente, el carácter interdisciplinario de las Expediciones Peruanas de Yale ha recibido poca atención en los estudios de la historia de la arqueología. La mayoría de los investigadores se han centrado en las limitaciones técnicas del entrenamiento y de la práctica arqueológica de Bingham. Su decisión consciente de no incluir arqueólogos entre el personal de las expediciones minó sus esfuerzos y determinó la formulación de algunas interpretaciones incorrectas resultantes.

Sin embargo, el amplio enfoque de las tres expediciones de Bingham es digno de mención y refleja su visión particular de la arqueología como parte de un esfuerzo geográfico más amplio. La participación de técnicos especializados fue consistente con su orgullo por el desarrollo tecnológico de los Estados Unidos. El equipo de la Expedición Peruana de Yale de 1912 contrasta fuertemente con los de otros proyectos arqueológicos llevados a cabo en el Perú a principios del siglo XX por investigadores como Max Uhle, Julio C. Tello, Alfred Kroeber y Luis Valcárcel. Para estos estudiosos, la investigación arqueológica de campo era en gran parte autosuficiente; podía incluir investigaciones históricas complementarias, pero no requería especialistas de otras disciplinas científicas. Las publicaciones derivadas de tales investigaciones se limitaron a la descripción de las excavaciones y los artefactos, involucrando rara vez estudios técnicos. Por lo tanto, el trabajo científico sobre Machu

Picchu descrito en las siguientes secciones se puede considerar como una continuación del camino trazado por Bingham y las Expediciones Peruanas de Yale.

Salud y dieta en Machu Picchu

El sitio arqueológico de Machu Picchu corresponde a una hacienda real construida por el emperador Pachacuti y controlada por sus descendientes (o panaca) aproximadamente hasta la Conquista española (Burger y Salazar-Burger 1993; Rowe 1990). La parte más conocida de este territorio es un complejo arquitectónico finamente construido en una graben entre las montañas Machu Picchu y Huayna Picchu para servir como palacio campestre para la familia real, sus invitados y servidores. Aunque Bingham se refirió a este como “ciudad perdida”, probablemente no más de 750 personas vivieron allí en un determinado momento. Durante la temporada de lluvias (noviembre-abril), la población probablemente decrecía a solo unos pocos cientos de personas, la mayoría de los cuales eran especialistas religiosos y personal de apoyo.

Durante la Expedición Peruana de Yale de 1912, se encontraron más de cien tumbas, la mayoría de ellas ocultas por los densos bosques nubosos en las laderas orientales del sitio. Concentrados en tres grupos, los entierros solían colocarse dentro de las grietas debajo de grandes afloramientos de granito. En muchos casos, se agregaron muretes para sellar estas sencillas tumbas y protegerlas de los animales y otros intrusos. La escasa cantidad de objetos funerarios, su calidad y naturaleza modestas, además de la variabilidad de los restos óseos, indican que estas eran las tumbas de los servidores de Machu Picchu y no enterramientos de miembros de la familia real o sus invitados (Burger y Salazar-Burger 1993; Salazar y Burger 2003). Los trabajos arqueológicos posteriores en Machu Picchu no han logrado descubrir

tumbas significativamente más elaboradas que las encontradas en 1912 (Valencia y Gibaja 1992). Este patrón mortuario no es inesperado, ya que si los miembros de la élite incaica hubieran fallecido mientras residían en el palacio de campo, habrían sido transportados a su residencia principal en Cuzco en lugar de ser enterrados en Machu Picchu. Debido a que la élite era transportada en literas y considerando que el viaje a la capital tomaba solo tres días, esta opción no habría representado obstáculos serios.

Estos antecedentes son necesarios para comprender la importancia y las limitaciones del reciente análisis de los materiales óseos humanos recuperados por la Expedición Peruana de Yale. Este análisis osteológico puede contribuir a esclarecer numerosos aspectos de la vida (y la muerte) de los yanaconas (sirvientes y artesanos) de Machu Picchu, pero no da el mismo nivel de clarificación acerca de los residentes de élite para los que se construyó el sitio. Las crónicas españolas brindaron poca atención a los sirvientes y otros miembros del personal de los incas, sin embargo, la información que proporcionan los análisis osteológicos es particularmente interesante. Debe enfatizarse que el grupo de personas enterradas en Machu Picchu no era homogéneo respecto a su posición social o etnicidad, como lo demuestran los entierros. Sin embargo, a pesar de esta variabilidad, es útil considerar sus resultados como un conjunto para obtener una idea general de cómo era esta población.

George Eaton, uno de los colegas de Bingham en Yale, fue el osteólogo del proyecto en la expedición de 1912 y en 1916 publicó un estudio detallado de los restos humanos que se recuperaron. Desafortunadamente, Eaton no había trabajado previamente con materiales óseos de los Andes y su labor tenía un obstáculo en la falta de una muestra comparativa

de restos óseos peruanos que pudiera emplearse como referencia para su estudio. Bingham (1948) aprovechó la conclusión principal de Eaton de que la gran mayoría de los esqueletos eran femeninos para sustentar la hipótesis de que Machu Picchu estaba ocupada por acllas, mujeres enclaustradas –a veces denominadas Vírgenes del Sol o “escogidas”–. Debido a la falta de experiencia de Eaton, a las limitaciones de las técnicas que empleó y a la incompatibilidad de una comunidad de acllas con otros aspectos del registro arqueológico, nos convencimos de que la determinación del sexo de los esqueletos realizada por Eaton requería una reconsideración, así como también su polémica afirmación de que algunos de los individuos mostraban evidencias de sífilis.

Una solución definitiva de estos y otros temas fue proporcionada por un nuevo análisis de toda la colección osteológica realizado por John Verano, antropólogo físico de la Universidad de Tulane. Verano posee más experiencia en trabajo con colecciones osteológicas de sitios arqueológicos del Perú que cualquier otro especialista en los Estados Unidos y estaba entusiasmado con la reexaminación de la colección de Machu Picchu, uno de los depósitos osteológicos más antiguos y completos de una población inca; y pudo completar sus observaciones iniciales mientras era profesor invitado en Yale durante la primavera de 2000. En la presentación detallada de sus hallazgos, Verano (2003) concluyó que un mínimo de 174 individuos estaban representados en la muestra osteológica de Machu Picchu.

Al contrario de los resultados de Eaton, encontró que una cantidad significativa de estos individuos son hombres. En el nuevo análisis, la proporción de mujeres frente a la de hombres fue de 1.54:1, en lugar de 4:1, como se cita en el trabajo de Eaton. Tal proporción entre sexos documentada por Verano es relativamente equilibrada y no sugiere la necesidad de plantear la

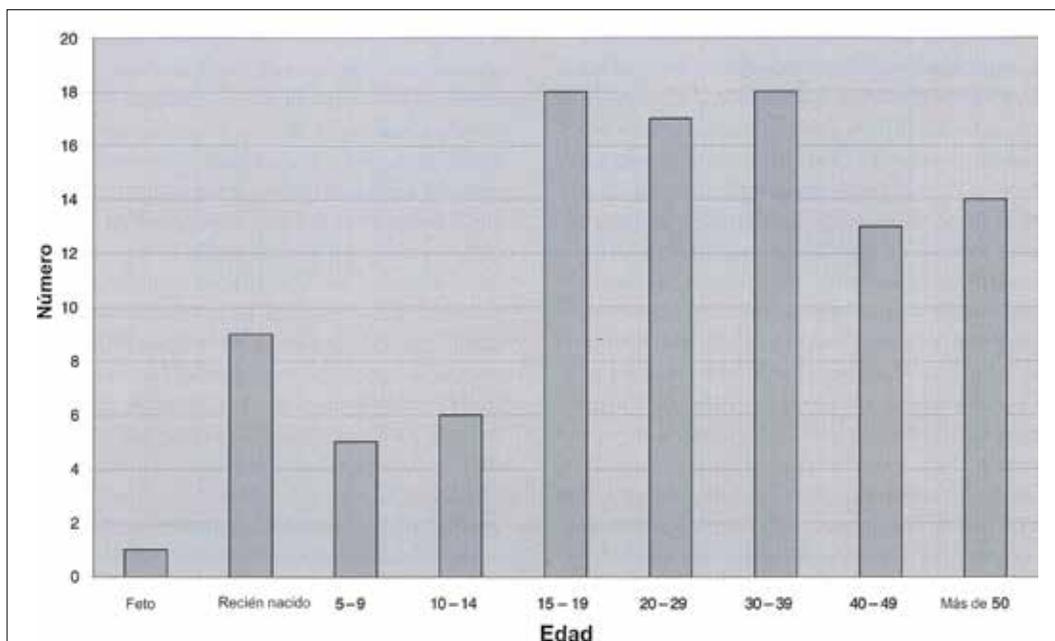


Figura 2. Distribución de edad de los difuntos encontrados en Machu Picchu.

presencia de una comunidad de mujeres escogidas para explicarlo. Además, la presencia de niños en la muestra de Machu Picchu, incluidos recién nacidos, y la evidencia osteológica de que algunas de las mujeres habían parido, mina aún más la hipótesis de las Vírgenes del Sol de Bingham.

Al determinar las edades de los difuntos de Machu Picchu, Verano halló una población diversa compuesta por bebés, niños, adultos jóvenes y ancianos (figura 2). Esta población estaba dominada por adultos (78% de los esqueletos), con al menos catorce individuos que tenían más de cincuenta años de edad, considerados viejos de acuerdo con los estándares del mundo prehispánico. Significativamente, veinte individuos tenían menos de quince años y uno de ellos era aparentemente un feto. Dada la subrepresentación de entierros de niños en muchas muestras arqueológicas, la población de Machu Picchu parece ser bastante normal. Contrariamente a la idea tradicional, de hecho, había niños jugando, al menos en las márgenes del asentamiento.

La estatura de los sirvientes de Machu Picchu

era baja para los estándares de los Estados Unidos: los hombres tenían un promedio 157.48 cm y las mujeres promediaban 149.86 cm. Ninguno de los esqueletos estudiados por Verano medía más de 167.64 cm. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los estudios de los pueblos modernos quechua-hablantes en el departamento de Cuzco encontraron que la estatura promedio de un hombre adulto era de 158.75 cm y la de una mujer adulta de 144.78 cm (Stinson 1990, citado en Verano 2003). Estos agricultores contemporáneos de la sierra son notablemente similares en su altura a los de Machu Picchu hace unos quinientos años.

A juzgar por los hallazgos de Verano, la población de Machu Picchu gozaba en general de buena salud. Sin embargo, la caries dental fue un problema común, lo que sugiere el consumo de alimentos con alto contenido de carbohidratos, como el maíz. Asimismo, en Machu Picchu no existen patologías más severas, como fracturas de cráneo producidas por combates armados (Verano 2003). Esta ausencia contrasta fuertemente con los hallazgos en otros sitios

prehispánicos tardíos en Cuzco. De manera similar, la evidencia osteológica de artritis avanzada y otros marcadores de estrés ocupacional fueron sorprendentemente limitados. Esto sugiere que la carga laboral de los yanaconas en Machu Picchu era razonable, y menor que en otros tipos de sitios incas. Aunque Verano no pudo confirmar las afirmaciones de Eaton sobre la presencia de sífilis, sí encontró evidencia de tuberculosis y posibles infecciones parasitarias, como tenia. No obstante, los sirvientes parecen haber disfrutado, en general, de buena salud. Esta conclusión fue confirmada en función a la baja frecuencia de interrupciones en el crecimiento de la formación del esmalte dental. De manera similar, la escasez de hipoplasias sugiere que la población experimentó pocas enfermedades graves durante su infancia.

Es razonable suponer que la buena salud de los yanaconas de Machu Picchu se basó en una dieta adecuada. Debido a que una limitada cantidad de material orgánico ha sobrevivido a las fuertes lluvias y las fluctuaciones de temperatura en Machu Picchu, nuestra comprensión de su dieta sigue siendo limitada. Sin embargo, los recientes avances en el estudio de la química ósea han proporcionado algunas ideas acerca de los productos que consumían. La química del colágeno óseo humano refleja los alimentos que se toman durante la vida de un individuo, pero a menudo es difícil interpretar estos datos debido a los resultados similares producidos por diferentes alimentos. Sin embargo, en los Andes el maíz es la única planta alimenticia principal caracterizada por fotosíntesis C_4 . Todas las otras plantas alimenticias principales en el Perú prehistórico emplean una ruta fotosintética C_3 (DeNiro y Hastorf 1985). Las plantas C_3 producen moléculas de 3-carbono a partir del dióxido de carbono atmosférico, mientras que las plantas C_4 producen 4-carbono en el primer paso fotosintético. Las plantas C_3 discriminan con-

tra ^{13}C , el isótopo pesado estable de carbono, de modo que sus valores delta ^{13}C ($\delta^{13}C$) son menores (más negativos) que los de las plantas C_4 . Las diferencias en las rutas C_3 y C_4 se reflejan en las contrastantes proporciones de isótopos de carbono de estas plantas, que, por turnos, dan forma a las proporciones de isótopos de carbono del colágeno óseo de los animales que las consumen como alimento. El índice entre los isótopos de carbono estables (^{12}C y ^{13}C) se mide en relación con un estándar de carbonato marino conocido como PDB, cuyo resultado se informa como un valor δ_3 en partes por mil. El estándar de carbonato tiene un alto contenido de ^{13}C , por lo que su medición de la mayoría de seres vivos, o los que lo han estado, produce cifras negativas.

El colágeno de los seres que consumen plantas C_3 tiene valores de $\delta^{13}C$ de aproximadamente $-21.5/1000$, mientras que los animales que consumen solo pastos C_4 tienen valores de colágeno de $\delta^{13}C$ de alrededor de $-6.5/1000$. Existen algunos factores que complican la situación, como la contaminación del suelo y la confusión resultante de la marca química de los alimentos marinos, pero es posible controlar estas variables. Por lo tanto, al menos en las partes altas de los Andes Centrales, es factible emplear valores estables de isótopos de carbono de huesos humanos para calcular la importancia relativa del maíz en la dieta. Por ejemplo, un estudio inicial de química ósea de las culturas preincaicas tempranas en las tierras altas peruanas (2000-200 a. C.) definió valores $\delta^{13}C$ de $-18.7/1000$ y $-19.0/1000$. Sobre la base de estas cifras, hemos llegado a la conclusión de que, aunque se consumió maíz, no era un cultivo importante y probablemente constituía menos del 25% de la dieta (Burger y Van der Merwe 1990).

Los resultados de los análisis de química ósea de los restos de Machu Picchu proporcionan un contraste fascinante frente a este estudio. En

colaboración con Julia Lee-Thorp y Nikolaas Van der Merwe, en el Laboratorio de Arqueometría de la Universidad de Ciudad del Cabo en Sudáfrica se analizaron muestras óseas de 59 individuos de ambos sexos, con diferentes edades y formas craneales. Las cifras de isótopos de carbono variaron de $-9.61/1,000$ a $-18.8/1000$, con un promedio de $-11.9/1000$ (Burger, Lee-Thorp y Van der Merwe 2003). Los resultados indican que la mayor parte del carbono en el colágeno óseo derivaba del consumo de plantas C_4 . Aparentemente, el maíz fue el alimento principal para los sirvientes en Machu Picchu y, para la mayoría de las personas, este constituía entre el 60% y 70% de la dieta empleada para producir colágeno óseo. A pesar de ser notablemente alta, esta cifra probablemente subestima la importancia del maíz en la dieta total. Si bien la importancia de consumir chicha en los rituales incas fue apreciada por estudiosos durante mucho tiempo, el valor relativo del maíz en la dieta ha sido un tema de debate. Las papas y otros cultivos de altura nativos de los Andes se adaptan a los ambientes montañosos de Cuzco mejor que el maíz, cuyo origen parece haberse dado en las zonas bajas y más tropicales de México (Pearsall 1994). Actualmente, en las tierras altas del Perú, el maíz todavía es visto como un lujo que se consume en los feriados para romper el tedio de una dieta dominada por tubérculos. Entre los incas, las asociaciones del maíz con la élite abren la posibilidad de que, incluso si el maíz era el alimento principal entre la clase alta, podría haber sido menos importante para los sirvientes de la familia real y sus invitados que los alimentos de altura cultivados en siembra asociada, como papa, quinua y chocho (un tipo de lupino). El famoso especialista en los incas John Murra (1960) sugirió que el rol prominente del maíz en los rituales incas reflejaba su especial importancia simbólica y su asociación con el Estado, más que su importancia en la

alimentación diaria. Si bien el argumento de Murra resulta plausible, la muestra grande y la consistencia de los resultados del análisis de isótopos estables de huesos humanos dejan pocas dudas no solo de que los sirvientes y demás personal de Machu Picchu tenían acceso a maíz, sino de que constituía la base de su dieta.

Cuando el maíz se combina con frijoles, lupino y otros cultivos, resulta una fuente extremadamente rica de proteínas y otros nutrientes. La buena salud de los yanaconas de Machu Picchu, tanto hombres como mujeres, fue hasta cierto punto el resultado de esta dieta imperial. Para nuestra sorpresa, en contraste con un estudio anterior de las poblaciones provinciales incas en la sierra central (Hastorf 1990, Hastorf y Johannessen 1993), no se encontró diferencias significativas en el consumo de maíz entre la población masculina y femenina de Machu Picchu. La equivalencia de alimentos C_4 en su dieta sugiere que los y las yanaconas bebían chicha y participaban en actividades asociadas a su consumo. El rol central del maíz como alimento básico de la población de Machu Picchu es consistente con los hallazgos de Verano (2003) en la muestra de Machu Picchu de numerosas caries dentales, probablemente el subproducto de una dieta rica en maíz.

A juzgar por el estudio de isótopos de carbono, otros alimentos vegetales distintos al maíz constituyeron una proporción pequeña pero significativa de la dieta. Desafortunadamente, el análisis de isótopos de carbono estable no brindó información respecto a cuáles fueron estos productos. Una fuente alternativa de evidencia relevante proviene del polen microscópico que se ha conservado desde la ocupación inca en las terrazas del flanco oriental de Machu Picchu. El análisis de polen es aún poco frecuente en la arqueología de los Andes Centrales, pero se ha vuelto más común en las últimas dos décadas. Debido a que

la estructura del polen es en gran parte inorgánica, este no se descompone como sucede con la mayoría de otros alimentos. Dependiendo de la composición de la tierra, y a pesar de la fuerte precipitación, el polen puede permanecer intacto durante milenios. A raíz de un estudio del arqueólogo peruano Alfredo Valencia Zegarra y del hidrólogo estadounidense Ken Wright, se tomaron muestras de suelo procedentes de las terrazas agrícolas en las laderas de Machu Picchu y se logró extraer polen (figura 3). Cuando ellas se analizaron, los resultados indicaron que los cultivos en dichas terrazas incluían papa, una leguminosa no identificada y maíz.

En Machu Picchu, la carne habría sido otra fuente de proteínas y nutrientes para la élite inca y su personal, aunque los primeros informes históricos españoles indican que la carne no era la base de la alimentación inca. Según los cronistas españoles, beber, en lugar de comer, era la característica principal en la alimentación inca (Coe 1994).

Sin embargo, los incas consumieron carne y los abundantes fragmentos de huesos animales en sitios incas y preincas disipan cualquier duda sobre su presencia en la dieta. Dada su ubicación en un medio ambiente de bosque nuboso de las laderas orientales de los Andes, ¿qué animales se consumían en Machu Picchu? Bingham tenía poco interés en esta interrogante y sus ideas al respecto se basaron en una limitada cantidad de huesos y en sus observaciones en el sitio.

En contraste con la arqueología del tiempo de Bingham, el análisis de los restos faunísticos resulta una parte importante de la arqueología contemporánea y el de huesos animales se ha convertido en una herramienta eficaz para estudiar la dieta y otros patrones culturales. Los restos óseos son más resistentes a los factores medioambientales que el material vegetal, pero la Expedición Peruana de Yale de 1912 no guardó los huesos animales encontrados en el centro de Machu Picchu. Afortunadamente,

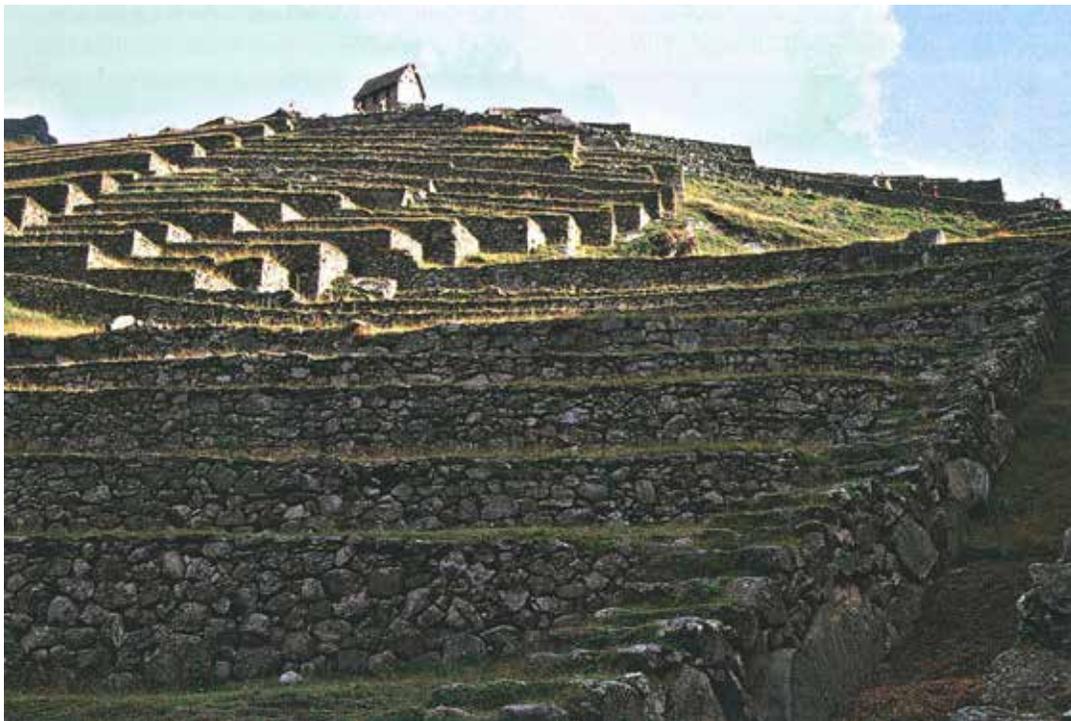


Figura 3. Terrazas incas en Machu Picchu donde el maíz crecía junto a otros cultivos (fotografía: Richard L. Burger).

los que se recuperaron en los entierros de las cuevas fueron cuidadosamente catalogados y preservados en el Museo Peabody de Historia Natural de New Haven. Algunos de estos, como los raros restos de una paca (*Agouti thomasi*), fueron estudiados por Eaton (1916: 87-89), mientras que otros sirvieron para identificar varios taxones previamente desconocidos y especies nativas de los bosques nubosos alrededor de Machu Picchu. La Expedición Peruana de Yale prestó poca atención a los restos de los animales más comunes, los que reflejan los hábitos alimenticios de los residentes de Machu Picchu.

A partir de 1994, el zooarqueólogo George R. Miller realizó el primer análisis sistemático de los restos faunísticos de Machu Picchu. Su muestra consistió en 2169 fragmentos óseos, más de mil de los cuales

permitieron su identificación a un nivel de familia o mayor. Debido a que la mayoría de estos provenían de las cuevas funerarias, Miller asumió que eran los restos de alimentos presentados a los antepasados fallecidos o de productos consumidos durante los rituales junto a las tumbas. Dichos banquetes para y con los muertos fueron descritos por los cronistas españoles y continúan siendo una característica de la vida ceremonial andina tradicional (figura 4). Aunque estos restos faunísticos de las cuevas funerarias probablemente no constituyen un reflejo exacto de la dieta diaria, permiten definir la variedad de animales que fueron consumidos y su importancia relativa como alimento. De acuerdo con el análisis de Miller, los restos de animales más abundantes hallados en las cuevas funerarias de Machu Picchu fueron los de camélidos domesticados (llama y alpaca), los que representan el 88% del total. Cuando en función a este porcentaje se calcula la cantidad de carne que representan, los camélidos constituyen más del 90% de los restos y Miller (2003) cree que más del 95% de la carne consumida en Machu Picchu provenía de rebaños de alpacas y llamas (figura 5).

El hábitat natural tanto de la llama como de la alpaca es el pastizal alto y abierto, conocido como puna, a más de 3800 msnm, y no las densamente boscosas laderas debajo de Machu Picchu entre 2000 y 2400 msnm. Algunas parcelas de pastizales altos se encuentran a un día de camino de Machu Picchu y es probable que las llamas y las alpacas hayan sido conducidas a estas áreas y a otras punas más distantes. Los camélidos domesticados eran esenciales para el transporte y la producción de lana en todo el Imperio inca y la presencia de una de las especies, o ambas, habrá sido probablemente común cerca de Machu Picchu. Tanto las llamas como las alpacas se consumieron en tiempos de los incas, aunque su papel como fuente de alimento se considera

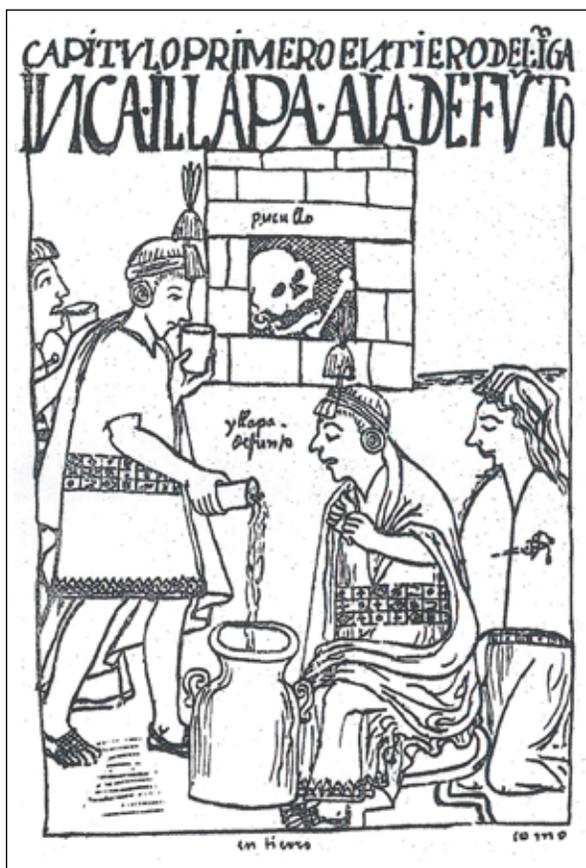


Figura 4. Dibujo de Guaman Poma de hombres y mujeres tomando chicha en un funeral.

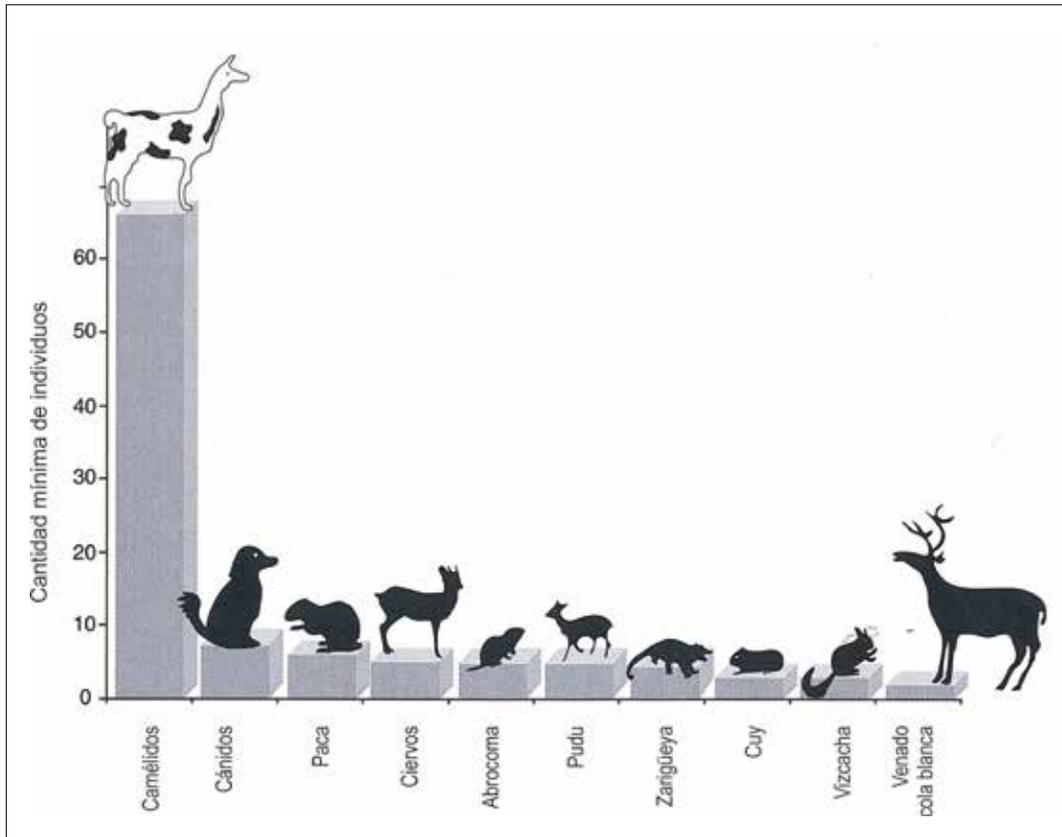


Figura 5. Abundancia relativa de animales recuperados de los entierros en cavernas en Machu Picchu (cortesía de George Miller).

tradicionalmente como secundario frente a sus otras funciones económicas.

En algún momento del pasado distante, la llama y la alpaca tuvieron un ancestro silvestre común. De hecho, todavía pueden cruzarse y producir descendencia fértil, aunque en circunstancias normales dichos apareamientos son poco comunes y evitados tanto por los pastores como por los animales mismos. Desde la perspectiva de los arqueólogos, un resultado desafortunado de esta similitud es lo extremadamente difícil que es distinguir entre los restos de llamas y alpacas sobre bases puramente morfológicas, particularmente en el caso de muestras arqueológicas. Sin embargo, hay una diferencia de tamaño entre ellos y utilizando la biometría es posible determinar con bastante precisión el tipo o los tipos de camélidos representados.

En el caso de la muestra de Machu Picchu, los camélidos parecen haber sido principalmente alpacas. Hoy en día, la alpaca es apreciada por su lana fina, además de ser valorada como alimento. Las alpacas generalmente se reúnen en pastizales a más de 4270 msnm, por lo que en Machu Picchu –cuya elevación está a solo 2440 msnm– las alpacas son especies exóticas traídas de otra ecozona mucho más alta. Considerando que el tamaño de algunos restos de estos camélidos se encuentra entre las alpacas y las llamas modernas, Miller cree que se trataba de una variedad especial de llama que pudo haberse criado en tiempos de los incas y que ya no existe en el Perú. Basado en el estudio de los elementos esqueléticos representados en la colección, Miller concluyó que los restos de alpacas y llamas representados eran animales completos. Aparentemente,

las alpacas y las pequeñas llamas fueron traídas caminando a Machu Picchu para ser sacrificadas allí y luego preparadas para las ceremonias funerarias. Los 66 camélidos identificados entre los restos de Machu Picchu representan al menos 5 toneladas de carne que habría sido preparada durante los rituales funerarios de los yanaconas de Machu Picchu.

Usando los mismos restos de esqueletos, Miller fue capaz de determinar la edad de las alpacas y llamas al ser sacrificadas. Esto es de interés porque los animales jóvenes son más tiernos y menos valientes que los animales más viejos, particularmente cuando estos últimos han sido llevados año tras año a grandes distancias. Sin embargo, sacrificando animales jóvenes, los incas perderían sus años más productivos de lana. Esto fue apreciado desde épocas tempranas en la prehistoria peruana. Por ejemplo, en la fase Janabarriu (700-400 a. C.) de Chavín de Huántar, la élite consumió camélidos jóvenes, mientras que las personas menos prósperas se deleitaron con los animales más duros y viejos que ya no eran adecuados para otros fines (Miller y Burger 1995). En Machu Picchu, más de un milenio después, ninguno de los camélidos recuperados de los cementerios tenía menos de dos años y el 83% eran mayores de tres años (Miller 2003). Por lo tanto, en Machu Picchu, las alpacas y llamas viejas parecen haber sido la carne ofrecida como alimento final a los yanaconas fallecidos y sus dolientes. Quizás estos animales fueron arreados por su lana y puestos a disposición para sacrificio y distribución a los sirvientes solamente cuando su valor como productores de fibra había disminuido. Alternativamente, Miller sugiere que una lógica simbólica podría subyacer a la selección de animales más viejos para el sacrificio. Sería interesante analizar una muestra de restos óseos de camélidos de la basura diaria de los hogares o de las áreas de banquetes en Machu Picchu para definir si los

animales más jóvenes y tiernos se consumían. Tal estudio debe ser realizado en el futuro con los restos de nuevas excavaciones.

Las crónicas españolas del siglo XVI no dejan duda de que la caza fue una de las principales actividades para el disfrute de la nobleza inca durante su estadía en los palacios de campo. Las laderas boscosas de las montañas que rodean Machu Picchu habrían proporcionado un entorno excelente para tales actividades, lo que ha sido confirmado mediante los análisis de la fauna. Además, a juzgar por los restos de esta, a los yanaconas enterrados en Machu Picchu se les permitió el consumo de algunos animales silvestres que habitaban en la densa vegetación del bosque nuboso (es decir, la ceja de selva) debajo del palacio real. Entre los huesos, el equipo de Bingham recuperó evidencias de dos tipos de ciervos (*Mazana americana* y *Pudu mephistopheles*). Ambas especies son nativas del bosque nuboso. Es significativo que solo haya un fragmento de cuerno de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), animal que generalmente se encuentra en sitios arqueológicos en la costa y sierra del Perú; además, no hay ejemplos de *taruka* (*Hippocamelus antisensis*), que habita las zonas altas. Entre los restos de Machu Picchu se encuentran ejemplos de paca subtropical o agouti (*Agouti paca*), una delicadeza culinaria para los grupos modernos de los bosques tropicales. Adicionalmente, los yanaconas fueron capaces, a veces, de capturar las sabrosas vizcachas (*Ligidium peruanum*), animales que todavía habitan los afloramientos rocosos que rodean las ruinas de Machu Picchu (figura 6).

El consumo de estos animales salvajes se complementaba ocasionalmente con zarigüeyas (*Didelphis albiventris*) y roedores subtropicales de la selva, como el *Abrocoma oblativa*, un pariente lejano de la rata chinchilla (Miller 2003). Estas evidencias sugieren que hubo un patrón de caza en las tierras que rodean al palacio real.

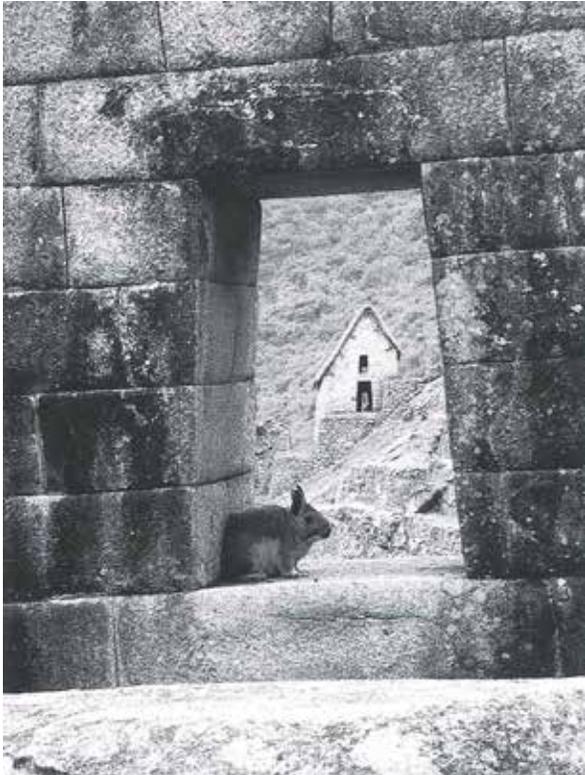


Figura 6. Vizcacha en Machu Picchu, 2001 (fotografía: George Miller).

El cuy domesticado (*Cavia porcellus*) fue valorado por los incas y sus antepasados como una delicadeza, probablemente porque su carne y fino sabor brindaban un grato descanso a la dieta baja en grasa y alta en carbohidratos que constituía la alimentación diaria en los Andes. Por esta razón, el cuy sigue siendo una comida popular en las fiestas de las tierras altas peruanas. En Machu Picchu, se encontraron dientes de cuy en el entorno de dos cuevas, confirmando así que su carne se consumió como parte de los rituales funerarios. Debido tanto al pequeño tamaño de los huesos del cuy y a su vulnerabilidad a los elementos naturales como a la falta de tamizado durante las excavaciones de 1912, es probable que cuyes y vizcachas estuvieran subrepresentados en la muestra de fauna recuperada por la Expedición Peruana de Yale.

Quizá algunos animales fueron mantenidos en Machu Picchu como mascotas y no como fuentes de

alimento. Los cronistas españoles indican que las aves y monos del bosque tropical eran los favoritos de la corte inca. Aunque la evidencia arqueológica de Machu Picchu no brinda mucha información al respecto, ofrece un testamento elocuente de la relación especial entre la población enterrada en el sitio y sus perros: seis fueron recuperados juntos con los entierros en Machu Picchu, resultando evidente que estas criaturas sirvieron como compañeros de los muertos y no como alimentos para los difuntos y sus deudos. Miller (2003) analizó los contextos en donde se encontraron restos de perros y, en todas las instancias donde fue posible determinar el sexo del difunto, la tumba era siempre la de una mujer adulta (Salazar 2001a). Esta conclusión, que se basa en los resultados de las excavaciones y en el análisis faunístico y de osteología humana, ilustra el grado en que nuestra comprensión de Machu Picchu puede ser enriquecido por la arqueología y el análisis de laboratorio.

El carácter multiétnico de Machu Picchu

Las caracterizaciones tradicionales de Machu Picchu han tendido a centrarse en la élite inca para la que el sitio fue construido y mantenido. Las crónicas españolas y la evidencia arqueológica son claras respecto a que los gobernantes incas recurrieron a su pequeño grupo étnico para el liderazgo imperial. En concordancia con esto, la peculiar arquitectura de Machu Picchu encarna la cultura y valores sociales del dominante grupo étnico inca del valle de Cuzco. Sin embargo, los documentos históricos clarifican que los yanacunas de las panacas reales provenían de una amplia gama de grupos étnicos que fueron incorporados al Tahuantinsuyu a través de conquistas o medios pacíficos. Debido a que la gran mayoría de los habitantes de la hacienda real de Pachacuti en Machu Picchu fueron probablemente yanacunas sirviendo como

personal de apoyo y artesanos, se esperaría que la población del sitio fuese una mezcla multiétnica que reflejase la compleja composición del imperio, particularmente aquellas zonas incluidas mediante las actividades militares y políticas de Pachacuti. Sobre la base del análisis de los bienes funerarios, Lucy Salazar (1997a, 1997b) ha argumentado que la mayoría de las personas enterradas en el sitio provenían de áreas fuera de Cuzco. Esta conclusión, derivada de un análisis estilístico de la cerámica que acompañaba a los muertos, ha recibido apoyo por parte de las investigaciones morfológicas y químicas en las colecciones osteológicas humanas.

Una de las formas más comunes para expresar identidad en los Andes prehispánicos era a través de la deformación craneana. Esto se logró atando a los bebés en cunas o mediante otros dispositivos mientras el cráneo era todavía relativamente moldeable. El resultado habría sido visualmente llamativo, pero sin un impacto en la capacidad mental del individuo. Dichas prácticas tienen una larga historia en los Andes y se remontan tres milenios antes del período Inca (Burger 1992). Debido a que la deformación craneana fue una actividad culturalmente determinante en las prácticas de crianza de los niños, no es sorprendente que algunos tipos específicos de deformación craneana en determinadas regiones hayan sido más comunes que otros y que una población homogénea tendiese a favorecer un solo tipo de modificación craneana. En su monografía de 1916, Eaton identificó la presencia de diferentes formas de modificación craneana en Machu Picchu y la atribuyó a una población étnica mixta presente en los enterramientos.

Mediante procedimientos más científicos, John Verano (2003) reexaminó la presencia de múltiples tipos de deformación craneana en Machu Picchu y, aunque la mayoría de los cráneos suficientemente

intactos para el análisis no habían sido deformados (55%), definió varios tipos de deformación craneana (figura 7). El tipo de deformación encontrado más común (23%) fue la anular o circunferencial, que resulta de envolver la cabeza de los infantes con bandas de tela. Este tipo de deformación se dio con mayor frecuencia en la sierra que en la costa y fue particularmente popular en el área de Altiplano del lago Titicaca. El segundo tipo de deformación, conocido como aplanamiento occipital, se presentó en 22% de las muestras; está relacionado con el uso de cunas y se asoció con grupos étnicos de la costa central y norte del Perú. Otro análisis de Verano se centró en la estadística de porciones del rostro de los cráneos y reveló que aproximadamente la mitad de los de Machu Picchu se podrían clasificar como costeños. Muchos de estos son similares a los de las muestras del valle de Jequetepeque en la costa norte del Perú, pero otros son más similares a las de la costa central del país. En función a estas dos líneas independientes de evidencia, Verano concluyó que la población enterrada en Machu Picchu era étnicamente heterogénea.

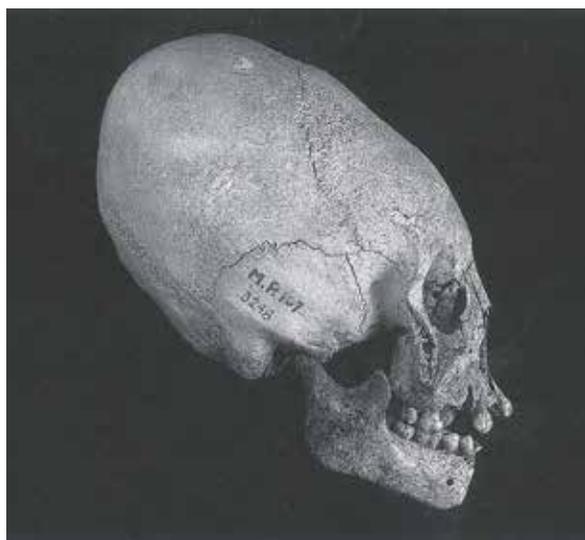


Figura 7. Cráneo de Machu Picchu: muestra deformación anular, que se asocia a las tierras altas, especialmente al Altiplano (fotografía: John Verano).

A partir del análisis de la composición química de los huesos, se proporciona una tercera línea de evidencia sobre la diversidad de la población enterrada en Machu Picchu (Burger *et al.* 2003). Como ya se señaló, la composición isotópica del colágeno en huesos humanos refleja directamente la dieta y los estudios arqueológicos han demostrado que los individuos de pequeñas aldeas muestran poca variabilidad en su química ósea debido a su alimentación tradicional. En función a que la composición isotópica de los huesos refleja la dieta promedio de las personas durante muchos años, se deduce que si los individuos enterrados en Machu Picchu habrían sido traídos desde diferentes pisos ecológicos, regiones geográficas y tradiciones culturales debería haber un grado significativo de variabilidad isotópica, mientras que si pertenecían a un solo origen (por ejemplo, incas de Cuzco), habría relativamente poca variabilidad. Los dos isótopos (C^{13} y N^{15}) analizados para 59 individuos sugieren una población muy diversa. Los resultados del $\delta^{13}C$ oscilan entre 18.8/1000 y -9.61/1000, mientras que los resultados $\delta^{15}N$ van de 6.05/1000 a 12.79/1000. Cuando el $\delta^{13}C$ se traza contra el $\delta^{15}N$, los valores no se presentan firmemente agrupados, como es de esperar para un grupo cultural homogéneo, lo que sugiere una heterogeneidad dietética. Esta variabilidad refleja probablemente diferencias en la dependencia del maíz como alimento básico y en el consumo de productos marinos por aquellos individuos que provenían de la costa.

En resumen, a juzgar por nuevos análisis osteológicos y químicos, la población en Machu Picchu era diversa. Al menos en este sentido, Machu Picchu tenía más en común con centros urbanos heterogéneos que con los pequeños pueblos homogéneos de las tierras altas peruanas que han sido estudiados por los antropólogos. Esta conclusión refuerza la importancia de considerar a Machu Picchu dentro

de un contexto más amplio del Tahuantinsuyu. Aunque algunas características de Machu Picchu pueden ser entendidas en términos de ecología local y de recursos minerales, entre otras, que atrajeron a los incas hacia la parte inferior del Urubamba, la mayoría de las características del sitio se relacionan con un marco de referencia significativamente mayor.

Así como los sirvientes, orfebres, constructores y otros fueron traídos de lo largo y ancho del Tahuantinsuyu, también lo fueron los objetos empleados en el sitio. Como se discute en la siguiente sección, láminas de estaño puro probablemente procedentes de la sierra del sur de Bolivia fueron importadas a Machu Picchu para la fabricación de objetos de bronce estañífero. Del mismo modo, una porción significativa de la cerámica, particularmente la que se recuperó en las tumbas, también parece provenir de provincias distantes (Salazar 2001b). En el último caso, un estudio preliminar mediante activación instrumental de neutrones fue llevado a cabo en el Reactor de Investigación de la Universidad de Missouri con la finalidad de determinar la diferencia entre la cerámica producida localmente y la importada, en función a la composición química de sus minerales arcillosos. Este estudio, aunque sugerente, aún no ha arrojado resultados concluyentes debido a la variabilidad química de las arcillas y de los numerosos depósitos de arcilla que fueron explotados durante el período prehispánico.

Sin embargo, se ha logrado resultados indiscutibles en el estudio de los artefactos de obsidiana que Bingham recuperó en el centro de Machu Picchu. En total, siete herramientas de corte hechas de obsidiana se encontraron durante la expedición de 1912, pero la falta de depósitos volcánicos alrededor del sitio dejó como un misterio el origen de la materia prima para estas herramientas. Afortunadamente, los depósitos de obsidiana son extremadamente raros

en los Andes Centrales y la investigación reciente en el laboratorio sugiere que menos de diez de ellos fueron explotados intensivamente en tiempos prehispánicos (Burger y Asaro 1979; Burger, Mohr Chávez y Chávez 2000). Mediante trabajos de campo, se ha localizado con éxito la mayoría de estos depósitos y las fuentes de las tres áreas más importantes han sido documentadas (figura 8).

En 2002, las siete herramientas de obsidiana de Machu Picchu fueron analizadas en el Reactor de Investigación de la Universidad de Missouri en colaboración con Mike Glascock, especialista en la aplicación de la geoquímica a la arqueología. Se empleó un procedimiento no destructivo mediante

fluorescencia de rayos x con la finalidad de definir la composición del elemento traza de los artefactos, encontrándose en todos elementos visualmente similares. Como se esperaba, la mayoría de estos (71%) mostraron estar hechos de obsidiana de la fuente de Alca ubicada en el valle de Cotahuasi del centro del departamento de Arequipa. Este masivo depósito, que abarca más de 49 km², se encuentra en el cañón más profundo del mundo, aproximadamente a 3000 msnm (Burger *et al.* 1998a; Justin Jennings, comunicación personal, 2002). Se ubica a 225 km al suroeste de Cuzco y, si la obtención del material hubiese sido directa, habría tomado aproximadamente dos semanas para que el material fuese transportado desde

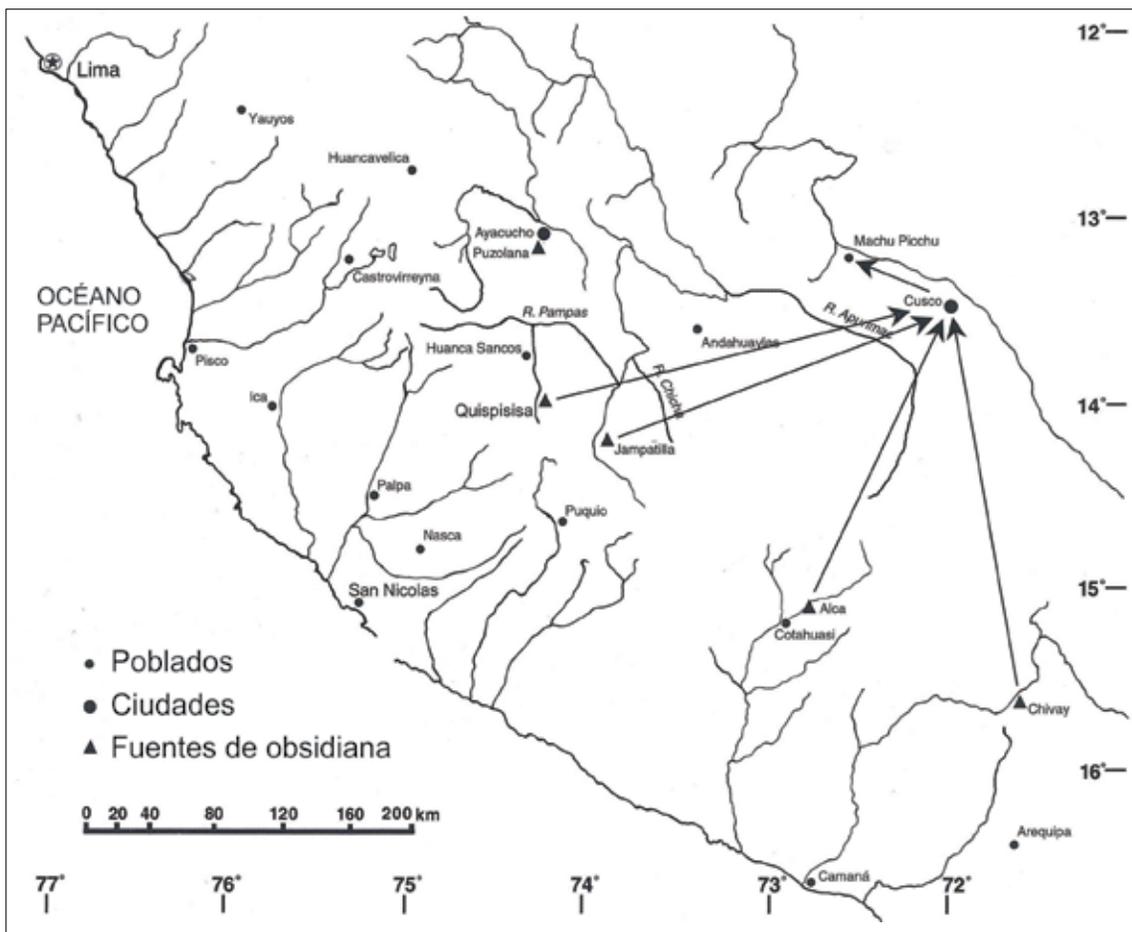


Figura 8. Ubicación de las fuentes de obsidiana usadas en Machu Picchu (dibujo de Rosemary Volpe y Kim Zolvik).

el terreno accidentado de la fuente geológica hasta Machu Picchu. Es más probable que las herramientas de obsidiana hayan sido simplemente llevadas al palacio real por los residentes y visitantes como parte de sus efectos personales. Significativamente, la mayor parte de residentes en el valle de Cuzco dependía de la obsidiana de la fuente Alca.

Resulta interesante notar que dos de las herramientas no proceden de la fuente de Alca: una parece provenir de la fuente de Quispisisa y la otra de la fuente de Jampatilla. Ambas se encuentran a más de 250 km al oeste de Machu Picchu, en un área del actual departamento de Ayacucho. En la mayor parte de la prehistoria, la obsidiana de estas fuentes no fue empleada por los residentes de la región de Cuzco. La de Quispisisa fue la más importante para los habitantes de lo que ahora es el centro y el norte del Perú (Burger y Glascock 2000), mientras que la fuente de Jampatilla fue principalmente de importancia local para lo que ahora es el sur de Ayacucho y Apurímac (Burger *et al.*, 1998c). En una síntesis completa respecto a la obtención de obsidiana en Cuzco, la presencia anómala de obsidiana de Quispisisa y el único ejemplo previamente documentado de obsidiana procedente de Jampatilla permitieron demostrar que se encontraban relacionados con la expansión del Imperio huari (Burger *et al.* 2000: 324-343). Esto fue probablemente el resultado de un mayor movimiento de personas de áreas más occidentales hacia Cuzco debido a razones imperiales tanto administrativas como económicas. Una explicación similar puede ser ofrecida para explicar la presencia de obsidiana de Quispisisa y Jampatilla en Machu Picchu, aunque, en este caso, se aplicaría al Imperio inca en lugar de a la expansión imperial huari siete siglos antes. Los resultados respecto al abastecimiento de obsidiana sugieren que visitantes de otras partes del imperio, particularmente de la sierra central de Perú, estuvieron presentes en

Machu Picchu. Una hipótesis alternativa –que la obsidiana de todas las fuentes se estaba concentrando, a través de impuestos imperiales, y era redistribuida a las propiedades del Estado inca o a sus líderes– parece menos probable dada la ausencia de documentos o evidencias arqueológicas de que el Estado inca estaba directamente involucrado con la producción o distribución de vidrio volcánico.

Actividad artesanal e innovación tecnológica en Machu Picchu

Durante la estación seca, la vida diaria en Machu Picchu estaba probablemente enfocada en la familia real y sus necesidades. La arquitectura pública que domina el sitio arqueológico continúa proporcionando evidencia de los aspectos públicos y privados respecto a las actividades necesarias para el mantenimiento y entretenimiento de estos individuos; mientras que los yanacunas de Machu Picchu, que conformaban la mayoría de los habitantes del sitio, servían principalmente de apoyo para la población de élite, pero también se involucraban en otras actividades productivas. Estas tareas rutinarias se reflejan en los artefactos recuperados en Machu Picchu, pero Bingham les prestó relativamente poca atención. Se podría especular que tales actividades productivas pueden haber sido más intensas durante los meses en que el palacio de campo no era visitado por la familia real. Entre estas actividades secundarias, se tiene la producción textil, como se certificó en base a la presencia de ruecas para hilar y herramientas de hueso para tejer (conocidas como *wichuña* en quechua) y a la producción lítica, de acuerdo con la presencia de pequeños objetos de esquisto en proceso de talla.

La metalurgia parece haber sido especialmente importante en Machu Picchu. El sitio está bien situado para esta actividad debido a la presencia de abundante cantidad de combustible, y su configuración expuesta

habría favorecido el empleo de hornos de tiro y otras técnicas de aprovechamiento del viento. Algunas de las mejores evidencias de actividades metalúrgicas en Machu Picchu provienen de los análisis de laboratorio hechos a las colecciones recuperadas por la Expedición Peruana de Yale de 1912. De los aproximadamente 170 artefactos de metal recuperados durante las excavaciones de Machu Picchu, 15 han sido identificados como existencias de metal puro, trabajos en curso y materiales de desecho producto de las labores metalúrgicas. El estudio detallado de estas piezas por parte de Robert Gordon –catedrático de Yale especializado en la historia de la metalurgia– y de su estudiante John Rutledge ha arrojado nuevas luces sobre los tipos de actividades metalúrgicas que se realizaron en la propiedad real de Pachacuti. La mayoría estaban relacionadas con la fabricación de objetos de bronce estañífero, una aleación de cobre ligada al Estado inca.

El estaño es un metal raro en los Andes Centrales y su fuente más cercana son los depósitos de casiterita en la parte norte de las tierras altas bolivianas, cientos de kilómetros al sur de Machu Picchu. Aunque se estaba produciendo bronce estañífero al sur del lago Titicaca durante el final del Horizonte Medio (aproximadamente en 900 d. C.), no fue hasta la expansión del Tahuantinsuyu hacia el sur durante el siglo XV d. C. que el estaño estuvo disponible para los orfebres peruanos y que el bronce estañífero apareció finalmente en la región de Cuzco (Lechtman 1997). Este metal fue diseminado, debido a la expansión inca, a través de los Andes Centrales y reemplazó o complementó las aleaciones de bronce arsenical que se habían producido en períodos anteriores. Es probable que el Estado inca controlase la producción de estaño y que, por extensión, dominase la de artefactos de bronce estañífero. Por lo tanto, los objetos manufacturados con este tipo de aleación no eran solamente

productos duros y duraderos, sino que también su composición simbolizaba el poder de los gobernantes incas. Este lazo entre los objetos de bronce estañífero y el Estado inca también se reflejaba en sus caracteres distintivos, ya que se representaba una variedad limitada de formas que se han hallado a lo largo del Tahuantinsuyu (Owen 1986).

El proceso de producción de bronce estañífero en Machu Picchu puede reconstruirse parcialmente sobre la base de los subproductos metalúrgicos estudiados por Rutledge y Gordon (1987). A juzgar por los fragmentos de láminas de estaño puro y de cobre casi puro, los metales componentes para la aleación del bronce fueron llevados a Machu Picchu en forma casi pura después del procesamiento inicial en zonas cercanas a los depósitos geológicos. Debido a que no hay objetos incaicos manufacturados con estaño puro, es razonable suponer que este metal en forma de láminas irregulares halladas en Machu Picchu estuvo destinado para ser mezclado con cobre. Un examen minucioso de dichas láminas reveló evidencia de que el estaño fue cortado con cinceles de metal. En Machu Picchu, los objetos de bronce tienen un contenido de estaño de aproximadamente 6.7%, una mezcla que rara vez varía más de un pequeño porcentaje. Varios ejemplos de “derrames” de estaño y bronce estañífero confirman la suposición de que el bronce estaba siendo fabricado en Machu Picchu. Un fragmento de metal recuperado en el sitio fue el resultado de verter estaño fundido sobre paja u otra superficie orgánica, mientras que otros dos fueron el producto de una mezcla de bronce estañífero derramado o vertido sobre una superficie lítica. Tal vez estos derrames eran residuos que excedían las necesidades inmediatas o el volumen del crisol empleado. Una etapa posterior de la producción de bronce es evidenciada por fragmentos en proceso de trabajo. Varias barras de bronce estañífero fundido fueron

forjadas mediante recocido y martillado, pero nunca se transformaron en una herramienta o adorno acabado. Otro trabajo particularmente notable y en proceso es una pinza parcialmente completa a cuya hoja no se le había dado forma. Un análisis de su composición evidenció un inusualmente alto porcentaje de estaño (9.7%) y Gordon sugiere que esta elevada cantidad podría haber sido intencional con el fin de garantizar la dureza de las cuchillas y mantener la acción de resorte del instrumento. En resumen, puede haber pocas dudas de que el bronce estañífero en Machu Picchu estaba siendo fundido y almacenado para ser transformado en herramientas y objetos decorativos (Rutledge y Gordon 1987: 593).

Otros artefactos encontrados en Machu Picchu durante los trabajos de 1912 revelan que también se produjeron aleaciones de plata y cobre. Si bien estos objetos tenían un contenido de plata de aproximadamente 14%, el proceso de enriquecimiento de la superficie permitió una coloración plateada uniforme, como el caso del anillo martillado de “plata” excavado en Machu Picchu. Heather Lechtman (1997) ha argumentado que la metalurgia inca consistía básicamente de tres componentes: cobre, plata y oro. De acuerdo con los recientes estudios de Gordon, al menos dos de estos metales se estaban fabricando en Machu Picchu.

El análisis de Gordon de los artefactos de metal de Machu Picchu sugirió que las labores metalúrgicas en el sitio no estaban limitadas a un nivel básico. Su estudio ha proporcionado nuevas evidencias respecto al carácter innovador de la tecnología metalúrgica inca, además de algunas de sus limitaciones. La inca, como muchas culturas prehispánicas en las Américas, con frecuencia es considerada como tecnológicamente conservadora. Por supuesto, la rápida expansión del bronce estañífero a lo largo de Tahuantinsuyu desafiaba tal caracterización.

Además, un ejemplo de innovación metalúrgica —o tal vez más propiamente de experimentación— surgió del análisis de un cuchillo ritual de bronce (*tumi*) con forma de cabeza de llama que Bingham recuperó en el entierro de la cueva 54 en Machu Picchu (Gordon y Rutledge 1984) (figura 9). En su análisis inicial, Mathewson (1915) concluyó que el mango del *tumi*, muy elaborado y de un color particular, había sido fundido en el vástago de la cuchilla mediante una aleación de bronce con un alto contenido de estaño. El estudio más reciente de Gordon ha revelado que, además de estaño (9%), el orfebre había agregado una cantidad de bismuto (18%) a la mezcla. Este resulta el primer uso conocido por los incas del bismuto como elemento en la aleación de bronce. Después de

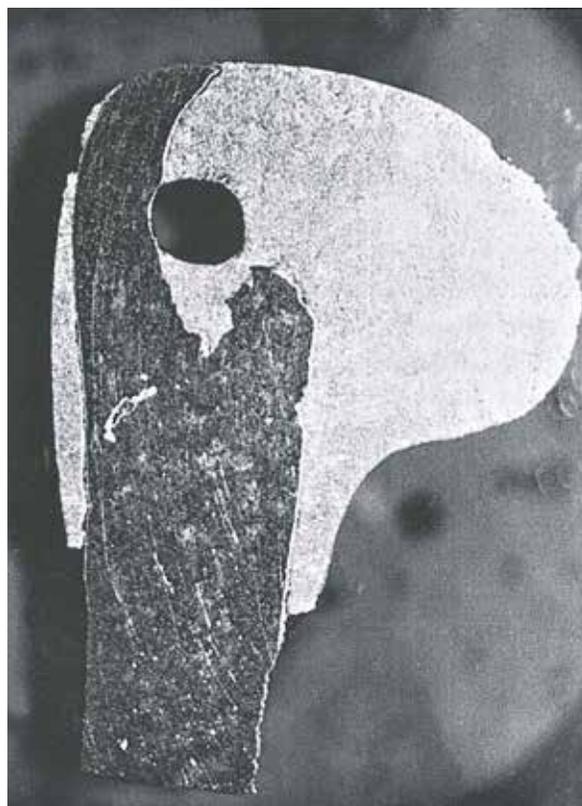


Figura 9. El análisis de este cuchillo ritual (*tumi*) en forma de cabeza de llama de Machu Picchu mostró evidencia de que la aleación de bronce tenía bismuto en el asa modelada, quizá como un experimento metalúrgico para una prueba de tecnología (fotografía: Robert Gordon).

considerar las alternativas, Gordon concluyó que su inclusión fue intencional. Las ventajas de un bronce estañífero rico en bismuto son tanto permitir una fundición que se adhiera más efectivamente al vástago como producir un color más blanco del bronce. Aunque esta adición fue un éxito en el caso del *tumi* con mango de cabeza de llama, la técnica parece no haber sido empleada en otros objetos hallados en el sitio y es posible que nunca haya sido aplicada fuera de Machu Picchu.

Otro tipo de innovación sugerida por los estudios técnicos alude al empleo de metal para la fabricación de herramientas en Machu Picchu. Como Lechtman (1980) ha observado, los metales en los Andes Centrales generalmente eran empleados para fines ideológicos y no para fines mecánicos. De acuerdo con esto, es ampliamente aceptado que los considerables logros ingenieriles de los constructores incas se dieron mediante el uso de herramientas líticas, a pesar de su conocimiento del bronce estañífero y arsenical. Esto se dio con certeza y casi sin duda en Machu Picchu, a juzgar por los abundantes elementos líticos con evidencia de talla hallados en muchas partes del sitio (Bingham 1930). Sin embargo, la presencia de grandes palancas de bronce sugiere que estas herramientas pueden haber estado reemplazando a las palancas de madera durante los últimos tiempos incas. Gordon (1985) examinó las marcas de superficie y los daños microestructurales en las palancas de bronce y otras herramientas de Machu Picchu, concluyendo que se había utilizado algunas de ellas en la producción de elementos líticos. En su opinión, los tipos de estrés y de daño post-producción observables en estos artefactos son el resultado de trabajar materiales duros como guijarros con los implementos de metal. Este hallazgo sugiere que los incas pudieron haber estado en el proceso de distanciarse de una tecnología

de construcción neolítica al momento de la Conquista española, y que su tecnología estaba lejos de ser estática.

Asimismo, Gordon observó que muchas de estas herramientas metálicas identificadas recientemente mostraron fracturas quebradizas y otros defectos resultantes de inclusiones de sulfuro y de la excesiva porosidad. Las limitaciones técnicas de estas herramientas contrastan con la notable sofisticación que caracteriza a otros productos de la metalurgia inca. Si la fabricación de herramientas de metal para mampostería y otras actividades de construcción fue una innovación tardía, es posible que los orfebres incas todavía careciesen de la experiencia necesaria para afinar las técnicas metalúrgicas anteriores, que eran apropiadas para la producción de joyería u objetos rituales, pero no para fabricar herramientas de alta resistencia a ser empleadas en actividades de construcción. Es probable que con el tiempo los incas hubiesen modificado sus aleaciones y procesos de fundición para producir metales adecuados para trabajar piezas líticas y otros materiales duros.

La ciencia inca y la construcción de Machu Picchu

La notable belleza de Machu Picchu y el misterio sobre el motivo de su creación y de su abandono han eclipsado la investigación de las preguntas básicas sobre su construcción y el conocimiento tecnológico que respalda su exitosa materialización y mantenimiento. Tales asuntos fueron considerados por la Expedición Peruana de Yale de 1912, pero solo recientemente los académicos comenzaron a centrarse en cuestiones tales como la naturaleza del sistema hidráulico de Machu Picchu, el carácter de las terrazas a lo largo de las laderas y la forma en que el terreno fue modificado para permitir la construcción del complejo del palacio real. Sobre la base del conocimiento contemporáneo de ingeniería, Alfredo Valencia Zegarra y Kenneth Wright fueron

pioneros en realizar estudios técnicos de ingeniería inca en Machu Picchu (Wright y Valencia Zegarra 2000). Sus hallazgos son tan interesantes que, en esta visión general de los avances científicos para el entendimiento de Machu Picchu, se justifica una breve reseña de algunas de sus conclusiones.

La imagen que surge de un estudio del sistema hidráulico de Machu Picchu es particularmente convincente. Los estudios geológicos indican que las dos fallas principales, conocidas como Machu Picchu y Huayna Picchu, transectan el sitio: el área llana sobre la cual se construyeron las principales edificaciones incas es en realidad un bloque o graben entre las fallas. Estas fallas y las fracturas en la roca asociadas aumentan la capacidad de infiltración de agua producto de las precipitaciones pluviales; agua almacenada que surge en un manantial ubicado en la empinada ladera norte de Machu Picchu (Wright, Witt y Valencia Zegarra 1997b).

En tiempos de los incas, el agua de este manantial perenne era llevada 749 m al complejo del palacio real de Pachacuti a través de un canal de piedra. Esta agua es notablemente pura y su flujo varía estacionalmente entre 6 y 33 galones por minuto. El manantial se encuentra a solo 18 m sobre el asentamiento central, por lo que la adecuación de un canal de gravedad con la gradiente apropiada para transportar el agua requirió de una considerable habilidad y conocimiento. El recorrido y la pendiente del canal debieron definirse antes del diseño de Machu Picchu con la finalidad de asegurar la disponibilidad de agua para la élite, sus sirvientes y para evitar cualquier problema entre la ruta del canal y la elaborada arquitectura del sitio. A lo largo de la mayor parte del recorrido, la pendiente del canal inca varía entre 2,5% y 4,8%, pero en las terrazas adyacentes a la zona urbana se reduce a solamente 1%. Para sostener el canal y mantener la gradiente apropiada, una terraza de 1,8 a 5,5 m de altura fue construida. Los

elementos líticos y el revestimiento del canal habrían minimizado las infiltraciones y reducido las necesidades de mantenimiento (figura 10).

Una vez dentro del complejo del palacio, el canal alimentó una serie de dieciséis fuentes, cada una de las cuales estaba equipada con un vertedero afilado. Los vertederos generan un chorro de agua que cae en cada una de las pozas líticas. Esta tecnología habría sido ideal para recolectar agua en jarras de cerámica. El agua transportada por el sistema de canales de Machu Picchu habría sido adecuada para cumplir con las necesidades hidráulicas básicas de los residentes del sitio, incluso durante la temporada alta (Wright, Kelly y Valencia Zegarra 1997a; Wright y Valencia Zegarra 2000; Wright *et al.* 1997b). Sin embargo, la construcción de una bifurcación adicional del canal estaba en proceso al momento del abandono del sitio. Las recientes investigaciones de Valencia Zegarra y Wright indican que el canal de Machu Picchu fue construido para satisfacer las necesidades de los habitantes del palacio y no para regar los cultivos en las terrazas.

El sistema del canal y de las terrazas en Machu Picchu refleja importantes y considerables conocimientos de ingeniería; estas últimas fueron diseñadas para practicar una agricultura de secano. La evidencia de las capas de hielo del Quellcaya (Thompson *et al.*, 1986) sugiere que las precipitaciones pluviales durante los primeros años de Machu Picchu (1450-1500 d. C.) pudieron haber promediado los 1828 mm, mientras que durante la historia posterior del sitio (después de 1500 d. C.), la precipitación aumentó a 2082 mm, lo que está ligeramente por encima del nivel actual (Wright y Valencia Zegarra 2000: 50-51). Dichos niveles de precipitación pluvial fueron más que suficientes para el cultivo de maíz y otros productos.

Las excavaciones de las terrazas de Machu Picchu muestran que fueron cuidadosamente

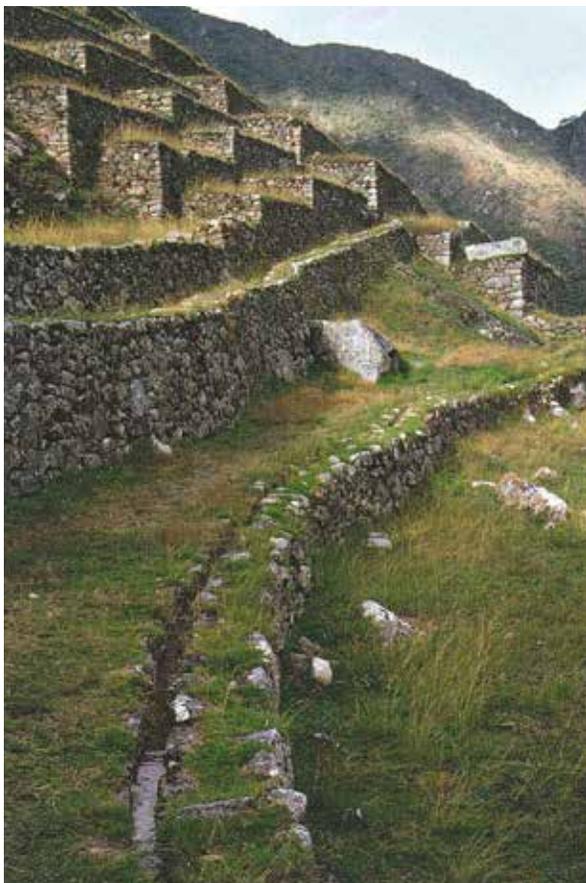


Figura 10. Canal principal conduciendo agua desde la fuente natural hacia el complejo de palacios de Machu Picchu (fotografía: Richard L. Burger).

construidas con capas de diferentes materiales para asegurar un drenaje adecuado y la fertilidad del suelo (Wright, *et al.* 1997a). La construcción de las terrazas por lo general comenzó con una capa utilizando líticos de gran tamaño cubiertos por una capa de grava de textura media. Sobre esta, los constructores colocaron una capa de arena fina mezclada con grava. Finalmente, en la parte superior de la terraza se dispuso una capa gruesa de tierra rica en materia orgánica que probablemente fue traída del piso del valle y colocada a mano detrás de los muros de contención en la parte superior de las terrazas. Básicamente, el sistema de terrazas agrícolas incas que rodea Machu Picchu constituye una serie de superficies planas diseñadas para crear un entorno

artificial y óptimamente adecuado para el cultivo en un ambiente húmedo del bosque nuboso. Los muros de contención sobre los que se apoyan las terrazas se encuentran generalmente inclinados hacia adentro en aproximadamente 5%, lo que refuerza la estabilidad de estas características. El hecho de que hayan sobrevivido más de quinientos años en un clima y terreno agrestes resulta un testimonio del éxito de los principios de ingeniería empleados.

Un último conjunto de ideas de Wright y Valencia Zegarra (2000: 36-46, 59-62) respecto a la construcción de Machu Picchu merece consideración. El actual conocimiento geológico del sitio indica que el graben hallado por los incas en Machu Picchu habría tenido una superficie irregular, bastante diferente de la configuración plana que se observa en la actualidad. Si este fuera el caso, se habría requerido una considerable cantidad de trabajo para transformar el terreno de Machu Picchu de manera que se pueda sostener la elaborada arquitectura del núcleo urbano del sitio. Cuando los arqueólogos del Instituto Nacional de Cultura excavaron una de las plazas en Machu Picchu, hallaron una capa de 90 cm de piedras y desechos de talla. Este relleno no consolidado se estabilizó mediante la construcción de muros que no son visibles en la superficie. En total, las excavaciones profundizaron hasta unos 2,5 m sin llegar a la roca madre. Esta investigación sugiere que hubo una inversión masiva de mano de obra en la remodelación de la superficie del sitio y en la ejecución de la infraestructura de drenaje. Wright estima que estas labores constituyen aproximadamente el 60% del esfuerzo invertido en la construcción de Machu Picchu.

La arqueóloga peruana Elva Torres realizó un descubrimiento inesperado en la excavación de la plaza. Se trata de un brazaletes de oro que habría sido dejado como ofrenda antes de la colocación del grueso relleno de piedra (Wright y Valencia Zegarra 2000: 43)

(figura 11). Este brazalete, el único ejemplo conocido de un objeto de oro en Machu Picchu, se encuentra en exhibición en el museo de sitio del monumento. Sin embargo, más importante que el objeto de oro resulta la nueva evidencia respecto a la masiva e integral modificación del graben de Machu Picchu, ya que nos ayuda a entender por qué el sitio se ha mantenido intacto por tanto tiempo, resistiendo muchas estaciones de fuertes lluvias, terremotos y otras fuerzas que podrían haberlo llevado al colapso y la destrucción. Los constructores incas crearon las bases que permitieron obtener una superficie nivelada y bien drenada, la cual ha soportado con éxito la arquitectura granítica y, más recientemente, el flujo turístico.

Conocimiento científico sobre la vida ritual en Machu Picchu

Como se definió en las secciones anteriores, la ciencia moderna ha permitido un mayor entendimiento de la vida diaria de Machu Picchu y sus residentes. Y nos ha abierto una ventana, igualmente importante, al campo de la cosmología y los rituales religiosos



Figura 11. Brazalete de oro descubierto en Machu Picchu en 1995 por la arqueóloga Elba Torres; estaba enterrado a profundidad dentro del relleno de la construcción de la plaza de Machu Picchu (fotografía: Kenneth R. Wright).

que fueron esenciales para la vida en Machu Picchu. En esta parte nos enfocamos en tres ejemplos de avances recientes al respecto.

Durante las excavaciones de Bingham en 1912, se encontró un grupo de más de treinta guijarros de obsidiana cerca de la entrada principal a Machu Picchu. El origen y significado de estos pequeños objetos subangulares era desconcertante debido a la ausencia de una reciente actividad volcánica en el área y a la singularidad del hallazgo. En un esfuerzo para dar sentido a la presencia de estos guijarros, Bingham (1930: 200) menciona la sugerencia de un colega de la Escuela Científica de Sheffield: que su fuente podría ser extraterrestre, posiblemente el resultado de una lluvia de meteoritos. Por suerte, como ya se señaló, se ha avanzado mucho en las últimas tres décadas respecto a la caracterización química de la obsidiana mediante técnicas como la activación instrumental de neutrones y la fluorescencia de rayos x. Estos procedimientos pueden ser empleados para caracterizar con precisión la composición de elementos traza de artefactos de obsidiana como los guijarros de Machu Picchu, información que, a su vez, puede ser empleada para vincular los artefactos con la composición única de la fuente de obsidiana de donde se obtuvieron.

La investigación sobre los guijarros de obsidiana de Machu Picchu se inició en el Laboratorio Lawrence de Berkeley y continuó recientemente en el Reactor de Investigación de la Universidad de Missouri. Hasta la fecha, cuatro de los guijarros del grupo hallado en la entrada principal han sido analizados mediante fluorescencia de rayos x, y en todos los casos se ha demostrado que provienen de la fuente de Chivay, en el valle del Colca de Arequipa (Burger *et al.* 2000: 347)³. Este resultado es sorprendente porque la fuente de obsidiana Alca está más cerca y resulta

³ También datos no publicados de Glascock y Burger.

más conveniente para las poblaciones de Cuzco y, por extensión, para los residentes de Machu Picchu. Como ya se mencionó, la obsidiana empleada en la fabricación de herramientas en Machu Picchu no procede de la fuente de Chivay.

¿Por qué se habrían transportado hasta Machu Picchu docenas de guijarros de obsidiana desde una fuente a gran altitud cerca de la moderna ciudad de Chivay a unos 400 km de distancia? Para responder a esta interrogante, es importante recordar que los guijarros de obsidiana de Machu Picchu no están modificados y no muestran evidencia de haber sido empleados como herramientas. De hecho, al medir menos de 2.5 cm de diámetro, resultan demasiado pequeños para servir como materia prima para fabricarlas. Su ubicación cerca del ingreso principal al sitio y el hecho de haber estado agrupados indican que eran un depósito ritual u ofrenda. Tales ofrendas ceremoniales de materiales preciosos o con una carga simbólica colocadas en lugares especiales eran comunes en tiempos de los incas y continúan siéndolo para las comunidades tradicionales de la sierra.

Pero, ¿por qué se seleccionaron pequeños guijarros de obsidiana? y ¿por qué fue el vidrio volcánico de Chivay la fuente seleccionada para la ofrenda? Se requería de un análisis más profundo de los guijarros y de su fuente para comenzar a dar solución a este problema. Jay Ague, geólogo de Yale especializado en petrología, examinó los guijarros y concluyó que, a juzgar por sus facetas redondeadas, estas pequeñas piezas de obsidiana habían tomado esa forma debido a la erosión por acción del agua. Dada la geología local, los guijarros de obsidiana probablemente fueron recogidos en las orillas del río Colca a aproximadamente 3800 msnm y cerca de las faldas del depósito volcánico en el que las fuentes de obsidiana primaria están ubicadas a más de 4780 msnm. Debido a que el vidrio volcánico es frágil, este se pulveriza rápidamente por

la intensa acción del río y, por ende, la obsidiana en el lecho del río solo se halla inmediatamente adyacente a la fuente de Chivay (Burger *et al.*, 1998b). Considerando que gracias a solo una corta caminata desde el río (menos de una hora) habría sido posible obtener nódulos grandes de obsidiana de más de 30 cm en un lado, es razonable concluir que la selección de los pequeños guijarros de obsidiana desgastados por el agua fue intencional. Dado este trasfondo, parece –en el mejor de los casos– que la explicación simple de que el grupo de guijarros de obsidiana fue dejado por visitantes del cañón del Colca o de algún área cercana que viajaron a Machu Picchu y colocaron una ofrenda de artículos preciosos de su región cuando entraron en el complejo del palacio real (Burger *et al.* 2000: 347) es una respuesta parcial a la interrogante planteada (figura 12).

Es probable que haya un conjunto de significados simbólicos detrás del alijo de obsidiana –significados relacionados con el carácter especial de los guijarros y con el área de Chivay en sí misma–. El cañón del Colca en general, y específicamente el área de Chivay, es una de las zonas volcánicas más activas en los Andes Centrales. En los últimos tiempos, la ceniza y el humo del Sabancaya, un volcán cerca de Chivay, han aumentado. Los incas, como muchos de sus ancestros de las tierras altas, adoraban a las altas montañas y las consideraban como fuentes de fuerzas sobrenaturales (*apu*) y, en consecuencia, realizaban ofrendas en o cerca de cimas importantes, incluyendo aquellas próximas a Chivay. En una creencia relacionada, los incas consideraron a las cimas de las montañas como fuentes de agua y fertilidad (Reinhard 1985). Por lo tanto, es posible que los guijarros de obsidiana que fueron llevados a Machu Picchu expresasen sus multivalentes fuerzas simbólicas respecto a sus asociaciones naturales en el valle del Colca con las altas cumbres, al poder del inframundo tal como se manifiesta en los



Figura 12. Formaciones volcánicas en Chivay y el valle del Colca a lo largo de las pendientes occidentales de los Andes de Arequipa. Piedras de río tomadas del pie de este depósito fueron depositadas como ofrenda cerca de la entrada principal de Machu Picchu (fotografía: Richard L. Burger).

volcanes activos y al torrente de agua del poderoso río que dio forma a este grupo de guijarros traslúcidos.

Un segundo ejemplo de la manera en que los análisis científicos pueden proporcionar conocimientos inesperados acerca del comportamiento ceremonial es instructivo porque ilustra cómo estos resultados de laboratorio pueden llamar la atención hacia pasajes ignorados de las obras de los cronistas españoles, como Bernabé Cobo, para dar sentido a la información recién disponible. Como se mencionó anteriormente, el análisis faunístico del zooarqueólogo George Miller reveló que los animales más comunes en las ofrendas de las tumbas de Machu Picchu eran alpacas ancianas, casi siempre de más de cuatro años de edad. Este extraño hallazgo llevó a Miller (2003) a volver a revisar los registros históricos, donde encontró referencias a las manadas incas compuestas exclusivamente por camélidos ancianos (Cobo 1964). Estos animales eran conocidos como *aporuco*. Miller también descu-

bró que estos animales especiales, generalmente machos, fueron requeridos como ofrendas en determinadas ceremonias. No sabemos si los enlaces simbólicos de los *aporuco* con la crianza, masculinidad, madurez o alguna combinación de estas y otras cualidades los convertía en ofrendas deseables en las ceremonias en torno a las tumbas en Machu Picchu, pero su inclusión puede haber sido resultado de una creencia religiosa inca en lugar de deberse a simples consideraciones socioeconómicas.

El tercer y último ejemplo de la forma en que la ciencia moderna ha brindado nuevas perspectivas respecto al comportamiento ritual desvía la atención del laboratorio hacia las nuevas investigaciones de campo que se han dado desde la época de Bingham. Se sabe desde hace tiempo que el papel de la observación de los cielos fue central en los ciclos ceremoniales y en los sistemas de creencias de los incas y de otras culturas del mundo prehispánico. Varias de las características ar-

quitectónicas, como las del Intihuatana (“lugar donde se ata el sol”) y del Torreón (Templo del Sol), fueron interpretadas por Bingham y otros como vinculadas a la adoración y observación del sol. Ha habido, sin embargo, poco consenso en lo que exactamente estaba siendo observado por los incas y en las técnicas que se estaban empleando para lograr estos fines. En muchos estudios tempranos de arqueoastronomía se hicieron afirmaciones de gran envergadura empleando las nociones occidentales del cielo y cómo debería ser estudiado. Estas hipótesis, frecuentemente no probadas o imposibles de probar, llevaron a que numerosos estudiosos se tornasen escépticos respecto a las interpretaciones astronómicas. Por suerte, investigaciones recientes por parte de etnógrafos, arqueólogos y astrónomos han permitido una comprensión mucho más clara y rigurosa respecto a los patrones astronómicos que estaban siendo observados y a cómo los incas realizaban observaciones (Aveni 1981; Bauer y Dearborn 1995).

Desde la perspectiva de la práctica arqueológica, la introducción de potentes herramientas informáticas y dispositivos topográficos sofisticados ha permitido evaluar la importancia de la orientación de los edificios y otras características que se cree que estarían involucradas en las actividades astronómicas de los incas. Como parte de esta renovación intelectual en arqueoastronomía, en Machu Picchu se realizó un trabajo de campo entre el astrónomo Raymond White, el astrofísico David Dearborn y la arqueóloga Katharina Schreiber. Sus investigaciones durante la década de 1980 demostraron que los incas hicieron observaciones de los solsticios de junio y diciembre, entre otros fenómenos celestes en Machu Picchu (Dearborn y Schreiber 1986: 17). Para este trabajo, se requirió de un alto grado de concordancia entre las orientaciones observadas desde los puntos de observación y la posición donde las simulaciones

por computadora determinaron que el fenómeno en cuestión debería haber ocurrido.

De acuerdo con las crónicas españolas, los solsticios de junio y diciembre fueron las principales festividades en el calendario religioso de la realeza inca. La celebración de junio, conocida como Inti Raymi, fue una causa de peregrinación a Cuzco y se celebró en todo el imperio. De hecho, este momento sigue siendo ampliamente conmemorado en sitios arqueológicos en el corazón de Cuzco. La celebración de diciembre, conocida como Cápac Raymi, fue de especial importancia para la élite inca y estaba definida por una fiesta que culminaba en el día del solsticio con la iniciación de niños nobles en la edad adulta mediante la perforación de sus orejas, lo que les permitía usar orejeras decorativas, las cuales constituían marcadores visuales de la élite inca y volverse orejones. Los hallazgos en Machu Picchu son significativos no solo porque nos dan una idea más clara de cómo y dónde se hicieron observaciones celestes, temas que son aludidos ambiguamente en los documentos históricos, sino también porque implican la presencia de especialistas astrónomos entre la población de Machu Picchu. Además, la existencia de observatorios tanto para los solsticios de junio como para los de diciembre sugiere que las observaciones y los rituales asociados se estaban llevando a cabo en Machu Picchu durante todo el año, incluida la temporada de lluvias, cuando las visitas de la nobleza habrían sido poco probables.

La aplicación de técnicas científicas para comprender mejor la arqueología de Machu Picchu todavía está en sus inicios. Sin embargo, ya se han producido numerosos e importantes resultados. Cada nuevo hallazgo plantea interrogantes adicionales que sirven para estimular la investigación en el laboratorio y en el campo. Esto, a su vez, obliga a los investigadores a revisar los registros

históricos ambiguos, y a menudo incompletos, empleando una nueva perspectiva, además de permitir que estos materiales sean empleados de una manera más crítica y productiva. La interacción entre estas múltiples líneas de evidencia, junto con la experiencia obtenida por muchas disciplinas, se basa en los trascendentales esfuerzos de la Expedición Peruana de Yale de 1912 y en su innovadora

investigación interdisciplinaria. Si bien gran parte del misterio de Machu Picchu ha sido develado por los recientes avances, queda mucho para ser investigado. El trabajo reportado aquí representa el comienzo de un largo proceso de redescubrimiento científico más que de su final. Dado el rápido ritmo de los avances científicos, solo podemos empezar a imaginar los nuevos logros en los próximos noventa años y su aplicación a la práctica arqueológica.

Referencias Bibliográficas

AVENI, Anthony

1981 "Horizon Astronomy in Incaic Cuzco". En: *Archaeoastronomy in the Americas*. Ed. de R. A. Williamson. Los Altos, Calif.: Ballena Press, pp. 305-318.

BAUER, Brian S. y David S. P. DEARBORN

1995 *Astronomy and Empire in the Ancient Andes*. Austin: University of Texas Press.

BINGHAM, Alfred

1989 *Portrait of an Explorer. Hiram Bingham, Discoverer of Machu Picchu*. Ames: Iowa State University.

BINGHAM, Hiram

1922 *Inca Land: Explorations in the Highlands of Peru*, 2ª ed. Boston: Houghton Mifflin.

1930 *Machu Picchu, a Citadel of the Incas*. New Haven: Yale University Press.

1948 *Lost City of the Incas: The Story of Machu Picchu and its Builders*. Nueva York: Hawthorne Books.

BURGER, Richard L.

1992 *Chavin and the Origins of Andean Civilization*. Londres: Thames and Hudson.

BURGER, Richard L. y Frank ASARO

1979 "Análisis de rasgos significativos en la obsidiana de los Andes Centrales". En: *Revista del Museo Nacional*, N° 43, pp. 281-325.

BURGER, Richard L.; Frank ASARO, Guido SALAS y Fred STROSS

1998a "The Chivay Obsidian Source and the Geological Origin of Titicaca Basin Type Obsidian Artifacts". En: *Andean Past*, N° 5, pp. 208-223.

BURGER, Richard L.; Frank ASARO; Paul TRAWICK y Fred STROSS

1998b "The Alca Obsidian Source. The Origin of Raw Material for Cuzco Type Obsidian Artifacts". En: *Andean Past*, N° 5, pp. 185-202.

BURGER, Richard L. y Michael GLASCOCK

2000 "Locating the Quispisisa Obsidian Source in the Department of Ayacucho, Peru". En: *Latin American Antiquity*, vol. 11, N° 3, pp. 258-269.

BURGER, Richard L.; Julia LEE-THORP y Nicolaas VAN DER MERWE

2003 "Rite and Crop Revisited: An Isotopic Perspective from Machu Picchu and Beyond". En: *The 1912 Yale Peruvians Scientific Expedition Collections from Machu Picchu: Human and Animal Remains*. Ed. de Richard L. Burger y Lucy C. Salazar. Yale University Publications in Anthropology, 85, pp. 119-137.

- BURGER, Richard L.; Karen L. MOHR CHÁVEZ y Sergio J. CHÁVEZ
 2000 “Through the Glass Darkly: Prehispanic Obsidian Procurement and Exchange in Southern Peru and Northern Bolivia”. En: *Journal of World Prehistory*, vol. 14, N° 3, pp. 267-362.
- BURGER, Richard L. y Lucy SALAZAR-BURGER
 1993 “Machu Picchu Rediscovered: The Royal Estate in the Cloud Forest”. En: *Discovery*, vol. 24, N° 2, pp. 20-25.
- BURGER, Richard L.; Katharina SCHREIBER; Michael D. GLASCOCK y José CCENCHO
 1998c “The Jampatilla Obsidian Source: Identifying the Geological Source of Pampas Type Obsidian Artifacts from Southern Peru”. En: *Andean Past*, N° 5, pp. 225-239.
- BURGER, Richard L. y Nikolaas VAN DER MERWE
 1990 “Maize and the Origin of Highland Chavin Civilization: An Isotopic Approach”. En: *American Anthropologist*, vol. 92, N° 1, pp. 85-95.
- COBO, Bernabé
 1964 [1653] *Historia del Nuevo Mundo*. En *Obras del P. Bernabé Cobo de la Compañía de Jesús*, vol. 91-92. Madrid: Atlas.
- COE, Sophie
 1994 *America's First Cuisines*. Austin: University of Texas Press.
- DEARBORN, David y Katharina SCHREIBER
 1986 “Here Comes the Sun: The Cuzco-Machu Picchu Connection”. En: *Archaeoastronomy. Journal for the History of Astronomy*, N° 9, pp. 15-37.
- DENIRO, M. J. y Christine HASTORF
 1985 “Alteration of $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ and $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ Ratios of Plant Matter during the Initial Stages of Diagnosis. Studies Utilizing Archaeological Specimens from Peru”. En: *Geochimica et Cosmochimica Acta*, N° 49, pp. 97-115.
- EATON, George
 1916 *The Collection of Osteological Material from Machu Picchu. Memories of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, vol. 5. New Haven: Yale University.
- FOOTE, H. W. y W. H. Buell
 1912 “The Composition, Structure and Hardness of Some Peruvian Bronze Axes”. En: *American Journal of Science*, N° 34, pp. 128-132.
- GORDON, Robert B.
 1985 “Laboratory Evidence of the Use of Metal Tools at Machu Picchu (Peru) and Environs”. En: *Journal of Archaeological Science*, N° 12, pp. 311-327.
- GORDON, Robert B. y John W. RUTLEDGE
 1984 “Bismuth Bronze from Machu Picchu. Perú”. En: *Science*, N° 223, pp. 585-586.
- HASTORF, Christine
 1990 “The Effect of the Inka State on Sausa Agricultural Production and Crop Consumption”. En: *American Antiquity*, vol. 55, N° 2, pp. 262-290.
- HASTORF, Christine y Sissel JOHANNESSEN
 1993 “Pre-Hispanic Political Change and the Role of Maize in the Central Andes of Peru”. En: *American Anthropologist*, N° 95, pp. 115-138.
- LECHTMAN, Heather
 1980 “The Central Andes. Metallurgy without Iron”. En: *Coming of the Age of Iron*. Ed. de T. A. Wertime y J. D. Muhly. New Haven: Yale University Press, pp. 267-334.
- 1997 “El bronce arsenical y el Horizonte Medio”. En: *Arqueología, Antropología e Historia en los Andes: homenaje a María Rostworowski*. Ed. de Rafael Varón y Javier Flores. Lima: IEP, pp. 153-186.

MATHEWSON, C. H.

1915 "A Metallographic Description of Some Ancient Peruvian Bronzes from Machu Picchu". En: *American Journal of Science*, N° 40, pp. 525-616.

MILLER, George R.

2003 "Food for the Dead, Tools for the Afterlife: Zooarchaeology at Machu Picchu". En: *The 1912 Yale Peruvians Scientific Expedition Collectons from Machu Picchu: Human and Animal Remains*. Ed. de Richard. L. Burger y Lucy C. Salazar. Yale University Publications in Antropology, 85, pp. 1-63.

MILLER, George R. y Richard L. BURGER

1995 "Our Father the Cayman, Our Dinner the Llama: Animal Utilization at Chavín de Huántar, Peru". En: *American Antiquity*, vol. 60, N° 3, pp. 421-458.

MURRA, John

1960 "Rite and Crop in the Inca State". En: *Culture in History*. Ed. de Stanley Diamond. Nueva York: Columbia University Press, pp. 393-407.

OWEN, Bruce

1986 *The Role of Common Metal Objects in the Inka State* (tesis de maestría). University of California. Los Ángeles, Estados Unidos.

PEARSAL, Deborah M.

1994 "Issues in the Analysis and Interpretation of Archaeological Maize in South America". En: *Corn and Culture in the Prehistoric New World*. Ed. de Sissel Johannsen y Christine Hatorf. Boulder, Colo: Westview Press, pp. 245-272.

REINHARD, Johan

1985 "Sacred Mountains: An Ethnoarchaeological Study of High Andean Ruins". En: *Mountain Research and Development*, vol. 5, N° 4, pp. 299-317.

ROWE, John

1990 "Machu Picchu: a la luz de documentos del siglo XVI". En: *Histórica*, vol. 14, N° 1, pp. 139-154.

RUTLEDGE, John W. y Robert GORDON

1987 "The Work of Metallurgical Artificers at Machu Picchu, Peru". En: *American Antiquity*, vol. 52, N° 3, pp. 578-594.

SALAZAR, Lucy C.

1997a "Una revaluación de las tumbas de Machu Picchu excavadas por la Expedición Científica de la Universidad de Yale, 1912". Presentado en: *49th Internacional Congress of Americanistes*, julio. Quito, Ecuador.

1997b "Machu Picchu's Silent Majority: A Consideration of the Inca Cemeteries". Presentado en: Simposio *Variations in the Expression of Inka Power*, octubre. Bumbarton Oaks Precolumbian Studies. Washington. Estados Unidos.

2001a "Inca Religion and Mortuary Ritual at Machu Picchu". En: *Mortuary Practices & Ritual Associations: Shamanic Elements in Pre-Columbian Funerary Contexts in South America*. Ed. de Elizabeth J. Currie y John Staller. Oxford: BAR International Series, Archaeological and Historical Associates Limited, pp. 117-127.

2001b *Ritual, Politics, Death and Power at Machu Picchu* (tesis de maestría). Yale University. Estados Unidos.

SALAZAR, Lucy C. y Richard L. BURGER

2003 "The Lifestyle of the Rich and Famous: Luxury and Dailey Life in the Households of Machu Picchu's Elite". En: *Ancient Palaces of the Ney World: Form, Function and Meaning*. Ed. de Susan Evans y Joan Pillsbury. Washington D. C.: Dunbarton Oaks Research Library and Collection.

THOMPSON, L. G.; E. MOSLEY-THOMPSON; W. DANSGAARD y P. M. GROOTES

1986 "The Little Ice Age as Recorded in the Stratigraphy of the Tropical Quelccaya Ice Cap". En: *Science*, vol. 234, N° 4774, pp. 361-364.

VALENCIA ZEGARRA, Alfredo y Arminda GIBAJA

1992 *Machu Picchu: la investigación y conservación del monumento arqueológico después de Hiram Bingham*. Cuzco: Municipalidad de Qosqo.

VERANO, John

2003 "Human Skeletal Remains from Machu Picchu: A Reexamination of the Peabody Museum's Collections from the Peruvian Expedition of 1912". En: *The 1912 Yale Peruvians Scientific Expedition Collectons from Machu Picchu: Human and Animal Remains*. Ed. de Richard. L. Burger y Lucy C. Salazar. Yale University Publications in Antropology, 85, pp. 65-117.

WRIGHT, Kenneth R. y Alfredo VALENCIA ZEGARRA

2000 *Machu Picchu: A Civil Engineering Marvel*. Reston, Va.: ASCE Press.

WRIGHT, Kenneth R.; Gary D. WITT y Alfredo VALENCIA ZEGARRA

1997b "Hydrogeology and Paleohydrology of Ancient Machu Picchu". En *Ground Water*, vol. 35, N° 4, pp. 660-666.

WRIGHT, Kenneth R.; M. WRIGHT; M. E. JENSEN y Alfredo VALENCIA ZEGARRA

1997a "Machu Picchu: Ancient Agricultural Potential". En: *Applied Engineering in Agriculture*, vol. 13, N° 1, pp. 39-47.



Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura

**Comisión
Nacional
Peruana**
de Cooperación
con la UNESCO



PERÚ

Ministerio de Cultura

Dirección
Desconcentrada de Cultura
de Cusco