

SANTUARIO HISTÓRICO DE MACHUPICCHU

Cuatro décadas
conservando nuestros
tesoros naturales
y culturales



SANTUARIO HISTÓRICO DE MACHUPICCHU

Cuatro décadas
conservando nuestros
tesoros naturales
y culturales

*Dedicado a todas las y todos los
guardaparques del Santuario
Histórico de Machupicchu.*

SANTUARIO HISTÓRICO DE MACHUPICCHU

Cuatro décadas conservando nuestros tesoros naturales y culturales

Primera edición, mayo 2021

© Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (Sernanp)
Calle Diecisiete 355, urbanización El Palomar, San Isidro, Lima-Perú
Teléfono: 51 (1) 717 75 00
sernanp@sernanp.gob.pe
www.gob.pe/sernanp

Jefe del Sernanp: Pedro Gamboa Moquillaza

Director de la Dirección de Gestión de las Áreas Naturales Protegidas: José Carlos Nieto Navarrete

Jefe del Santuario Histórico de Machupicchu: Ernesto Escalante Valencia

© Universidad Andina del Cusco
Urbanización Ingeniería Larapa Grande A-7, San Jerónimo, Cusco-Perú
Teléfono: 51 (084) 60 50 00
www.uandina.edu.pe

Rector: Emeterio Mendoza Bolívar

Vicerrectora de Investigación: Di-Yanira Bravo Gonzales

Director de Biblioteca y Editorial Universitaria: Ricardo Sánchez Garrafa

Coordinadora de Editorial Universitaria: María Liliana Peña Farfán

© Museo de Biodiversidad del Perú
Urbanización Mariscal Gamarra A-61, Zona 2, Cusco, Perú
contacto@mubi-peru.org
mubi-peru.org



Agradecimientos:

Este libro contó con el generoso apoyo de Consettur Machupicchu S.A.C.

Editores

José Antonio Ochoa & José Israel Aragón

Autores

José Israel Aragón

José Bastante

Jean Paul Benavente

Justiniane Candía

Gloria Calatayud

Juan C. Chaparro

Ever Chuchullo

Eduardo Daniel Cossíos

Elodio Dávalos

Marc Dourojeanni

Ernesto Escalante Valencia

René Farfán

María E. Holgado Rojas

José Koechlin

Roberto Márquez

Abel Monteagudo

Oscar Mujica

José Carlos Nieto Navarrete

José Antonio Ochoa

Roberto Quispe

Juvenal Silva

Efraín Suclli Montañez

Gorky Valencia Valenzuela

José Luis Venero G.

Joyce Vitorino

Horacio Zeballos

Testimonio de guardaparques

Sandra Mantilla

Oswaldo Fuentes

Fotografías

Oscar Mujica, José Antonio Ochoa, Ever Chuchullo, Joyce Vitorino, Gorky Valencia, Joan Ventura, Oscar Montufar, Alexander Pari Chipana, José Israel Aragón, Abel Monteagudo, Ronald Callo, Bertha Jorge Herrera, Marcel Ramos, Willian Mauray, Oswaldo Fuentes, Justiniane Candía, Francisco Quispe, Carlos Chaparro, Juan Carlos Chaparro, Jimena Agois, José Luis Avendaño, Héctor Ayala, Hemertson Cano, Mario Callalli, Wilian Cárdenas, Ada Castillo, Peter Condori, Daniel Cossíos, Jonhy Flores, María Holgado, Liz Hurtado, Wilber Huilca, Mario Palomino, Johny Pérez, Felipe Piña, César Puma, Roberto Quispe, Jorge Ramos, Erwin Rosa Alagón, Leonardo Serrano, Luis Valenzuela, Miguel Zamalloa y Archivo Sernanp

Cortesías de fotografías

Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu - DDC (Expedición Peruana Yale), Conservación Internacional, Sociedad Zoológica de Fráncfort, Herbario Vargas-UNSAAC y Familia Kalinowski

Fotografía de portada

Archivo Sernanp

Comité editorial

José Israel Aragón (Sernanp), Edilberto Orosco (UAC), José A. Ochoa (MUBI)

Coordinación editorial

Ernesto Escalante, Luis Benavides Parra, Bertha Jorge Herrera

Diseño y diagramación

Roger Miranda

Mapas

José Israel Aragón (págs. 34 y 92)

Wilian Cárdenas (infografías).

Ilustraciones

Infografías: Josseline Mendoza Pacheco (págs. 260, 261, 262, 263, 264) / Otros: Gorky Valencia (pág. 189), Felipe Guamán Poma de Ayala (págs. 142, 184, 185).

Dirección editorial

Jorge Luján

Cuidado de edición

Fábrica de Contenidos

www.fdcontenidos.com

Impresión

Industria Gráfica Cimagraf S. A. C.

Mayo 2021

Pasaje Santa Rosa 140, Santa Angélica – Ate

(51) 630 38 38

www.cimagraf.com.pe

Tiraje

1000 ejemplares

ISBN: 978-612-4392-44-3

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú

N.º 2021-04659

Todos los derechos reservados conforme a la ley.

Queda estrictamente prohibida su reproducción total o parcial por cualquier medio impreso

o electrónico conocido y por conocerse, sin la autorización escrita del titular del copyright.

Impreso en Perú / Piru llaqtapi qillqasqa / Printed in Peru



Nevado de Humantay y ecosistema de puna vista desde el sector Soraypampa.







Alkamari o caracara cordillerano (Phalcoboenus megalopterus).



Capiso o coati (*Nasua* sp.).



Qalaywa o lagartija colaespiral espinosa (*Stenocercus crassicaudatus*).



Mayupato o pato de los torrentes (*Merganetta armata*).



Mayupuma o nutria neotropical (*Lontra longicaudis*).



Orquídea wiñaywayna (Epidendrum aff. secundum).



Detalle de la orquídea waqanki (Masdevallia veitchiana).



Prólogo	23
Introducción	25
Presentación	27



El comienzo del Santuario Histórico de Machupicchu (Marc Dourojeanni)	32
Historia de la <i>llaqta</i> de Machupicchu (José M. Bastante)	56



Los ecosistemas silvestres (José Israel Aragón)	72
Investigaciones sobre la biodiversidad (José Antonio Ochoa)	98
Árboles (Abel Monteagudo)	128
Orquídeas (René Farfán)	142
Helechos y Licophytos (Gloria Calatayud)	158
Macromycetos (María E. Holgado Rojas)	170
Entorno paleobotánico (Efraín Sucelli Montañez)	180
Escarabajos Scarabaeoidea (Gorky Valencia Valenzuela)	190
Arácnidos (José Antonio Ochoa)	200
Herpetofauna (Juan Carlos Chaparro)	208
Aves (José Luis Venero G.)	220
Mamíferos grandes y medianos (Eduardo Daniel Cossios)	238
Pequeños mamíferos terrestres (Horacio Zeballos)	250
Oso andino (Robert Márquez, Roberto Quispe, Ever Chuchullo, Justiniane Candia, Elodio Dávalos & Isaac Goldstein)	254
Tesoros naturales de Machupicchu (Joyce Vitorino, Roberto Quispe, Oscar Mujica & Juvenal Silva)	260



Machupicchu siempre en la visión del Gobierno Regional del Cusco (Jean Paul Benavente)	270
Conservación mediante ecoturismo (José Koechlin)	278
Retos de la gestión como área natural protegida (Ernesto Escalante Valencia)	290
Retratos de guardaparques (Sandra Mantilla / Oswaldo Fuentes)	302
Visión a futuro (José Carlos Nieto Navarrete)	308
<hr/>	
Referencias bibliográficas	316
Autores	326
Fotografías	332

ÍNDICE



El apu Salkantay visto desde Inkachiriasqa.

PRÓLOGO

Creada en el año de 1981, el Santuario Histórico de Machupicchu es uno de los patrimonios naturales y culturales más importantes para la humanidad. Tradición, cultura y biodiversidad rodean este paraíso enclavado en los andes amazónicos peruanos, elegido por los incas, nuestros antepasados, como el centro de una de las más grandes civilizaciones del mundo.

Esta joya de la naturaleza conserva especies emblemáticas como el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), el gallito de las rocas (*Rupicola peruvianus*), el tanka taruka (*Mazama chunyi*) y especies de flora como la orquídea peruana (*Orchidaceae*), además de albergar restos arqueológicos de la época preinka. Por ello, en 1983, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) lo reconoció como Patrimonio Mundial Mixto de la Humanidad.

Sus paisajes únicos y naturales, con áreas boscosas, montañas escarpadas y nevados de pureza inigualable, son la transición perfecta de lo andino con lo amazónico, con microclimas y ecorregiones de características excepcionales que muestran la relación armónica entre la naturaleza y las poblaciones humanas.

Es por ello que este libro, *Santuario Histórico de Machupicchu: cuatro décadas conservando nuestros tesoros naturales y culturales*, muestra el gran valor biológico, cultural e histórico que integra esta área natural protegida, consolidando una gestión exitosa gracias al trabajo articulado entre el Estado, la sociedad civil, el sector privado y las poblaciones locales, hecho que ha permitido a lo largo de cuatro décadas la conservación de la biodiversidad y de la historia de nuestro país.

Desde el Ministerio del Ambiente, agradecemos a todas y todos los que día a día trabajan de la mano con el Sernanp por la conservación de esta maravilla natural y cultural. Estamos seguros que esta publicación reafirmará el compromiso de todos los peruanos y todas las peruanas para garantizar que el Santuario Histórico de Machupicchu perdure en el tiempo y en la memoria de nuestras futuras generaciones como un modelo de gestión y desarrollo sostenible a nivel mundial.

Gabriel Quijandria Acosta
Ministro del Ambiente



Monumento arqueológico de Chachabamba.

INTRODUCCIÓN

Hogar de especies emblemáticas y biodiversas y de monumentos arqueológicos que forman parte de nuestra historia, el Santuario Histórico de Machupicchu, desde su establecimiento como área natural protegida el 8 de enero de 1981, se ha convertido en uno de los tesoros naturales y culturales más importantes del mundo. Por eso, en 1983 fue declarado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) como Patrimonio Mundial Mixto de la Humanidad.

Por ello, además de proteger la sagrada *llaqta* de Machupicchu, la montaña de Machupicchu y de Waynapicchu, la red de caminos inka, entre otros monumentos arqueológicos de gran valor universal, esta área natural protegida es un lugar para la conservación de especies emblemáticas para nuestro país, como el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), el gallito de las rocas (*Rupicola peruvianus*), la taruca (*Hippocamelus antisensis*), el pato de los torrentes (*Merganetta armata*), la orquídea peruana (*Orchidaceae*) y las bromelias, siendo un laboratorio natural para estudiar sus necesidades y comportamientos singulares.

Este tesoro natural, también es un punto de transición de los ecosistemas andinos y amazónicos, donde microclimas, ecorregiones, nevados, bosques secos y húmedos, ríos y hábitats aún poco explorados por el hombre, confluyen entre sí generando espacios excepcionales de una gran diversidad biológica, y donde se entrelaza la obra material del hombre, la naturaleza y la cosmovisión andina de los antiguos peruanos y peruanas.

La conservación de este maravilloso legado es posi-

ble gracias a la gestión integrada entre el Ministerio del Ambiente, el Ministerio de Cultura, el gobierno regional y los gobiernos locales, así como del apoyo de la sociedad civil organizada, la empresa privada y la población en general, quienes de manera articulada vienen trabajando con nosotros en el fortalecimiento de la gestión del Santuario Histórico de Machupicchu, y así lograr convertirla en la primera maravilla ecosostenible del mundo.

Toda esta riqueza natural, cultural e histórica, que de manera magistral vemos reflejada en las páginas de este libro, *Santuario Histórico de Machupicchu: cuatro décadas conservando nuestros tesoros naturales y culturales*, llena de vida, color y pasión, nos impulsa a todas y todos los que formamos parte de la familia del Sernanp a continuar con nuestra ardua tarea de conservar este legado para beneficio de las futuras generaciones.

Pedro Gamboa Moquillaza
Jefe del Sernanp



Dos ukukus u osos andinos o de anteojos (Tremarctos ornatus).

PRESENTACIÓN

Para la Universidad Andina del Cusco la publicación de este presente libro es un alto honor y una valiosa oportunidad para hacer conocer una vez más al mundo, sobre la majestuosidad e importancia que representa Machupicchu como “Patrimonio de la Humanidad”. Esta publicación se aborda con rigor académico y científico, aparte de la dimensión arqueológica y antropológica en sí ya única, la dimensión biológica y ambiental representada por los ecosistemas, sobre los cuales se edificaron la ciudadela de Machupicchu y otros centros arqueológicos dentro del Santuario Histórico de Machupicchu, los cuales persisten hasta la actualidad en perfecta armonía, integración y complementariedad, demostrando que su construcción no fue una manifestación al azar del ingenio humano, sino una consecuencia de un alto conocimiento de los factores ambientales abióticos y bióticos, puestos hoy en valor para el deleite del lector.

Este libro se caracteriza por contener información especializada sobre la diversidad biológica presente en Machupicchu, información que tiene en el material fotográfico presentado un recurso didáctico clave para su conocimiento. La información está contenida en tres capítulos y veintidós subcapítulos, que tratan con pertinencia aspectos que van desde su establecimiento como área natural protegida, arqueología, ecosistemas silvestres, importancia de la investigación sobre biodiversidad, plantas: árboles, orquídeas, helechos y licófitos, hongos, paleobotánica, invertebrados: escarabajos y arácnidos, vertebrados: anfibios, reptiles, aves y mamíferos, hasta la gestión y manejo del territorio. En suma

lo que podemos considerar como los tesoros naturales y culturales del Santuario Histórico de Machupicchu.

La elaboración de este libro conmemorativo de los cuarenta años de creación del Santuario Histórico de Machupicchu es el resultado de un trabajo articulado y cooperativo entre tres instituciones: el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado representado por la Jefatura del Santuario Histórico de Machupicchu, la Universidad Andina del Cusco y el Museo de Biodiversidad del Perú, instituciones que revalorando y poniendo en práctica el valor ancestral andino del “Ayni”, presentan un producto singular con alto valor informativo, que se espera pueda contribuir con la valoración y reconocimiento de nuestro particular patrimonio cultural y natural.

Finalmente, para la Universidad Andina del Cusco, encargada de la publicación del libro, es muy satisfactorio presentar ante la sociedad este aporte de conocimientos más allá de la Responsabilidad Social Universitaria que define nuestra labor, ratificando con ello nuestro compromiso con la conservación de la Biodiversidad del Perú.

*Emeterio Mendoza Bolívar
Rector de la Universidad Andina del Cusco*



Mariposa búho (*Caligo oileus*).



Escarabajo erotílido (*Gibbifer* sp.).



Historia

El comienzo del Santuario Histórico de Machupicchu

MARC DOUROJEANNI



La función de un santuario histórico es conservar, en su estado original y de forma intangible, el paisaje y escenario en el que ocurrió un acontecimiento que merece ser honrado y recordado.

Si Machupicchu hubiese sido construido en un valle, como Chavín de Huántar o, sobre una montaña arredondeada, como Sacsayhuamán, no dejaría de ser una notable obra maestra. Pero no habría ganado la muy justa fama de maravilla que tiene, pues el sitio escogido por sus creadores y constructores es único en el mundo por su dramática belleza natural.

Ese entorno natural, tan hermoso como impactante, es lo que determinó que se hiciera la propuesta de establecer el Santuario Histórico de Machupicchu. Los proponentes, como siglos antes los propios constructores, entendieron que el paisaje de Machupicchu es el complemento indispensable de la obra humana y que de su conservación dependería su futuro.

Ya en la década del sesenta, cuando comenzó a hablarse seriamente en el Perú de conservar muestras de los ecosistemas naturales, había preocupación por la rápida y ostentosa degradación del paisaje de Machupicchu, afectado por incendios de bosques y pastos, deforestación, derrumbes y construcciones inadecuadas. Es solo a finales de 1972 y comienzos de 1973 que la idea de preservar el espacio que rodea al patrimonio arqueológico tomó forma concreta.

¿QUÉ SON LOS SANTUARIOS HISTÓRICOS?

La categoría de los santuarios –o monumentos– históricos existe desde hace mucho tiempo en diferentes países. Establecerlos en el Perú ya era una opción como parte de los compromisos asumidos por el país en 1947, cuando pasó a tener vigencia la “Convención para la

protección de la flora, de la fauna, y de las bellezas escénicas naturales de los países de América”, aprobada en 1942 por la Unión Panamericana (OEA). En efecto, el artículo I, párrafo 3, de esa Convención establece, entre los motivos para crear monumentos nacionales, los sitios de interés histórico. Pero, como bien se sabe, el Perú esperó hasta la década de 1960 y especialmente la de 1970 para comenzar a aplicar los conceptos de esa Convención (Dourojeanni, 2018).

La función de los santuarios históricos es conservar, en su estado original y de forma intangible, el paisaje o el escenario en el que ocurrió el acontecimiento que merece ser honrado y recordado. No implica protección “del estado natural” sino de la condición, frecuentemente antropizada que acompañó al hecho o hechos históricos. Se aplicó especialmente a campos de batallas importantes, como Waterloo (en Bélgica, la derrota de Napoleón) o Gettysburg (en Estados Unidos, la derrota del ejército confederado del Sur). Por eso, el primer santuario histórico creado en el Perú fue para cuidar el escenario de la batalla de Junín que, en 1974, fue reconocido como Santuario “Patriótico” Nacional de Chacamarca (nombre de la pampa donde se realizó la batalla).

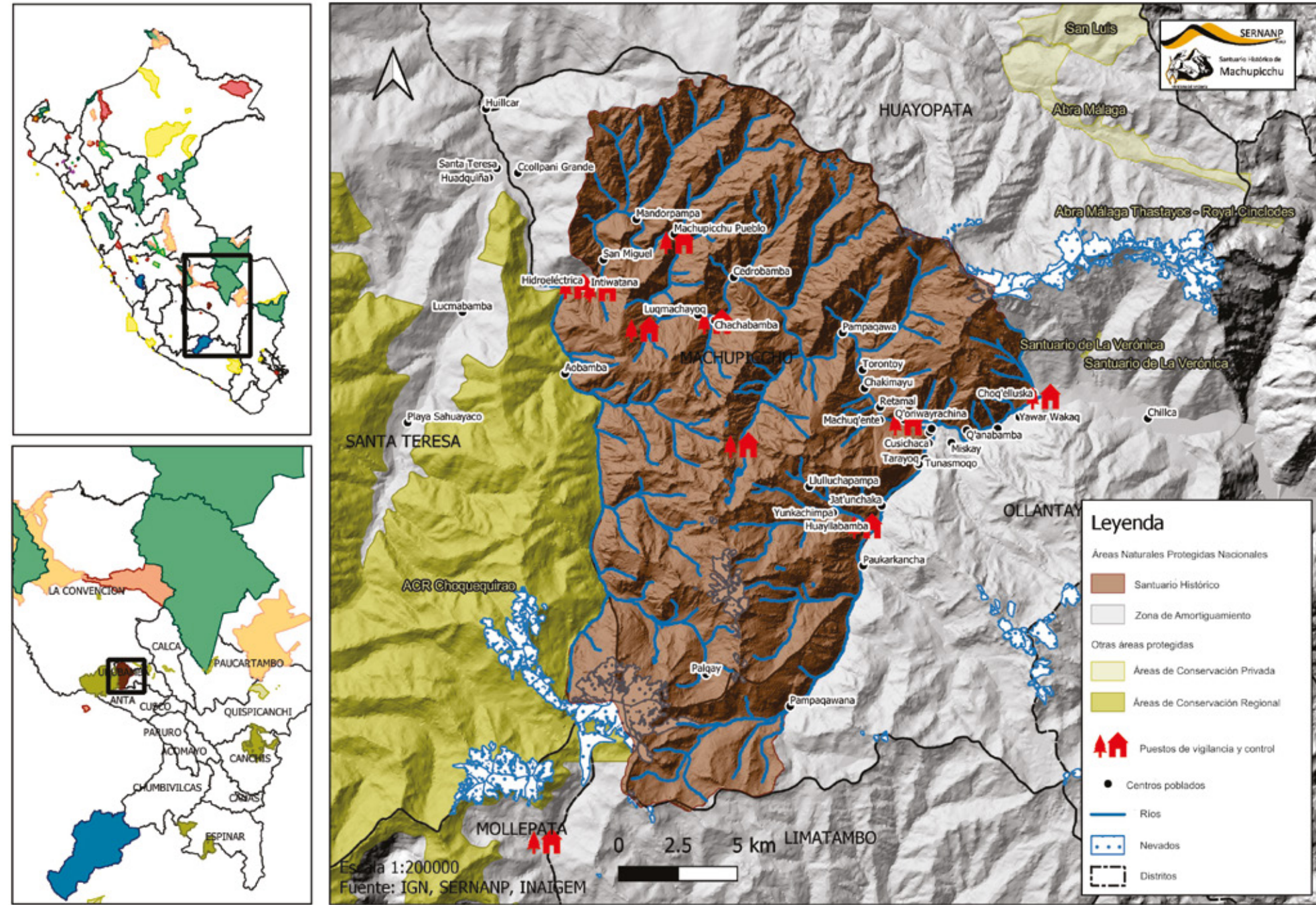
Es interesante anotar que este santuario fue establecido antes que la legislación nacional vigente fuera específica al respecto, pues aún regía la Ley Forestal N.º 14552, de 1963, que solo reconocía la categoría de parque nacional. Sin embargo, ya estaba en preparación avanzada la Ley Forestal N.º 21147 de 1975 que,

*Nevado de Humantay.
El Santuario Histórico de
Machupicchu no solo protege
el escenario histórico, también
los escenarios naturales, tan
relevantes en esta área por su
biodiversidad.*

si incluyó esa categoría, definida como “...áreas destinadas a proteger, con carácter intangible, los escenarios naturales en que se desarrollaron acontecimientos gloriosos de la historia nacional”. La terminología usada en el decreto supremo y luego en la ley, refleja bien el momento político, bajo mandato militar. El segundo santuario histórico, creado en 1980, existe para proteger el campo de la batalla de Ayacucho, que se realizó en la Pampa de la Quinua. Y Machupicchu, establecido en 1981, es el tercer santuario histórico del Perú. El único santuario histórico establecido después, en 2001, ha sido el Bosque de Pómac, en Lambayeque.

La definición de santuario histórico fue mejorada y ampliada con la aprobación de la Ley del Sistema de Áreas Naturales Protegidas (Ley N.º 26834) del año 2000, que está vigente. En esta ley, la definición de santuario histórico fue alterada y reza: “Áreas que protegen con carácter intangible espacios que contienen valores naturales relevantes y constituyen el entorno de sitios de especial significación nacional, por contener muestras del patrimonio monumental y arqueológico o por ser lugares donde se desarrollaron hechos sobresalientes de la historia del país”. La inclusión de Machupicchu como santuario histórico aún bajo vigencia de la Ley N.º 21147, implicó el artificio de considerar que el patrimonio arqueológico es, por sí mismo y, especialmente, por la función histórica que tuvo, un acontecimiento histórico. Aunque este sea un argumento válido, con la ley actual la categoría de santuario histórico es incuestionablemente válida para Machupicchu y su entorno.





USO DEL ÁMBITO DE MACHUPICCHU DURANTE LA REPÚBLICA

El ámbito ocupado por el Santuario Histórico de Machupicchu fue reconocido, durante casi todo el periodo virreinal, como propiedad inalienable de los indígenas. Pero en 1849, es decir, 28 años después de la independencia, una pareja de ciudadanos de una localidad vecina se autoproclamó dueña de gran parte de esas tierras. Y otros hicieron lo mismo. A partir de entonces, las tierras que ahora ocupa el santuario dejaron de ser comunales y pasaron a ser objeto de complejas sucesiones, divisiones y ventas y, como es de esperar, de una maraña de conflictos legales (Sernanp, 2014). Las haciendas que, a comienzos del siglo XX resultaron de esa situación fueron, entre otras, las conocidas como Q'ente, Santa Rita de Q'ente, Cupisa, Torontoy, Mandor y Primavera. La situación del predio Q'ente, de casi 20 000 hectáreas, fue motivo de disputa judicial desde 1975 hasta 2019, cuando la Corte Suprema de Justicia de la República declaró infundada la demanda presentada por la familia que reclamaba la propiedad. El principal argumento del Estado contra los intereses privados, además de las leyes que amparan las áreas naturales protegidas y el patrimonio arqueológico, es que entre 1658 y 1849 esas tierras fueron reconocidas legalmente por el virreinato como perteneciente a los indígenas. La apropiación del área por intereses particulares fue un acto abusivo e ilegal.

Las porciones de menor altitud y menos abruptas de las haciendas que precedieron el establecimiento del santuario fueron probablemente aprovechadas para el



Monumento arqueológico de Wiñaywayna ubicado en medio del bosque montano a 2650 m, donde habitan una variada diversidad de plantas y animales.

cultivo del té, que se implantó en la región desde el siglo XVIII y era muy común en todo el valle de La Convención hasta los años 1950. Sin duda que muchos otros cultivos fueron desarrollados en función de la altitud y de la topografía, entre ellos coca, naranja y, obviamente, muchos otros como el maíz que inclusive se cultivaba en la andenería disponible. En efecto, algunos hacendados habrían aprovechado o permitido a sus yanaconas el uso de los andenes, pero estos, fueron subutilizados y finalmente semiabandonados. Durante las décadas de 1940 y 1950 los bosques que no habían sido talados para implantar agricultura fueron intensamente explotados, incluyendo los que estaban en los terrenos del actual santuario.



El turismo a Machupicchu comenzó antes de 1940, pero con la construcción de la vía carrozable (1948), que asciende la cuesta de la montaña hasta la llaqta desde la estación de tren, aumentó significativamente.

Se extrajo enormes cantidades de troncos de cedro, romerillo y laurel, procedentes por ejemplo de los sectores Cedrobamba y Mandor, entre otros lugares a lo largo del río Urubamba y sus afluentes. Un antiguo extractor relató que las vías de saca eran tan abundantes que parecían “camino de rata” (Dourojeanni & Ponce, 1977). En la antigua hacienda Mandor, al pie de las ruinas, se extrajeron ejemplares de cedro de hasta dos metros de diámetro. La explotación de madera para durmientes de ferrocarril continuó hasta fines de los años 1960 y a ella se debe gran parte del impacto negativo sobre la diversidad biológica del sitio.

Al margen del uso agropecuario y forestal del área del santuario por los usurpadores de la tierra, el interés por las riquezas que se suponía existía en los sitios arqueológicos, que probablemente nunca se detuvo después de la conquista, tomó fuerza renovada entre 1870 y 1880. En esa década se realizaron expediciones, autorizadas por el Gobierno peruano, de buscadores de tesoros de Alemania, Estados Unidos y Francia, que tenían por objetivo principal encontrar y explorar los sitios de Machupicchu y Huayna Picchu. Aparentemente no encontraron lo que buscaban, pero colocaron el lugar en el mapa e hicieron crecer la curiosidad. Al final del siglo XIX e inicios del XX fueron varios los peruanos que llegaron al lugar, probablemente guiados por un tal Agustín Lizárraga.

La “descubierta”, como bien se sabe, correspondió a Hiram Bingham III, un arqueólogo aficionado y universitario educado que, habiendo realizado varios viajes en

el Perú, estando en el Cusco, escuchó hablar de Lizárraga y procuró ver el sitio. En eso fue guiado por el agricultor Melchor Arteaga. Acompañados por un guardia civil, llegaron a Machupicchu el 24 de julio de 1911, encontrando a dos familias de agricultores viviendo en las terrazas agrícolas. Uno de los niños de las familias llevó a Bingham y a sus acompañantes hasta las ruinas. Bingham estudió el lugar durante casi tres años y transformó Machupicchu en el lugar famoso que es, a partir de la publicación de un artículo en la ya por entonces famosa revista *National Geographic* (Gavalda, 2019).

El turismo comenzó tímidamente antes de 1940, pero aumentó significativamente a partir de 1948 con la construcción de la vía carrozable que asciende la cuesta de la montaña hasta las ruinas desde la estación de tren. Rápidamente Machupicchu se convirtió en el principal destino turístico del Perú.

Es interesante constatar que hasta 1960 no hubo expresiones concretas de preocupación por la conservación del patrimonio natural de Machupicchu. Hubo, sí, diversos trabajos de limpieza de las ruinas e inclusive de restauración de algunos edificios principales. Desde 1939, con la creación del Patronato de Arqueología, se intensificaron las restauraciones, en especial entre 1943 y 1949 y otra vez entre 1955 y 1959. Pero restauraciones parciales continuaron siendo realizadas entre 1969 y 1983 (Sernanp, 2014). Mientras se daba alguna atención a los restos arqueológicos nada se hizo por el entorno. Al contrario, el presidente Manuel Prado promulgó la Ley N.º 9396 del 30 de setiembre de



Hiram Bingham III.

1941, creando el distrito de Machupicchu y promoviendo abiertamente y sin restricción el establecimiento de un centro poblado sobre un kilómetro alrededor de la estación del tren, que llegó al lugar en 1929. Esta decisión ha sido y es causa de grandes problemas ambientales que se agravan año a año.

Asimismo, sin ninguna consideración ambiental, en 1948 se terminó de construir la carretera que sube a las ruinas de Machupicchu, lo que fue otra imprudencia. Esta carretera tiene 7,1 km y une la estación ferroviaria Puente Ruinas con el acceso a las ruinas. A partir de la década de 1980, esta carretera fue mejorada y ampliada a 8,6 km. Peor aún, fue la autorización inconsulta de construir una central hidroeléctrica, cuyas tuberías expuestas y líneas de transmisión son una prueba de falta de respeto por el lugar, cuya primera etapa comenzó a ser construida en 1958 y a operar en 1964. La Central Hidroeléctrica Machupicchu fue destruida por un aluvión en 1998 y solo fue rehabilitada en 2001.

ESTABLECIMIENTO DE MACHUPICCHU COMO ÁREA NATURAL PROTEGIDA

Desde mediados de la década de 1930 la parte arqueológica de Machupicchu estaba, en cierta medida, atendida por personal del ex Patronato Departamental de Arqueología y, posteriormente, por la Casa de la Cultura de Cusco. En 1952 se dispuso por decreto supremo la restauración de las ruinas y en 1962 se creó el Museo de Sitio, a la espera, que se prolongó por décadas, de la devolución de las piezas que Bingham llevó a Estados Unidos y que

ofreció retornar al Perú. A partir de 1972 el sitio pasó a depender del Instituto Nacional de Cultura. Así estaban las cosas a comienzo de la década de 1970.

En 1972 el Plan de la Comisión Especial para Coordinar y Supervigilar el Plan Turístico y Cultural Perú, de la Unesco, más conocido como Plan Copesco, contactó a la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria de La Molina para realizar un estudio sobre las consideraciones ambientales a ser llevadas en cuenta en las acciones en curso en Cusco y Puno. En esa época La Molina era el centro peruano más calificado para tratar temas ambientales y de recursos naturales renovables, inclusive relacionados al ecoturismo. Fue acordada la realización de una misión que fue realizada a comienzos de 1973. Ella estaba integrada por Adolfo Salazar, Jorge Bohórquez, Gustavo Malca y Manuel Ríos, y fue liderada por el autor de este texto (Dourojeanni *et al.*, 1973).

Para el equipo resultó evidente que era indispensable y urgente brindar protección al entorno natural de las ruinas de Machupicchu. Ya en esos tiempos, el paisaje de Machupicchu estaba siendo degradado a una velocidad pasmosa. Los miembros de la misión conocían bien ese lugar desde más de una década atrás y les fue fácil estimar y constatar la gran velocidad de la destrucción. La deforestación era visible desde las ruinas, exponiendo el suelo a la influencia de fenómenos erosivos violentos, con formación de derrumbes y aluviones. Los incendios de la vegetación, en la estación seca, mal permitían la visita del lugar por la densidad de las nubes que subían por el valle. A eso se sumaba el uso



Camino inka cerca de Pisacaccho.



Guardaparque del Sernanp realizando actividad de patrullaje.



Letrero informativo sobre la ruta del camino inka.

ganadero prácticamente hasta dentro de las ruinas. Y preocupaba que esa utilización degradante de la tierra, inclusive en la andenería y también al mismo pie del monumento, pudiesen poner en riesgo toda la estructura. Además, ya se sabía bien del alto valor biológico del área, que contenía muchas especies de animales y plantas raras o en proceso de extinción, refiriéndose la existencia de oso de anteojos y hasta del venado enano y de muchas aves de gran interés, como después fue confirmado.

Fue así que el equipo incluyó en su informe una fuerte recomendación para que se estableciera un área natural protegida alrededor de los restos arqueológicos que garantice la protección del paisaje (Dourojeanni *et al.*, 1973). Esa propuesta fue muy bien recibida en el Plan Copesco que, por entonces, estaba estudiando el equipamiento turístico de Machupicchu y que había recibido la sugerencia de establecer un jardín botánico. Decidieron aplicar la idea.

Por coincidencia, pocos meses después de emitido ese informe, en julio de 1973, el autor fue designado Director General Forestal y le tocó la responsabilidad de dar continuidad al proceso ya adoptado por el Plan Copesco. Carlos Ponce del Prado era el Director de Conservación y, por lo tanto, le correspondió la tarea de transformar la idea en proyecto formal y en realidad. El documento de la propuesta fue preparado en 1974 con apoyo del Departamento de Manejo Forestal de la Universidad Nacional Agraria, contemplando la protección de 50 500 hectáreas y, a partir de 1975, Machupicchu, ya transformado en proyec-

to formal, pasó a ser parte del Sistema Nacional de Unidades de Conservación (nombre que por Ley N.º 21147 se daba a las áreas naturales protegidas). Este fue consignado en el Plan de Sub Sector Forestal y de Caza del Plan Nacional de Desarrollo 1975-1978 (Ministerio de Agricultura, 1974) y en otros documentos oficiales de la época (DGFF, 1977) y referido en varias publicaciones (Dourojeanni, 1976; Dourojeanni & Ponce, 1978), despertando mucho interés en la comunidad científica internacional.

Se iniciaron los trámites requeridos que eran muy complejos, tanto por la confusa situación de la propiedad de la tierra como por la intervención de numerosos actores. El tema de la propiedad fue un serio factor limitante y, a pesar de la intervención de la Dirección General de Reforma Agraria, no se pudo resolver totalmente la intención de proteger un área mayor, que quedó reducida a poco más de 30 000 hectáreas. El proceso, como era de esperarse, fue entrampado por los intereses “territoriales” del Instituto Nacional de Cultura, de las autoridades de turismo nacional y departamental y de las autoridades políticas departamentales, provinciales y municipales cusqueñas. Hubo mucho apoyo, en cambio, del Plan Copesco y de sus financiadores. También existían dudas, como se ha explicado, sobre la categoría que correspondería al lugar. Desenredar esa madeja de problemas consumió cinco años de gestiones incesantes. En 1979 el autor de esta nota renunció al cargo de director general y fue reemplazado por Luis Cueto Aragón.



Carlos Ponce del Prado, Director de Conservación al momento del establecimiento del Santuario Histórico de Machupicchu en 1981.



Marmosa rapposa, marsupial descrito por Thomas en 1899 y cuya localidad tipo es Huadquiña.



Tangara de montaña encapuchada (*Buthraupis montana*).



Oruga espinosa de la polilla *Automeris* sp. (familia Saturniidae).



La fucsia de los riscos, conocida en quechua como qaqá huayo (*Fuchsia apetala*).



Mariposa de la especie *Heliconius erato amphitrite*.



Las bromelias del género Tillandsia son principalmente epífitas y litófitas, almacenan agua en su interior y constituyen hábitat para muchas especies de animales.



La única ventaja de la demora en establecer el santuario fue que en ese lapso se confirmó la importancia biológica del lugar con una serie de estudios. Se constató la existencia de numerosas especies en las categorías de especies raras y amenazadas, como en el caso del oso de anteojos (Peyton, 1983), taruca, nutria de río y, claro, muchísimas aves importantes, como el gallito de las rocas (Plengue & Pulido, 1985; Walker & Ricalde, 1988) y especies nuevas para la ciencia (Trager, 1983) y otras endémicas. También se adelantó el tema botánico (Galiano & Núñez, 1992). Esos hallazgos conocidos por el equipo de Carlos Ponce desde antes de las publicaciones formales, ayudaron a crear argumentos muy convincentes para la aprobación final del proyecto. A 2014 se conocían 611 plantas criptógamas, 2780 plantas fanerógamas, 77 mamíferos, 443 aves, 42 reptiles y anfibios, 13 peces y 377 lepidópteros diurnos de Machupicchu... y mucho más por descubrir (Sernanp, 2014).

Finalmente, el éxito llegó ya en el segundo gobierno de Fernando Belaúnde Terry, mediante el Decreto Supremo N.º 001-81-AA del 8 de enero de 1981. Se consiguió establecer el Santuario sobre una superficie de 32 592 hectáreas. Como se ha dicho, el Director de Conservación aún era Carlos Ponce, el Director General era Luis Cueto y el Ministro de Agricultura, que también brindó apoyo al proceso, era Nils Ericsson Correa.

Posteriormente, el Comité de Patrimonio Mundial de la Unesco incluyó a Machupicchu y al santuario bajo los términos de la Convención de Patrimonio

Mundial, como Sitio de Patrimonio Mundial Cultural y Natural de la Humanidad, inscribiéndolo como tal el 9 de diciembre de 1983, con el Registro N.º 54. De otra parte, mediante Ley N.º 23765 del 30 de diciembre de 1983, se le declaró como Patrimonio Cultural de la Nación bajo el nombre de “Santuario Prehispánico o Parque Arqueológico” de Machupicchu.

LA GESTIÓN

La Dirección General Forestal había instalado algún personal en el lugar desde varios años antes de la declaración oficial de establecimiento del santuario, pero esos funcionarios confrontaron toda clase de dificultades con las autoridades locales del Instituto Nacional de Cultura y con las demás autoridades con alguna responsabilidad superpuesta en Machupicchu, que tercamente obstaculizaron su actuación. A pesar del texto del decreto supremo que creó el santuario, en el que se establecía el rol de cada institución, ocurrieron hechos un tanto absurdos, como la creación por Resolución Suprema N.º 038-81-MICTI/TUR de una “zona de reserva turística nacional” cubriendo el área de Machupicchu y Ollantaytambo, superponiéndose a las áreas ya reservadas por Cultura y por Agricultura. Asimismo, aparentemente a consecuencia de la ya mencionada Ley N.º 23765, que habría creado un “Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu”, se le atribuyeron 10 724 ha, también superpuestas en parte al santuario. Es obvio que cada sector quería conservar su autoridad plena sobre el

ámbito sin mayor coordinación. Llevó casi dos décadas más conseguir una relación algo más armoniosa y provechosa entre todos los actores involucrados en la gestión del ámbito del santuario.

El santuario, en gran medida debido a la confusa situación de la gestión, no tuvo plan de manejo hasta 1998. Sin embargo, en 1984, había sido desarrollado un diagnóstico situacional (Ricalde, 1984) y, en 1986, fue preparada una propuesta de plan maestro a modo de tesis para la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (Gamarra, 1986). Asimismo, Galiano (1995, 2000) hizo aportes importantes para el manejo. Finalmente, el trabajo en equipo se consolidó en parte gracias al Decreto Supremo N.º 023-99-AG que creó la Unidad de Gestión de Machupicchu. Esto facilitó la implementación del primer plan de manejo del área, bajo la gestión del Instituto Nacional de Recursos Naturales (Inrena). Este plan fue preparado bajo la orientación de Carlos Ponce junto con Pedro Solano y Gustavo Suárez de Freitas (Inrena, 1998) y tuvo validez hasta 2003. Ese plan y los siguientes aprovecharon especialmente la información del Centro de Datos para la Conservación de La Molina y de muchas publicaciones fruto de investigaciones más recientes sobre la ecología del lugar, destacando las de Galiano (1992, 1995, 1997) y de Lamas *et al.* (1999). Este plan fue aprobado conjuntamente por Resolución Directoral Nacional N.º 738/INC del 1.06.05 y Resolución Jefatural N.º 109-2005-Inrena y fue aplicado en varios aspectos. Seguidamente se

aprobó un Reglamento de Uso Turístico de la Red de Camino Inka, mediante Resolución Jefatural N.º 259-2005-Inrena. Un segundo plan maestro fue preparado en 2008 y tuvo vigencia hasta 2010 (Inrena, 2005). El plan vigente (2015-2020) fue preparado con muchos elementos de juicio adicionales y ha sido plenamente consensuado entre todas las partes interesadas y actores.

La colaboración interinstitucional, aunque sigue siendo difícil, comenzó a funcionar a partir de 1990; es decir, hubo un largo lapso con poca atención a los problemas y escasa presencia de guardaparques y funcionarios profesionales. En efecto, Shooobridge (2004) revela que, en aquella época, en gran medida como resultado de la aplicación del primer plan de manejo, el área ya contaba con un jefe y 32 guardaparques, a lo que debía sumarse que el Instituto Nacional de Cultura disponía de alrededor de 40 funcionarios de control. El personal del Inrena estaba distribuido en seis puestos de control ubicados en Piscacucho, Q'oriwayrachina, Wayllabamba, Wiñaywayna, Aguas Calientes e Intiwatana. Es interesante anotar que el Santuario Histórico de Machupicchu ya era en esa época una de las pocas áreas naturales protegidas en el Perú que generaba gran parte de su propio presupuesto, que se dividía entre el INC y el Inrena.

El área del Santuario Histórico de Machupicchu, desde su establecimiento, ha sufrido múltiples agresiones que, evidentemente, fueron más severas antes de que las instituciones responsables se decidieran a colaborar pero que ahora siguen creciendo a consecuencia

El Comité de Patrimonio Mundial de la Unesco incluyó a Machupicchu y al santuario bajo los términos de la Convención de Patrimonio Mundial, como Sitio de Patrimonio Mundial Cultural y Natural de la Humanidad.



Puesto de vigilancia y control de Intiwatana, ubicado en la ruta del acceso amazónico.



Los guardaparques cumplen diversas funciones de difusión, control, monitoreo, apoyo a la investigación y atención a los visitantes.

del aumento del uso turístico, del crecimiento de la población asentada dentro del santuario y, posiblemente, del cambio climático. Los incendios reiterados fueron uno de los principales problemas confrontados. Uno de estos, en 1989, destruyó unas 3000 hectáreas de vegetación natural y expuso el suelo a derrumbes y aluviones (Díaz, 1989). Muchos de los incendios están asociados a la agricultura migratoria típica del lugar y, en las partes altas, al pastoreo de ganado vacuno y ovino. La deforestación, aunque menos grave que en el pasado, es un problema constante (Poza, 1997; Galiano, 1997). El santuario también sufre excesos por parte del turismo, sobre todo en el camino inka con muchos más visitantes de lo que razonablemente puede soportar. Se ha dado el uso de helicópteros para realizar visitas de personalidades importantes, perjudicando tanto el patrimonio cultural como la fauna (Dourojeanni, 2018). La visitación genera enormes volúmenes de residuos sólidos, cuyo manejo y disposición es un dolor de cabeza. La existencia de la central hidroeléctrica es otro problema serio, pues posee en el santuario diversas instalaciones y personal. Asimismo, existe caza furtiva en la zona de amortiguamiento y creciente dispersión de especies exóticas.

Como corresponde, el santuario ha continuado acogiendo investigadores de diferentes orígenes y especialidades, enriqueciendo mucho el conocimiento sobre el área. Es estimulante ver cómo continúa el descubrimiento de especies nuevas (Nickel *et al.*, 2001; Gouda, 2012; Núñez-Zapata *et al.*, 2015) y otras que

son raras y endémicas de la región (Mamani *et al.*, 2015; Ochoa *et al.*, 2020). También, esas investigaciones abren nuevas oportunidades o mejoras potenciales de la representatividad del sistema nacional de áreas naturales protegidas, en este caso a partir de Machupicchu (Pacheco *et al.*, 2007) y justificando la expansión de Machupicchu hasta Choquequirao.

Lo importante es confirmar que, pese a los problemas reseñados, que dicho sea de paso son inherentes a todas las áreas naturales protegidas, la idea del Santuario Histórico de Machupicchu ha brindado gran parte de los frutos esperados. Basta imaginar lo que habría ocurrido de no existir el santuario. Aunque parcial, el éxito se debe a la pertinaz acción de tantos guardaparques, profesionales y otros trabajadores que, desde hace más de 40 años, dedicaron lo mejor de sus esfuerzos a cuidar de ese invaluable patrimonio de la nación.



Sernanp cuenta con personal calificado en prevención y control de incendios forestales.



Monumento arqueológico de Wiñaywayna.

Historia de la *llaqta* de Machupicchu

JOSÉ M. BASTANTE



La *llaqta* de Machupicchu antes del inicio de los trabajos de la Expedición Peruana de Yale - EPY en 1912 (fotografía: EPY; cortesía de National Geographic Society).

Para entender el proceso histórico en el Santuario Histórico de Machupicchu - Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu (SHM-PANM) y sus espacios adyacentes, ha sido primordial el empleo de fuentes etnohistóricas e históricas y su contrastación con las evidencias arqueológicas. El análisis, cruce e interpretación de dicho corpus de información ha permitido lograr una visión más completa del ámbito de estudio y entender el desarrollo cultural en la zona.

Como se sabe, los inka se expandieron tempranamente a la cuenca media del Vilcanota, donde se encuentra la *llaqta* de Machupicchu. Respecto a la ocupación inka de la zona de Tambo (Ollantaytambo), que incluía la quebrada de Picchu¹, el cronista Pedro Sarmiento de Gamboa fue el primero en atribuir al inka Pachakuti dicho logro, mencionando que “tomó para su recámara el valle de Tambo sin ser suyo” (1942 [1572]: 179-180) y construyó suntuosos edificios en la zona (1942 [1572]: 199). Por su parte, Bernabé Cobo describió la campaña inka hacia el Antisuyu e hizo una relación de los acontecimientos de mayor importancia, indicando que durante el gobierno de Pachakuti el reino inka se expandió a través del valle de Yucay y llegó hasta Tambo y Amaybamba. Luego del sometimiento de los habitantes de estas zonas, Pachakuti continuó ampliando el Tawantinsuyu hacia el este y llegó hasta las provincias de Vitcos y Vilcabamba (Cobo, 1892 [1653]: 159). Asimismo, Martín de Murúa refiere que durante el régimen de Pachakuti, su hijo Tupaq Yupanqui “conquistó el valle de Amaybamba y echó a los naturales de él, y llegó hasta

Pilcosuni, cuyos descendientes están al presente en el valle de Amaybamba” (1962 [1590]: 51).

De esta manera, de acuerdo a la información cronística, se ha atribuido al inka Pachakuti la conquista de la zona y la edificación, en los espacios de Tambo y Vilcabamba, de importantes centros administrativos, políticos y religiosos, como Ollantaytambo, Machupicchu y Vitcos, entre otros. En base a estas evidencias, investigadores como Luis E. Valcárcel (1929 [1928], 2009 [1964]), Manuel Chávez Ballón (1971), Ann Kendall (1983), Luis Miguel Glave y María Isabel Remy (1983) y John H. Rowe (1990 [1987]), entre otros, coinciden en señalar que Pachakuti fue el constructor de los emplazamientos entre Ollantaytambo y Machupicchu. Por otro lado, también de acuerdo a las crónicas, se puede señalar que el interés de los inkas por el área que abarca las zonas del actual SHM-PANM y Vilcabamba respondió a cuestiones de índole religiosa y a la necesidad de controlar un territorio adecuado para la producción de maíz, hoja de coca, maní, ají y frutas tropicales y para la extracción de cabuya, madera chonta, oro y plata, entre otros productos y bienes.

Las investigaciones realizadas por Glave y Remy respecto al valle de Ollantaytambo demuestran que durante los primeros años de la Colonia la zona estuvo poblada por los ayllus Cusco, Chinchaysuyu, Araccana y Yanaconas; además ellos concluyeron que:

[...] los mitmas traídos de Chachapoyas en la conquista de Chinchaysuyo y repartidos en tierras de

¹ También denominada “quebrada de Torontoy”, que es donde el valle del Vilcanota se angosta, a la altura del km 91.5 de la vía férrea.



Ollantaytambo, Phiri, Guamanmarca, Amaybamba y Yucay no son los componentes de los ayllus Chinchaysuyo de Ollantaytambo y Yucay, sino más bien del de los Yanaconas del Rey y de esa masa flotante de gente que escapa a la contabilidad oficial española (Glave & Remy, 1983: 9).

Los estudios de María Rostworowski (1993 [1962]), John Murra (1979), Ian Farrington (1984) y Federico Kauffmann Doig (2005) llevan a considerar que uno de los principales intereses del Estado inka para su expansión fue ampliar la frontera agrícola con el fin de incrementar la producción y mantener control sobre determinados recursos. Para ello, se destinó una gran cantidad de mano de obra al mejoramiento y construcción de caminos, emplazamientos y sistemas agrícolas a lo largo de todo el Tawantinsuyu, aunque en la zona de Picchu muchos de estos responden a cuestiones netamente ceremoniales y no fueron construidos con fines de producción a gran escala. En cuanto a los caminos, el Estado inka, a través de un sistema vial fiscalizado por emplazamientos estratégicamente ubicados, mantenía un permanente control de la producción y el acceso a los espacios de Ollantaytambo, Vilcabamba, Amaybamba y Ocobamba.

Es importante, para profundizar en el conocimiento del espacio actual del SHM-PANM, introducirnos en el sistema de tenencia de tierras existente en el Tawantinsuyu. De acuerdo con gran parte de los cronistas, la tenencia se daba de tres formas: tierras del inka –Estado–, tierras del Sol o culto y tierras del común o pueblo. Así,

el cronista mestizo Garcilaso de la Vega señala que el inka repartía dichas tierras en tres partes:

[...] la una para el Sol y la otra para el Rey y la otra para los naturales. Estas partes se dividían siempre con atención que los naturales tuviesen bastante-mente en qué sembrar, que antes les sobrasse que les faltasse. Y cuando la gente del pueblo crecía en número, quitaban de la parte del Sol y de la parte del Inca para los vasallos [...] (Garcilaso de la Vega, 1985 [1609]: 166).

También lo afirma así Bernabé Cobo respecto a la división de tierras al señalar que, luego de una conquista, el inka destinaba una parte de las tierras para él, otra para la religión y la tercera para la comunidad, aunque esta división podía tener variaciones (1892 [1653]: 246).

Sin embargo, tras el estudio de una serie de crónicas, protocolos de litigios, reclamos y pretensiones de tierras en los alrededores del Cusco, Rostworowski sugirió que la referencia cronística respecto a que en el Tawantinsuyu las tierras se dividían en tierras del inka, del culto y del común del pueblo resulta demasiado simplista (1993 [1962]: 105). Con relación a las tierras del inka, esta autora las clasifica en “tierras generales del inka [...] del Estado, que producían y cubrían los ingresos del presupuesto del incario [...]; tierras en poder de las panacas reales; y [...] las tierras pertenecientes a la persona de un determinado soberano” (Rostworowski, 1993 [1962]: 105).



La zona actual del SHM-PANM es un espacio que refleja la organización imperial cusqueña. En base a la interpretación de los documentos analizados, los monumentos arqueológicos de mayor importancia y sus respectivas áreas productivas pertenecían al Estado inka. Sin embargo, dentro de este gran territorio había zonas agrícolas y ganaderas que eran en cierta manera tierras de determinado soberano, de las *panaka*, del culto y del sol, entre otras. En las tierras estatales, las labores eran realizadas por mitmas que procedían de distintas partes del Tawantinsuyu, mientras que las tierras en posesión privada del soberano o las *panaka* eran trabajadas por *yanas* (Rostworowski, 1993 [1962]:108). Asimismo, resulta probable que cierto porcentaje de estas tierras hayan correspondido a *moyas* del inka (del Estado), como describió Uriel García (1959); tierras que, de acuerdo a los documentos publicados por Rostworowski (1993 [1962]), eran trabajadas mediante la *mita*, un sistema que se vio afectado al momento de la irrupción española en el Tawantinsuyu, lo que generó el desabastecimiento de mano de obra en la zona. Cabe notar que la producción de este tipo de tierras era para el Estado inka y para que el inka de turno las emplease en función a las necesidades de su cargo (Rostworowski, 1993 [1962]: 109).

Las investigaciones realizadas acerca de los tipos de tenencia de tierras durante el periodo inka sugieren que el Estado controlaba su distribución y empleo en base a su importancia política, económica y religiosa. Los espacios anexados eran implementados en función a variables de estos tipos y tal sería el caso de gran parte de los

terrenos situados a lo largo del valle del Vilcanota y del actual SHM-PANM.

A inicios del siglo XX, la sociedad cusqueña experimentaba profundos cambios producto de fenómenos sociales, como la reforma universitaria y la industrialización-modernización. En 1911, el profesor Hiram Bingham, en su calidad de director de la Expedición Peruana Yale (EPY) y gracias al apoyo de las autoridades peruanas y la sociedad cusqueña, visitó un gran número de monumentos arqueológicos en la región de Cusco. Luego, el 24 de julio del mismo año, en compañía del sargento de la Guardia Civil Fabián Carrasco, Bingham fue conducido por Melchor Arteaga a las “ruinas” de Machupicchu, donde habitaban los arrendiados Toribio Richarte, Anacleto Álvarez y Tomás Fuentes con sus familias.

Bingham fue el primero en elaborar teorías acerca de la función de la *llaqta* de Machupicchu. Inicialmente, propuso que el Templo de las Tres Ventanas era *Tampu'oqo*, el mítico lugar de origen de los inka (Bingham, 1930:1); luego, basándose en los resultados del análisis del material osteológico recuperado en 1912, sugirió que la *llaqta* estuvo habitada por las vírgenes del Sol y que habría sido la última capital de los inka de la resistencia, cuyo nombre originalmente fue Vilcabamba (Bingham, 1930: 116; 2008 [1948]: 78, 246). Si bien estas teorías tuvieron acogida durante la primera mitad del siglo XX, a partir de las investigaciones de Valcárcel (1929 [1928]: 100) –y muy a pesar de algunos investigadores– en la actualidad todas han sido descartadas.

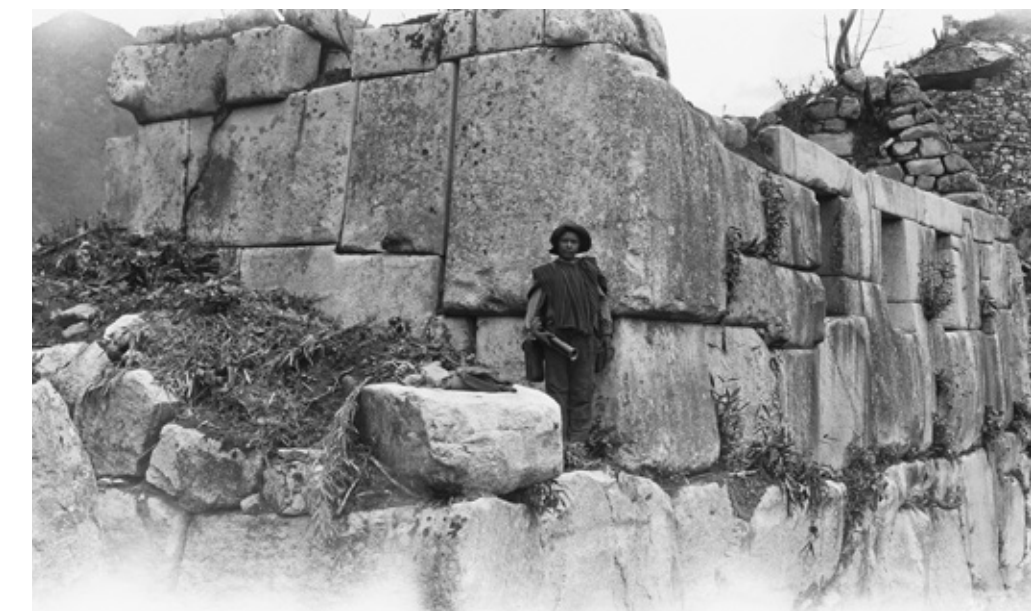
Dentro de este gran territorio había zonas agrícolas y ganaderas que eran en cierta manera tierras de determinado soberano, de las *panaka*, del culto y del sol, entre otras.



Fotografía del 22 de setiembre de 1911 frente a la vivienda de Anacleto Álvarez. De izquierda a derecha: Toribio Richarte, Tomás Fuentes y dos personajes no identificados (fotografía: EPY; cortesía de National Geographic Society).

Bingham fue el primero en elaborar teorías acerca de la función de la *llaqta* de Machupicchu. Inicialmente, propuso que el Templo de las Tres Ventanas era Tampus'oto, el mítico lugar de origen de los inkas (Bingham, 1930:1); luego, basándose en los resultados del análisis del material osteológico recuperado en 1912, sugirió que la *llaqta* estuvo habitada por las vírgenes del Sol y que habría sido la última capital de los inkas de la resistencia, cuyo nombre originalmente fue Vilcabamba (Bingham, 1930: 116; 2008 [1948]: 78, 246). Si bien estas teorías tuvieron acogida durante la primera mitad del siglo XX, a partir de las investigaciones de Valcárcel (1929 [1928]: 100) —y muy a pesar de algunos investigadores— en la actualidad todas han sido descartadas.

La zona que comprende el actual SHM-PANM desde tiempos inkas fue un espacio directamente relacionado con la *llaqta* de Cusco. Hasta comienzos del siglo XX, la existencia de un gran número de monumentos arqueológicos en el departamento de Cusco no era considerada como una fuente importante de información histórica. Estas llamadas “ruinas” eran sistemáticamente saqueadas y el único valor que se les daba consistía en los tesoros que podían contener. Es así que el descubrimiento científico de la *llaqta* de Machupicchu inicialmente no tuvo mayores repercusiones entre la intelectualidad cusqueña. Sin embargo, hubo personajes comprometidos con la defensa del patrimonio cultural, como José Gabriel Cosío, quien en enero de 1912 organizó la primera expedición cusqueña a la *llaqta*. A raíz de esta, Cosío publicó un artículo donde relata el viaje



*El Templo de las Tres Ventanas en la *llaqta* de Machupicchu, una representación del origen mítico de los inkas en Tampus'oto. Personaje no identificado. (fotografía: EPY; cortesía de National Geographic Society).*

que realizó al valle del Vilcanota, describe el camino y los lugares por donde pasó la expedición y considera que la *llaqta* de Machupicchu —en función a su ubicación y arquitectura— fue un emplazamiento de suma importancia en la región, un espacio de encuentro y peregrinaje (1912: 2, 22-23).

En la década de 1920, Luis Llanos realizó investigaciones en las zonas de Salapunku y Choqellusk'a del actual SHM-PANM y llegó a la conclusión de que las construcciones existentes tuvieron como función la defensa y la producción y almacenamiento de alimentos y

otros productos destinados a fines ceremoniales, además de sugerir que la producción agrícola de Pisqak'ucho fuera destinada para el Sol y para el inka (Llanos, 1926 [1923]: 32, 34), es decir, para el culto y el Estado.

Hacia 1928, Valcárcel propuso que Machupicchu era una *llaqta* inka con “ciertas características locales del estilo Tampu” (1929 [1928]: 100). Lamentablemente, no logró caracterizar efectivamente este estilo, ya que se limitó a describir cuestiones arquitectónicas (Valcárcel, 1929 [1928]: 100-101) que son evidentes como respuesta a las condiciones medioambientales de la zona. Valcárcel propuso, además –en base a las crónicas de Sarmiento, Murúa y Cabello de Balboa–, que la conquista del valle de Tampu y las construcciones en la zona, incluyendo a la *llaqta* de Machupicchu, habían sido construidas por órdenes del inka Pachakuti y manifestó la importancia principalmente religiosa de la *llaqta* y su relación con la geografía sagrada de su entorno. Infiere entonces que las ciudades de Ollantaytambo y Machupicchu debieron cumplir funciones similares, pero no idénticas: la primera debió ser un tipo de capital política; la segunda, un centro religioso favorecido por el entorno físico de montañas, que contextualizan su sacralidad (Valcárcel, 2009 [1964]: 80).

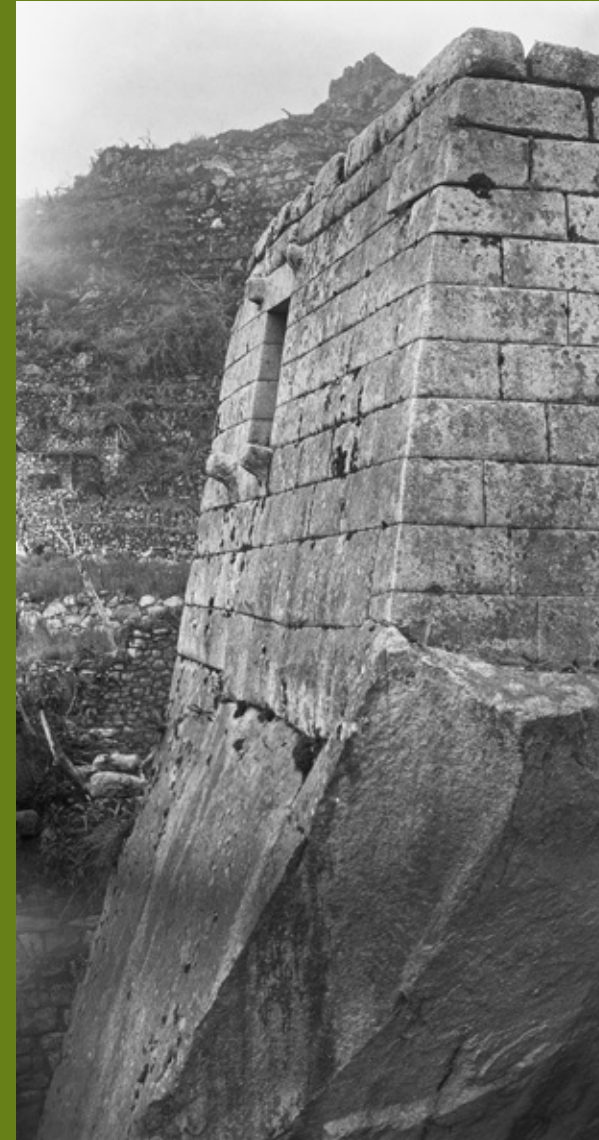
Siguiendo a Valcárcel, los tampu habrían sido el grupo que estuvo asentado en el actual distrito de Ollantaytambo y su área de influencia abarcaría la zona del SHM-PANM y también parte de la selva amazónica (1929 [1928]: 89-103; 2009 [1964]: 42). Asimismo, indicó que Ollantaytambo “habría sido la llave para ingresar a tan

rica región intertropical [...], por lo cual se hacía evidente la necesidad de poder tener el control de estas tierras y sus productos” (Valcárcel, 2009 [1964]: 36).

El viajero Old Hunter, hacia fines de la década de 1920, en base a la ubicación y arquitectura de la *llaqta* de Machupicchu, sugirió que tuvo una población limitada y compuesta principalmente por sacerdotes; además, que no fue una fortaleza, tampoco una gran ciudad capital, ni un palacio. Debido a las limitadas capacidades productivas de su área nuclear y a la dificultad del acceso, la *llaqta* debió haber sido un santuario, una ciudad sagrada donde la casta sacerdotal era mantenida por las ofrendas de los peregrinos (Hunter, 1929: 105-106). Sin embargo, esta propuesta no es acorde a las evidencias arqueológicas.

A partir de la década de 1930, Luis A. Pardo se interesó por profundizar en el conocimiento de la *llaqta* de Machupicchu y realizó una descripción detallada del monumento, resaltando cada una de sus características. Además, discutió respecto a las teorías sobre su origen y función, cuestionando y desbaratando acertadamente la hipótesis propuesta por Bingham respecto a que la *llaqta* de Machupicchu era Tampus'ocqo (Pardo, 1941: 72) y sugirió más bien que Machupicchu funcionó como un tipo de pequeño señorío (Pardo, 1961: 291).

En la misma época, Philip Means señaló que la *llaqta* de Machupicchu corresponde a un emplazamiento inka construido durante el gobierno del inka Pachakuti en la primera mitad del siglo XV, cuya función era principalmente la de fortaleza de frontera (1931: 254-255).



Ventana noreste del Templo del Sol (fotografía: EPY; cortesía de la National Geographic Society).

Julio C. Tello consideró que la *llaqta* de Machupicchu era el centro inka de mayor importancia en la zona y notó que la arquitectura de numerosos recintos había sido modificada, refaccionada y reparada, probablemente como respuesta a cambios de funciones y para lo cual los arquitectos inkas habrían empleado una técnica más rústica: con elementos líticos canteados unidos con mortero de barro y cuñas, además de aplicación de enlucido (UNMSM, 2016 [1942]).

En 1961, Emilio Harth Terré propuso que la *llaqta* de Machupicchu era la capital de la zona: una compleja “ciudad autárquica” con características urbanas en relación a sus dimensiones y con la capacidad de cubrir las necesidades de sus habitantes frente a cualquier situación desfavorable (1961: 171-172).

El mismo año, Uriel García consideró que la *llaqta* de Machupicchu era una ciudad pequeña (en comparación con Cusco y Ollantaytambo) que superaba a las demás en cuestiones relacionadas a la producción textil, ya que habría sido un gran centro de producción inka habitado por “mujeres escogidas”, en el sentido de un gran *aqllawasi* (1961: 87).

Por su parte, Hermann Buse sugirió que la construcción de la *llaqta* de Machupicchu fue un proyecto imperial sumamente demandante que pudo durar hasta tres generaciones, diseñado tanto para albergar a la élite inka y la casta sacerdotal de mayor importancia, como con la función de un emplazamiento seguro frente a cualquier contingencia. Asimismo, concluyó que su ubicación –especialmente escogida en función a caracterís-

ticas geográficas sagradas– era secreta y que funcionaba como una ciudad imperial sagrada y como reducto (Buse, 1978: 42-43).

En 1971, Manuel Chávez Ballón, en base a información etnohistórica y al patrón arquitectónico de la *llaqta* de Machupicchu, planteó a manera de interrogante que podría ser una versión de la *llaqta* de Cusco, “realizada en pequeño y a la mayor perfección”, y que habría sido construida durante el proceso de expansión inka al mando de Pachakuti (1971: 4). Al respecto, cronistas como Guamán Poma (2005 [1615]), Cieza de León (2005 [1553]) y Garcilaso de la Vega (1985 [1609]) refieren la existencia de “otros Cuscos” en el Tawantinsuyu.

Víctor Angles ha supuesto que la *llaqta* de Machupicchu fue un centro urbano inka de suma importancia, con jerarquía de capital política y religiosa sobre el ámbito del actual SHM-PANM, y que podría ser ciudad hermana y/o haber rivalizado con la *llaqta* de Cusco (1984 [1972]: 104-105). Además, sugirió, basado en conjeturas desprendidas de información cronística, que el emplazamiento no fue conocido por los últimos inkas ni por los españoles (Angles, 1984 [1972]: 84-102).

En la década de 1980, Italo Oberti resaltó la importancia productiva de la zona de Machupicchu y consideró que la *llaqta* se encontraba en un lugar estratégico entre Cusco y Vilcabamba (1981).

Por su parte, Glave y Remy realizaron investigaciones en el Archivo Arzobispal y en el Archivo Regional del Cusco, donde encontraron documentos de importancia para el entendimiento del desarrollo de las hacien-

Este territorio fue conquistado por el inka Pachakuti, quien se adjudicó la mayor parte de los terrenos del piso de valle. Luego, sus hijos Mama Ocello y Topa Inga tuvieron terrenos en Piscobamba (sector entre Ollantaytambo y Torontoy).



Muro del conjunto 35, donde se aprecia la diferencia entre los mampuestos del muro (fotografía: EPY; cortesía de National Geographic Society).

das en la zona del SHM-PANM, como el manuscrito de 1568 de los frailes agustinos del Cusco, donde estos rinden su manifestación acerca de los “ingas más principales y viejos”, incluyendo a los caciques de Tambo y de Picchu (1983: 11).

Este documento brinda datos referentes a la ocupación inka de la zona del actual SHM-PANM y contiene una lista de los terrenos cultivados por los inkas entre Ollantaytambo y Chaullay. Se desprende de él que este territorio fue conquistado por el inka Pachakuti, quien se adjudicó la mayor parte de los terrenos del piso de valle. Luego, sus hijos Mama Ocllo y Topa Inga tuvieron terrenos en Piscobamba (sector entre Ollantaytambo y Torontoy) y los hijos de los señores del Cusco los tuvieron en Rondobamba. Siguiendo el documento, Pachakuti dio tierras en el valle de Tanqaq a los chinch-

ysuyos. Según Rowe, probablemente esto se refiere al ayllu de Chinchaysuyo, que fue uno de los cuatro ayllus de Ollantaytambo durante la época del virrey Toledo (Rowe, 1990 [1987]: 141).

El análisis y la interpretación de la información documental del periodo colonial llevados a cabo por Rowe, en particular del manuscrito de los agustinos de 1568, lo aventuraron a sugerir que, si todos los terrenos del fondo del valle pertenecían a Pachakuti, entonces los de la parte superior, incluyendo a la *llaqta* de Machupicchu, también eran de su propiedad (1990 [1987]: 142). Además, Rowe consideró correcta la afirmación de Glave y Remy respecto a que el nombre original de la *llaqta* de Machupicchu era Picchu, Piccho o Picho² y que fue conocida por los españoles del siglo XVI (Rowe, 1990 [1987]: 141, 143).

² El término “Picho” es utilizado en referencia a una zona amplia en la documentación colonial, donde observamos que cuando se trata de litigios sobre las tierras de Picho se mencionan lugares como Picho, Macho Picho, Huayna Picho, Apu Pichoc, Capac Pichoc y Picchu Viejo, entre otros.

Para Fernando Cabieses, la *llaqta* de Machupicchu fue un centro de carácter ceremonial dentro de una cadena de adoratorios que se emplazan en dirección hacia la Amazonía (1983: 47-48). Además de cuestionar las interpretaciones tradicionales, Cabieses se enfocó en temas particulares como la división *hanan/hurin*, el Intiwatana, el Templo del Sol y –en función a la información cronística de los siglos XVI y XVII– las analogías que la *llaqta* presenta con otros emplazamientos del Tawantinsuyu (1983).

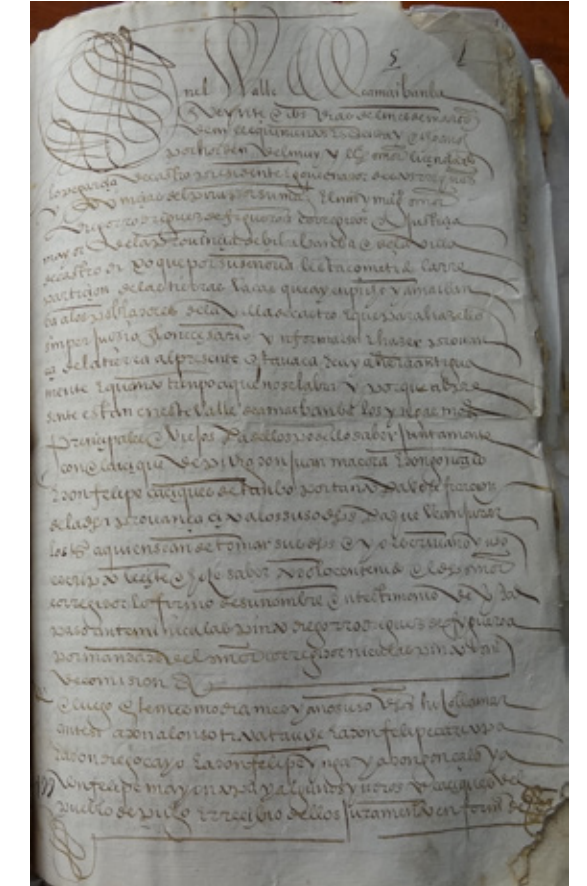
Por su parte, Marino Sánchez consideró que la *llaqta* de Machupicchu era un centro místico, mágico y religioso habitado por mujeres enanas, *mamakona*, sacerdotisas, brujas y adivinas que cumplían diversas funciones (1989). La teoría propuesta por Sánchez se basó en los resultados de los análisis realizados por Eaton al material óseo humano recuperado en la *llaqta* de Machupicchu por la EPY de 1912, quien concluyó que correspondían a 167 individuos y que la proporción entre hombres y mujeres adultos era aproximadamente 1:4 (Eaton, 1990 [1916]: 65). En 2003, el re análisis realizado por Verano definió que la proporción entre hombres y mujeres se encuentra dentro de los rangos normales (1:1.54), lo que desbarató todas las teorías que empleaban esta variable como punto de interpretación para la función de la *llaqta* de Machupicchu.

En base a las propuestas de autores tempranos como Valcárcel (1929 [1928]), Johan Reinhard trabajó sobre la importancia que tiene la geografía sagrada en la *llaqta* de Machupicchu, donde se articulan el paisaje

y la religión inka. Este autor propuso que “los motivos de la ubicación y las funciones primarias de Machupicchu, se relacionaban con la geografía sagrada, así como con las orientaciones celestiales y el ciclo hidrológico” (Reinhard, 2002 [1991]: 55). Por su parte, en base a las labores ejecutadas por el PLAISHM en el ámbito del SHM-PANM, se ha definido que la noción de geografía sagrada se aplica a una gran cantidad de monumentos arqueológicos en la zona y a otros en espacios adyacentes emplazados en el Chinchaysuyu (Ollantaytambo, Vilcabamba) y el Antisuyu (Amaybamba). Por ende, la ubicación de los monumentos arqueológicos de mayor importancia en el ámbito de estudio responde a cuestiones principalmente relacionadas con la sacralidad del paisaje.

Al respecto, la sacralidad de la *llaqta* también se reafirma en su planificación y arquitectura, también en la presencia de numerosas *waka*, *phaqcha* y espacios relacionados con rituales, además de recintos con funciones arqueoastronómicas. En este último aspecto, cabe considerar al Templo del Sol, cuya ventana noreste estuvo relacionada con la observación del solsticio de junio (Dearborn & White, 1982, 1983); a la cueva de Intimachay, en relación al solsticio de diciembre (Dearborn, Schreiber y White 1987), el solsticio de junio y los lunísticos (Ziołkowski *et al.*, 2013); al recinto Espejos de Agua, que guardaría correspondencia con el recorrido del sol durante el solsticio de junio y los equinoccios (Cabada, 2008); y al Mirador de Inkaraqay, que resulta una estructura relacionada con la ob-

Folio 1 del manuscrito de los Agustinos de 1568 (fuente: Archivo Regional del Cusco; fotografía: Alex Usca).



servación del solsticio de junio y la salida heliacal de las pléyades (Astete, Ziolkowski & Kosciuk, 2018).

Para Alfredo Valencia y Arminda Gibaja, la *llaqta* de Machupicchu fue un centro estratégico de poder regional –administrativo, religioso y productivo– sometido a la tutela de la capital del Tawantinsuyu; además corresponde al centro de un sistema de ceques y a un espacio donde se realizaban observaciones astronómicas relacionadas con el ciclo agrícola y los rituales (1992: 324-325).

Unos años después de la publicación de Valencia y Gibaja, Franklin Pease definió a Machupicchu como un “conjunto ecológico y cultural” que llegó casi incólume hasta el siglo XX (1998), donde se puede observar cómo los hombres y las mujeres de los Andes lograron vencer difíciles condiciones geográficas para generar áreas de cultivo y, a su vez, mejorar las condiciones del suelo para la agricultura de una gran variedad de productos, con predominancia de maíz.

Siguiendo la línea de Rowe (1990 [1987]), para Wright y Valencia la *llaqta* de Machupicchu es una propiedad real del inka Pachakuti. Sus investigaciones llevaron a estos estudiosos a concluir que la *llaqta* es una obra maestra de ingeniería y arquitectura, construida en base a una minuciosa planificación en un lugar remoto, donde el inka podía comunicarse con las montañas y rendirles culto (Wright & Valencia, 2006 [2000]).

En esta misma perspectiva se encuentran Richard Burger (2003, 2004), Lucy Salazar (2004, 2007) y Susan Niles (2004), quienes, en función a lo propuesto

por John Rowe y a la interpretación de la información cronística (en los dos primeros casos apoyándose en el análisis de los materiales excavados por Bingham en la *llaqta* durante la expedición de 1912), apuntan a la teoría de que Machupicchu fue un palacio o hacienda real de Pachakuti, donde él y sus descendientes podían descansar, relajarse y entretenerse mediante diversas actividades, además de prácticas de índole ritual. De esta manera, ellos han propuesto que la *llaqta* y su producción fueron parte del patrimonio personal del inka, patrimonio que, luego de su muerte, continuó siendo administrado por su panaka.

En contraposición a lo anterior, Kauffmann Doig (2005, 2013) considera que la *llaqta* de Machupicchu y los demás testimonios monumentales de Vilcabamba (Wiñaywayna, Intipata y Choqekiraw, entre otros) fueron construidos en el marco de un proyecto estatal inka de expansión de la frontera agraria, cuya finalidad fue ganar terreno fértil en las laderas del flanco oriental de los Andes. Asimismo, este autor sugiere que tales emplazamientos eran templos donde se rendía culto y se efectuaban rituales a la Pachamama y a la divinidad, que tenía plenos poderes sobre los fenómenos atmosféricos.

En 2005, Luis Guillermo Lumbreras planteó, en base a las crónicas de Betanzos y Sarmiento de Gamboa, que Machupicchu sería el pueblo llamado Patallaqta, donde se encontraba el mausoleo de Pachakuti (2005: 19). La idea de que Patallaqta es el topónimo primigenio de la actual *llaqta* de Machupicchu es también sostenida por

La llaqta de Machupicchu vista desde el monumento arqueológico Llaqtapata con el nevado Waqaywillke (Verónica) en la parte trasera superior de la imagen, 1912 (fotografía: Hiram Bingham; cortesía de la National Geographic Society).





Vista panorámica del conjunto 28, Tres Portadas, de la llaqta de Machupicchu durante las labores de deforestación de la EPY, 1912 (fotografía: Hiram Bingham; cortesía de la National Geographic Society).

Paolo Greer (2009) y María del Carmen Martín Rubio (2013). Sin embargo, autores como Brian Bauer consideran que la Patallaqta a la que hacen mención Betanzos y Sarmiento —que era el lugar donde se guardaba la momia de Pachakuti— se ubica en el barrio de T'oqokachi en la ciudad de Cusco (2000 [1998]: 55).

Los trabajos arqueológicos y etnográficos de Luis Barrera Murillo (2009), lo llevaron a sugerir que la *llaqta*

de Machupicchu era un centro administrativo y ceremonial ocupado solo durante algunos momentos para actividades ceremoniales, principalmente fue utilizado como *golqa* para almacenar los productos cultivados en la zona, aunque esta última afirmación resulta sumamente cuestionable.

Como se ve por lo expuesto, han sido numerosas las teorías propuestas para intentar definir qué tipo de

asentamiento fue la *llaqta* de Machupicchu. Si bien en base a las evidencias arqueológicas algunas de estas han sido cuestionadas y descartadas, una parte de otras son válidas para esclarecer su naturaleza. El análisis y la interpretación de las evidencias históricas y arqueológicas definen a la *llaqta* de Machupicchu como un centro político, administrativo y religioso que respondió a la necesidad del Estado inka de contar con un

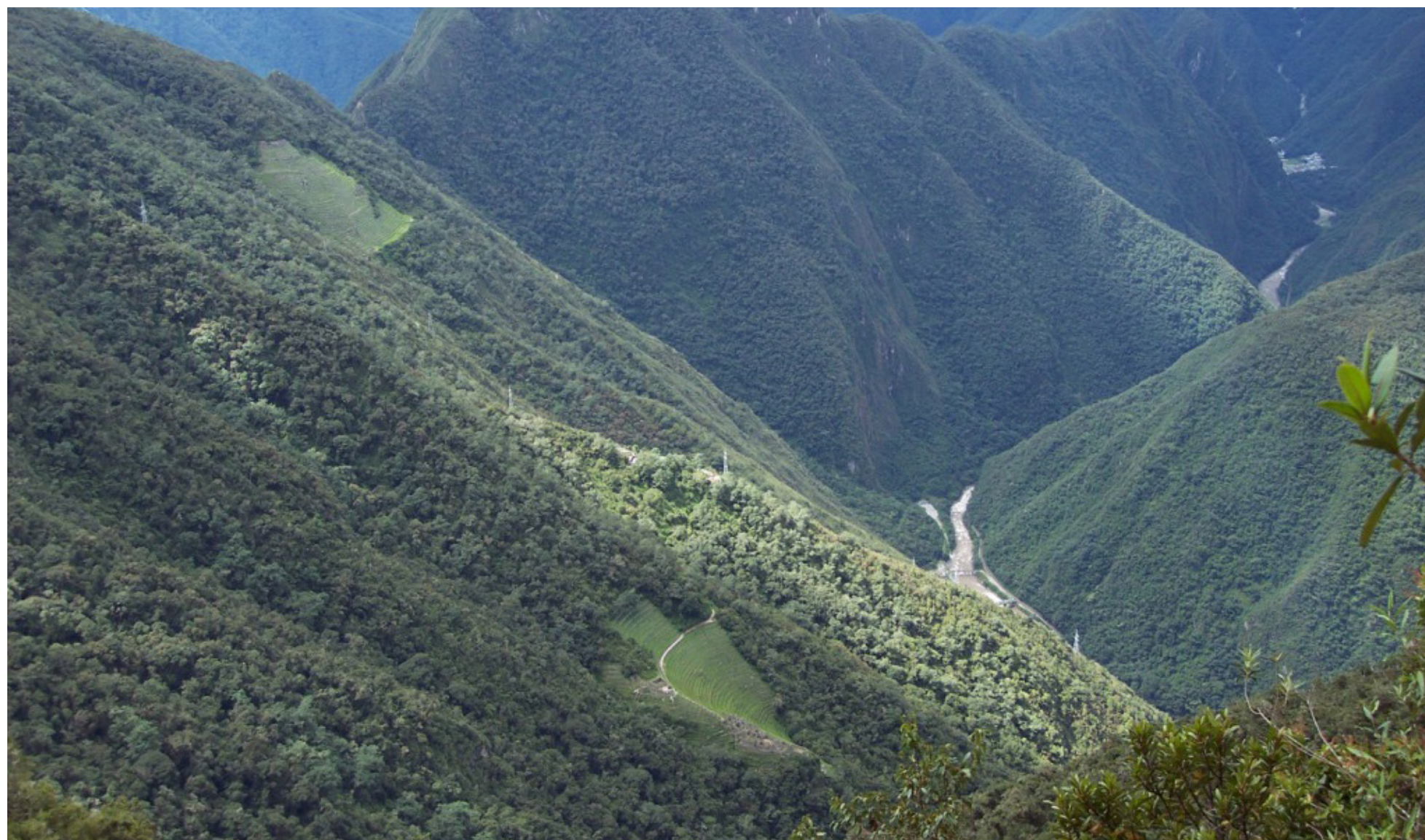
lugar estratégicamente ubicado que fungiese de nexo integrador entre los Andes y la Amazonía, en relación directa con la geografía sagrada de la zona. En esta línea de entendimiento, se refuerza la idea de la *llaqta* de Machupicchu como un asentamiento estatal complejo que desempeñó el rol de capital de los espacios de Vilcabamba y Picchu.



Biodiversidad

Los ecosistemas silvestres

JOSÉ ISRAEL ARAGÓN



Vista panorámica del bosque montano del santuario con la presencia de los monumentos Intipata y Wiñaywayna.

Con una extensión de poco más de 37 mil hectáreas, el Santuario Histórico de Machupicchu es un área natural protegida de un tamaño relativamente pequeño en comparación con otras áreas; no obstante, se trata de un entorno con características geográficas muy especiales, al abarcar un gran rango de altitudes desde las cumbres de más de 6000 m s. n. m. hasta el profundo valle del río Vilcanota-Urubamba, en medio del cañón de Machupicchu-Torontoy, en donde se llega a 1900 m de altitud; y la distancia lineal entre estos dos puntos del santuario es de solamente 17 kilómetros.

Estos contrastes en distancias tan pequeñas permiten la existencia de todo un conjunto de ecosistemas silvestres que se conforman en muestra representativa de los Andes hacia su encuentro con la Amazonía. Ha habido intentos anteriores de comprender mejor toda esta diversidad de ambientes, por lo que se utilizó el sistema de clasificación de zonas de vida (elaborado por Leslie Holdridge) con este fin, llegando a establecer la presencia de entre 9 a 13 zonas.

El esquema de zonas de vida ya no se utiliza para entender la diversidad de ecosistemas, dado que trata de predecir la vegetación en base a factores climáticos, sin considerar los suelos, la presencia del agua que puede cambiar la configuración de la vegetación, ni la riqueza de la vegetación realmente existente.

En los últimos años han surgido nuevos esquemas de clasificación en los cuales se busca entender los ecosistemas desde el terreno, a través de la descripción de la flora y los factores que influyen en ella, y estableciendo

jerarquías, dado que diferentes ecosistemas comparten ciertos factores que permiten agruparlos en biomas, ecorregiones y pisos ecológicos. Este esquema conjunto de ecorregiones y sistemas ecológicos, elaborado por el World Wildlife Fund en 2001 para ecorregiones y por NatureServe entre 2004 a 2009 para sistemas ecológicos, constituyen una mejor base para comprender la diversidad de ecosistemas en el Santuario Histórico de Machupicchu.

A continuación, hacemos un recorrido a través de las cuatro ecorregiones y los sistemas ecológicos que son abarcados en ellos, utilizando los senderos del camino inka (rutas desde Salkantay y Piskaqucho hacia Machupicchu) y del acceso amazónico que va hacia la hidroeléctrica. Estos son los ecosistemas silvestres de Machupicchu, empezando desde las zonas más frías, continuando por las zonas más secas y terminando en las más húmedas y ricas en biodiversidad.

1. ECORREGIÓN DE LA PUNA

En el Perú hay tres tipos de puna, de las cuales la ecorregión de la Puna central andina húmeda se presenta en el Santuario Histórico de Machupicchu (y también en la mayor parte del Cusco). Esta puna corresponde al bioma de los matorrales y pastizales montanos, y generalmente abarca las zonas con altitudes mayores a 3700-3800 m s. n. m. También se le denomina a esta ecorregión los Altos Andes, en donde las plantas y animales muestran adaptaciones especiales a las condiciones climáticas especiales.

En la puna, dos hechos físicos son notables: por un lado, es el aumento del frío a medida que se asciende en altitud y, por el otro, es la baja presión atmosférica que hace difícil la respiración al recorrer las montañas, a lo cual tienen que enfrentarse no solo los visitantes dentro del camino inka, sino también la misma flora y fauna. Es curioso notar que, a pesar del frío extremo, esta ecorregión se encuentra inmersa dentro de los Andes tropicales (definida por encontrarse entre los trópicos de Cáncer y Capricornio). Los siguientes son los ecosistemas de la puna dentro del Santuario Histórico de Machupicchu.

1.1 Nevados y glaciares

También denominados nieves perpetuas, zona glacial, picos o cumbres nevadas, es la zona donde el frío es tan extremo que se forman campos de hielo conocidos como glaciares, resultado de la compactación de nieve en bloques helados. Se trata de un ecosistema inhóspito y a primera vista desolado, con pocos animales. No obstante, es un ecosistema de gran importancia dado que se almacena el agua dulce proveniente de las precipitaciones, que se deshiela poco a poco y alimenta las cabecezas de cuenca, siendo verdaderas “torres de agua” que hoy en día se enfrentan a la desglaciación, producto del cambio climático.

De acuerdo al Inventario Nacional de Glaciares elaborado por el Instituto Nacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña, se estima que hay 42 glaciares repartidos en seis nevados dentro del santuario, pertenecientes a dos cordilleras: Vilcabamba y Urubamba. El más especta-

cular de todos estos es el nevado Salkantay, que llega a 6271 m de altitud. El glaciar más conocido y accesible del Salkantay es el glaciar Inkachiriasqa, que se encuentra al entrar en el santuario desde Soraypampa y que es bastante atípico dado que está a 4900 m de altitud, por debajo del límite nival de 5000 m; esto es porque es un glaciar de valle que puede encontrarse a menores altitudes. Este glaciar es objeto de monitoreo actualmente por el Sernanp para determinar los efectos del cambio climático en los ecosistemas de alta montaña.



Glaciar Inkachiriasqa, glaciar de valle accesible para evaluaciones glaciológicas y objeto de monitoreo por los efectos del cambio climático.



Vista al nevado Verónica, ubicado en la zona de amortiguamiento del santuario.

Abra Inqachiriaska, puerta de entrada al camino inka desde el sur del Santuario Histórico de Machupicchu.

Xenophyllum es un género de plantas fanerógamas perteneciente a la familia de las asteráceas.



1.2 Puna subglacial

Entre los 5000 y los 4800-4700 m de altitud se extiende este ecosistema, también conocido como vegetación geliturbada de la puna húmeda y zona periglacial. Debido a los vientos extremos, la vegetación es mayormente de plantas pequeñas rastreras que no pueden crecer alto, y que se encuentra desperdigada entre zonas rocosas. En zonas muy expuestas la norma suele ser zonas rocosas y desnudas. En estas altitudes, las nevadas son bastante frecuentes, aunque la nieve se derrite más rápidamente y no llega a acumularse para formar glaciares. En previsión de los efectos que tiene el congelamiento sobre las células vegetales (ya que puede destrozarlas fácilmente), estas plantas tienen adaptaciones especiales para evitar este congelamiento, lo que vuelve muy especial a este ecosistema; como la planta típica *Xenophyllum*, de la familia de las margaritas.

Es fácil apreciar este ecosistema a lo largo del trayecto de entrada al santuario desde Pampa Japonesa, pasando hacia el abra Inkachiriaska y de allí a Sisaypampa.



Hippocamelus antisensis, también llamado taruka, taruca o ciervo andino.

Hippocamelus antisensis es un mamífero que actualmente se encuentra en situación vulnerable.



1.3 Pajonales altoandinos

Por debajo de los 4800 m de altitud, se encuentra la puna típica, asociada a los prados y pastizales dominados por plantas gramíneas (es decir, pastos), como el ichu (*Stipa ichu*) y la chiliwa (*Festuca dolichophylla*), los cuales se amontonan en paquetes cerrados que se denominan amacollados, por lo que tienen la forma típica de los pajonales, y que es una adaptación para mantener calor en la zona cercana a las raíces. Este ecosistema domina hasta los 4200-4000 m de altitud, y en el lado oriental y sur del Santuario Histórico de Machupicchu se extiende incluso más abajo, hasta 3700 m de altitud.

Estos pajonales altoandinos, con la diversidad de pastos y otras plantas herbáceas que presentan, conforman uno de los ecosistemas más extensos del Santuario Histórico de Machupicchu, y son el alimento de los herbívoros grandes altoandinos (y también consumidos por la ganadería). Esta zona es ideal para las manadas de tarukas (*Hippocamelus antisensis*), el ciervo altoandino que llega a estas altitudes, que es gregario (a diferencia de otros venados) y que está amenazado de extinción.



Achupalla (Puya herrerae), planta arrosetada propia de la puna.



1.4 Rodales de achupallas (puya)

En medio de los pajonales, a veces aparecen conglomerados de achupallas (especie *Puya herrerae*). Estas plantas pertenecen a la misma familia que las piñas y las bromelias epífitas de la selva alta, pero que en la alta montaña presentan tendencia a hacerse más grandes, llegando incluso a ser gigantes (como es el caso de *Puya raimondii*, que no se encuentra en el santuario).

A este tipo de vegetación se conoce como plantas arrosetadas gigantes, y presentan hojas coriáceas espinosas como protección frente a los herbívoros; sus inflorescencias vuelven famosa a esta vegetación.

Se pueden ver estas plantas arrosetadas entre Llulluchapampa y abra Incachiriasca, en el camino inka.

Vista a los bosques de q'euña (Polylepis).



1.5 Bosques de q'euña

Se conoce como q'euñas a un género de árboles (*Polylepis*) que llegan a la línea límite hasta donde puede crecer vegetación leñosa (4200 m s. n. m. en el caso del Perú), y que conforman los bosques a mayor altitud en todo el mundo. Estos árboles se caracterizan por ser retorcidos y generalmente achaparrados, siendo su dosel mayormente de 2 m de altura y máximo 5 m. Además, tienen hojas coriáceas y una corteza que se descascara. Estos árboles notables se presentan en las quebradas y zonas protegidas de la puna entre los 4200 a 3700 m de altitud, conformando un ecosistema singular donde pueden encontrarse aves e insectos especializados.

Los bosques de q'euña se encuentran en relictos, es decir, parches aislados. Antes tenían una distribución mucho más amplia pero las quemadas y presión de ganadería impiden que se recuperen en el resto del Perú, por lo que todas las especies de *Polylepis* se encuentran en diferentes categorías de amenazas de extinción. Dentro del Santuario Histórico de Machupicchu, en sectores como Wiñaywayna, Aobamba y Runkurakay, estos bosques son protegidos para el futuro. Afortunadamente parece que están aumentando su extensión en estos últimos años, asimismo se hacen campañas de reforestación con este género.

Ejemplar de un árbol del género Polylepis.



Ejemplo de un bofedal en el sector de Sisaypampa.



1.6 Bofedales y pajonales inundables

En zonas en la puna donde el agua inunda suelos, sea por inundaciones estacionales de los arroyos y lagunas como por afloramiento de aguas subterráneas y manantiales, se presenta un conjunto de humedales altoandinos que son más ricos en diversidad de hierbas que las zonas secas. Estos son los bofedales (también conocidos como oconales), terrenos pantanosos donde se acumula la vegetación muerta que no se puede descomponer debido al frío, formando turberas.

En general, se puede distinguir dos tipos de humedales: los bofedales en donde el agua es más permanente y los pajonales inundables que dependen de ciclos estacionales de crecidas de arroyos y lagunas. Estos ecosistemas son los más ricos en especies vegetales consumidas por los herbívoros de la puna (y el ganado); por ejemplo, para los gansos andinos o wallatas (*Oressochen melanopterus*), especie que viene a pastar en los bofedales. Debido al cambio climático, estos humedales están en riesgo de desaparecer.

Pajonal arbustivo del sector de Phuyupatamarca.



1.7 Pajonales arbustivos

Cuando se voltea el abra de Warmiwañusq'a y, al subir y bajar del abra de Runkuraqay, entre 4200 a 3800 m de altitud, la puna empieza a poblarse de muchos más arbustos que antes, debido a que hay mayor recepción de humedad por las nubes que vienen desde la Amazonía hacia la vertiente oriental andina.

Estos son los pajonales arbustivos altoandinos y altimontanos, que pueden ser pluviales (en las punas al norte del santuario y que limitan con Huayopata)

y pluviestacionales (los pajonales arbustivos en camino inka).

Debido a la mayor humedad, se siente más el frío. Estos ecosistemas constituyen un verdadero ecotono donde se entremezclan las punas con el borde de la selva alta o yungas, por lo que ya anuncian el cambio de vegetación (y de clima) de seco a húmedo.

2. ECORREGIÓN DE LOS VALLES INTERANDINOS PERUANOS

Al bajar de altitud desde los 3700 m y descender hacia el valle interandino en la cuenca del río Vilcanota (por ejemplo, al descender por el valle de la quebrada Kusichaka desde Pampaqhawana hacia Wayllabamba y luego a la confluencia cerca de Q'oriwayrachina), la vegetación arbustiva y arbórea se vuelve más densa y diversa, además de la fauna que es más variada.

Ya dejamos de estar en el mundo altoandino y entramos en los bosques secos andinos que conforman una nueva ecorregión: los bosques secos de los valles interandinos peruanos, correspondiente al bioma de los bosques secos tropicales y subtropicales de hoja ancha.

Originalmente estos valles interandinos eran netamente forestales, pero actualmente los bosques secos se presentan en relictos aislados en todos los Andes tropicales. Se trata de una ecorregión que ha sufrido la impronta humana desde hace milenios, dado que los bosques secos presentan los mejores suelos con aptitud para la agricultura, por lo que la actividad agropecuaria desde sus inicios se dio en esta ecorregión. Por ello, estos bosques secos han sido uno de los ecosistemas más afectados por el impacto humano, lo cual también es característico en el Santuario Histórico de Machupicchu.

Los bosques secos de los valles interandinos no se encuentran bien representados en el sistema nacional de áreas naturales protegidas. El santuario protege importantes relictos conformados por árboles amenazados de extinción y que requieren mayor investigación. En

muchas zonas, debido al historial de uso de suelos y la degradación de ecosistemas, estos bosques fueron reemplazados por matorrales espinosos.

A continuación, revisamos los bosques originales aún existentes y los matorrales que los reemplazan en su mayor parte en el Valle Sagrado.

2.1. Bosques de la subpuna

Entre los 3700 a 3200 m de altitud están los bosques de clima templado frío, donde se entremezclan árboles altoandinos, como las q'euñas, con un conjunto de matorrales y árboles más característicos, especialmente el chachacomo (*Escallonia resinosa*), por lo que son más conocidos como bosques de chachacomo. Se pueden observar estos bosques en Huayllabamba al ir ascendiendo hacia Ayapata.

Al igual que la mayoría de árboles nativos, el chachacomo es una especie amenazada de extinción, aunque afortunadamente está aumentando su uso en los programas de reforestación.

Un bosque en clímax de la subpuna puede llegar a los 5 m de altitud, y empiezan a cobijar especies animales que requieren bosques. Un ejemplo es el *luychu* o venado de cola blanca (*Odocoileus peruvianus*), mal llamado “tarruka”, el cual tiene refugio en los bosques secos para desplazarse hacia las zonas agrícolas.



Luycho o venado de cola blanca (Odocoileus peruvianus), especie representativa de los valles interandinos.



Vista al bosque de chachacomos en el camino inka en el sector de Wayllabamba.

Bosque seco de unca
(*Myrcianthes oreophila*)
en Ayapata.

Ejemplares de esta especie de árbol
(*Myrcianthes oreophila*).



2.2. Matorrales y pastizales de la subpuna

En mayor parte, los bosques de la subpuna han sido reemplazados por matorrales y pastizales. Entre los 3700 a 3200 m de altitud se observa cómo los pajonales altoandinos bajan hasta un piso altimontano (debajo de los 3700 m s. n. m.), entremezclándose con una vegetación arbustiva más variada, que incluye arbustos de chilca (*Baccharis*) y otros espinosos como el llaulli (*Barnadesia horrida*). Estos matorrales y pastizales conforman un ecosistema secundario, producto de las quemadas, sobrepastoreo y degradación de suelos por agricultura, por lo que se encuentran en suelos barbechados para futuro uso agrícola.

2.3. Bosques mesoandinos

Entre Ayapata y Llulluchapampa al ir por el camino inka es posible observar un bosque relicto importante de unca (*Myrcianthes oreophila*). Se trata de un bosque mesoandino, que generalmente en el resto del Cusco aparecen por debajo de 3200 m s. n. m., pero que se encuentra en una altitud mayor justo en este lugar.

Los bosques mesoandinos incluyen especies importantes para madera, como el *sivis* o cedro andino (*Cedrela angustifolia*) o el pisonay (*Erythrina falcata*), y llegaron a cubrir el Valle Sagrado de los Incas y el valle del Cusco. Debido a este preciado producto, estos árboles se encuentran amenazados. Caminar por un bosque mesoandino, como es el de uncas en Ayapata, nos da una ventana hacia el pasado, mostrando que originalmente los valles interandinos no eran escasos de árboles, y que albergan una importante flora y fauna.



Vista a las arboledas y arbustos
del bosque seco de tara en medio
del paisaje antrópico.

Matorrales espinosos en el valle
interandino.



2.4. Bosques secos de molle y tara

A diferencia de los bosques mesoandinos, los bosques de molle (*Schinus molle*) y tara (*Caesalpinia spinosa*) son más abiertos y con menor humedad y se entremezclan con matorrales, por lo que se les conoce como bosques y matorrales xéricos interandinos. El molle es uno de los pocos árboles andinos que no se encuentra amenazado de extinción, y que tiene un buen potencial de regeneración, en tanto que las semillas de la tara actualmente son aprovechadas por los pobladores locales para venta al mercado, proporcionando ingresos.

Los bosques abiertos de tara que se observan en el Santuario Histórico de Machupicchu en los trayectos de Meskay, Q'oriwayrachina y Tarayoc llegan a recubrirse de epífitos como las bromelias, indicando una buena salud del bosque. Estos bosques actualmente están entremezclados entre una matriz de granjas, al ser árboles que prosperan mejor en paisajes agropecuarios.

2.5. Matorrales espinosos mesoandinos

Los bosques mesoandinos en su mayor parte fueron reemplazados por una vegetación de matorrales producto de la explotación forestal y el historial de uso agropecuario, estableciéndose dos tipos de matorrales: los matorrales espinosos interandinos y los matorrales secos de chamana. En el primer caso, como indica su nombre dominados por plantas espinosas, siendo las más destacadas los cactus, como la tuna (*Opuntia ficusindica*), y otras especies.



*Chamana (Dodonaea viscosa),
arbusto dominante en pisos secos.*

*Bosque ribereño de alisos en el
camino inka.*



2.6. Matorrales secos de chamana

El otro tipo de matorral mesoandino es dominado por la chamana (*Dodonaea viscosa*), un arbusto cosmopolita de rápida propagación. Es notable que, a pesar de ser cosmopolita (es decir, de distribución mundial), también se puede considerar como arbusto nativo, dado que al parecer llegó a Sudamérica desde Australia hacia 1 o 2 millones de años atrás, dando tiempo para integrarse a los ecosistemas andinos en ese lapso. No obstante, también es indicador de ecosistemas secundarios, producto de procesos de deforestación en valles secos interandinos. Es fácil apreciar esta especie en lugares como Tarayoc.

2.7. Bosques y matorrales ribereños mesoandinos

En los valles interandinos, se extienden en sectores y quebradas bosques ribereños dominados por el aliso (*Alnus acuminata*), un árbol que tiene requerimientos especiales de humedad y que es una especie de rápido crecimiento, la especie dominante del ecosistema de vegetación ribereña, y que antes bordeaba las márgenes de todos los ríos y quebradas por debajo de los 3500 m en valles interandinos; la vegetación ribereña de estas quebradas incluye plantas características como la niwa (*Cortaderia*) y la cola de caballo (*Equisetum arvense*).

Estos bosques se desarrollan en terrenos con fuerte pendiente, donde no pueden desarrollarse totorales u otro tipo de humedal que requiere aguas estacionarias. La presencia de fuentes cercanas de agua permite que el aliso, especie pionera, tenga un crecimiento tan o más rápido que árboles introducidos como pinos y eucaliptos. Este ecosistema se extiende también hacia los bosques húmedos de la selva alta.



3. ECORREGIÓN DE LA SELVA ALTA O YUNGAS PERUANAS

Esta ecorregión está conformada por los bosques montano húmedos subtropicales y tropicales que se extienden por los flancos orientales andinos, en el sector occidental y norte del Santuario Histórico de Machupicchu. Esta zona tiene la mayor diversidad biológica de los Andes, donde las intensas lluvias causadas por el efecto sombra de lluvia (las nubes se acumulan en esta ecorregión) permiten el crecimiento de ecosistemas exuberantes, que de hecho son incluso los más ricos en la región neotropical.

La vegetación es extremadamente diversa, formando un mosaico de diferentes tipos de bosques que se reparten por pisos, en su mayor parte desarrollándose sobre fuertes pendientes, y la geomorfología varía muy dramáticamente dentro de la ecorregión, desde planicies a valles encañonados, como es el caso del río Vilcanota-Urubamba en el cañón de Machupicchu-Torontoy. El clima varía de moderadamente templado a tropical con fuertes lluvias. La mayoría de los suelos son ácidos, mal desarrollados y someros con litología variada; pero en zonas más planas los suelos son más ricos, por lo que son más propicios para explotaciones agrícolas.

Esta ecorregión es el núcleo del *hotspot* de los Andes tropicales, abarcando desde el límite con las punas a 3800-3700 m s. n. m. hasta el encuentro con la Amazonía. A pesar de esta enorme diversidad, contiene ecosistemas frágiles, varios de los cuales ya han sido impactados por el ser humano. A continuación, recorreremos estos ecosistemas:

3.1. Bosques húmedos y estacionales de ceja de selva

Conocidos como bosques altimontanos y bosques enanos, en inglés *elfin forest*, constituyen los ecosistemas a mayor altitud dentro de esta ecorregión, entre 3800 a 3000-2500 m s. n. m. Aquí los árboles no pasan de los 10 m de altura y tienden a tener follaje de hojas pequeñas; varias epífitas crecen sobre el suelo y la capa de humus alcanza hasta 1,3 m de grosor. Estos ecosistemas son limitados en la parte alta por el mosaico ecotonal entre el bosque enano y los pajonales arbustivos húmedos.

De acuerdo a la humedad, los bosques más pluviales se encuentran en las cabeceras de las microcuencas de Aguas Calientes, Alccamayo y Mandor, en tanto que en el camino inka, en los sectores de Pacaymayo Alto y Sayaqmarka se aprecia un bosque más estacional en su precipitación. Empieza a notarse una rica variedad de orquídeas y picaflor; en varios sectores aparecen parches de un bambú andino conocido como kurkur (*Chusquea*), que al parecer entra en ciclos de expansión y retroceso en dinámicas ecológicas aún no conocidas. Los árboles presentan troncos recargados de musgos y epífitas.

La ecorregión de la selva alta o yungas peruanas está conformada por los bosques húmedos subtropicales y tropicales que se extienden por los flancos orientales andinos, zona de mayor diversidad biológica de los Andes.



Bosque altimontano de ceja de selva, donde las epifitas avasallan los troncos de los árboles.

Las nubes se arremolinan sobre los bosques de selva alta, contribuyendo al nombre de bosque nublado que es típico para esta altitud.



3.2. Bosques nublados

La selva alta típica, también llamada nuboselva y bosques de nubes (*cloud forests*), abarcando el piso altitudinal entre los 3000 y 2500 m hasta los 2000 a 1500 m s. n. m. Aquí el dosel del bosque es de 20 m de altitud y es un mundo rico en diversidad vegetal. En Wiñaywayna se ha podido comprobar la presencia de 45 diferentes especies de árboles en una parcela de una hectárea de extensión. Todo este entorno de los bosques nublados es el que rodea al monumento arqueológico de la *llaqta* de Machupicchu y otros asentamientos, tanto precolombinos como actuales.

Como indica el nombre, estos bosques suelen estar cubiertos de nubes y neblina, con lluvias constantes en la estación húmeda. Los árboles aparecen recargados de

epífitas en sus ramas, y las orquídeas presentan su mayor diversidad. A pesar de su tranquilidad, es un bosque con fuertes dinámicas ecológicas, incluyendo las causadas por derrumbes y deslizamientos que inician ciclos sucesionales que aumentan la diversidad vegetal.

Aún debe investigarse más sobre estos bosques, desde el aumento del conocimiento de la riqueza de vida hasta los servicios ecosistémicos que proporcionan. De hecho, las hojas anchas de estos bosques “atrapan nubes”, es decir, ayudan a condensar la humedad de las nubes y llevan el agua hacia el suelo, posibilitando los caudales en las quebradas. Es muy posible que el agua potable de Machupicchu Pueblo sea resultado en su mayor parte de esta acción, demostrando una de las varias formas en que benefician a los seres humanos.



Las bromelias del género Tillandsia, conocidas localmente como wecontoy, dominan las paredes rocosas en la selva alta.

3.3. Vegetación rocosa de yungas

Dentro de la selva alta, en las paredes rocosas se desarrolla una vegetación más especializada, compuesta por epífitas y entre las que destacan las bromelias del género *Tillandsia*.

Este ecosistema es bastante singular, ya que el agua que se acumula en estas bromelias es el hábitat para una rana endémica, la chejlla o rana marsupial de Chilca (*Gastrotheca ochoai*), que solamente se encuentra en Cusco. Curiosamente, no fue sino hasta el 2012 cuando se descubrió que las numerosas bromelias que cubren estas paredes rocosas alrededor de Machupicchu constituyen una especie nueva para la ciencia, *Tillandsia machupicchuensis*.

Se trata de un ecosistema frágil, dado que los incendios pueden arrasarlo rápidamente con esta vegetación sin haber forma de combatirlos por las características del terreno, poniendo en peligro a las especies endémicas presentes.

3.4. Bosque del Alto Urubamba

En el valle del Alto Urubamba, por debajo de los 2000 m de altitud, en los sectores de Mandor y San Miguel y extendiéndose hacia la provincia de La Convención, antes se extendía (y aún existen relictos) un bosque relativamente menos húmedo cuya flora tiene muchos elementos en común con la región de la Chiquitania de Cochabamba en Bolivia. Este valle subhúmedo de yungas o bosque sabanero es diferente en composición de especies respecto al resto de la selva alta en el mismo piso, y sus condiciones climáticas peculiares explican la idoneidad de esta región para la producción de café actualmente; los bosques que aún existen en el Alto Urubamba tienen un alto valor para su conservación, debido a su singularidad, dado que gran parte de este bosque fuera del Santuario Histórico de Machupicchu ha desaparecido por los incendios forestales, siendo reemplazada en su mayor parte por una sabana o pastizal de selva alta dominada por pastos exóticos.



Los bosques del Alto Urubamba se encuentran en el santuario en los sectores de Mandor y San Miguel.

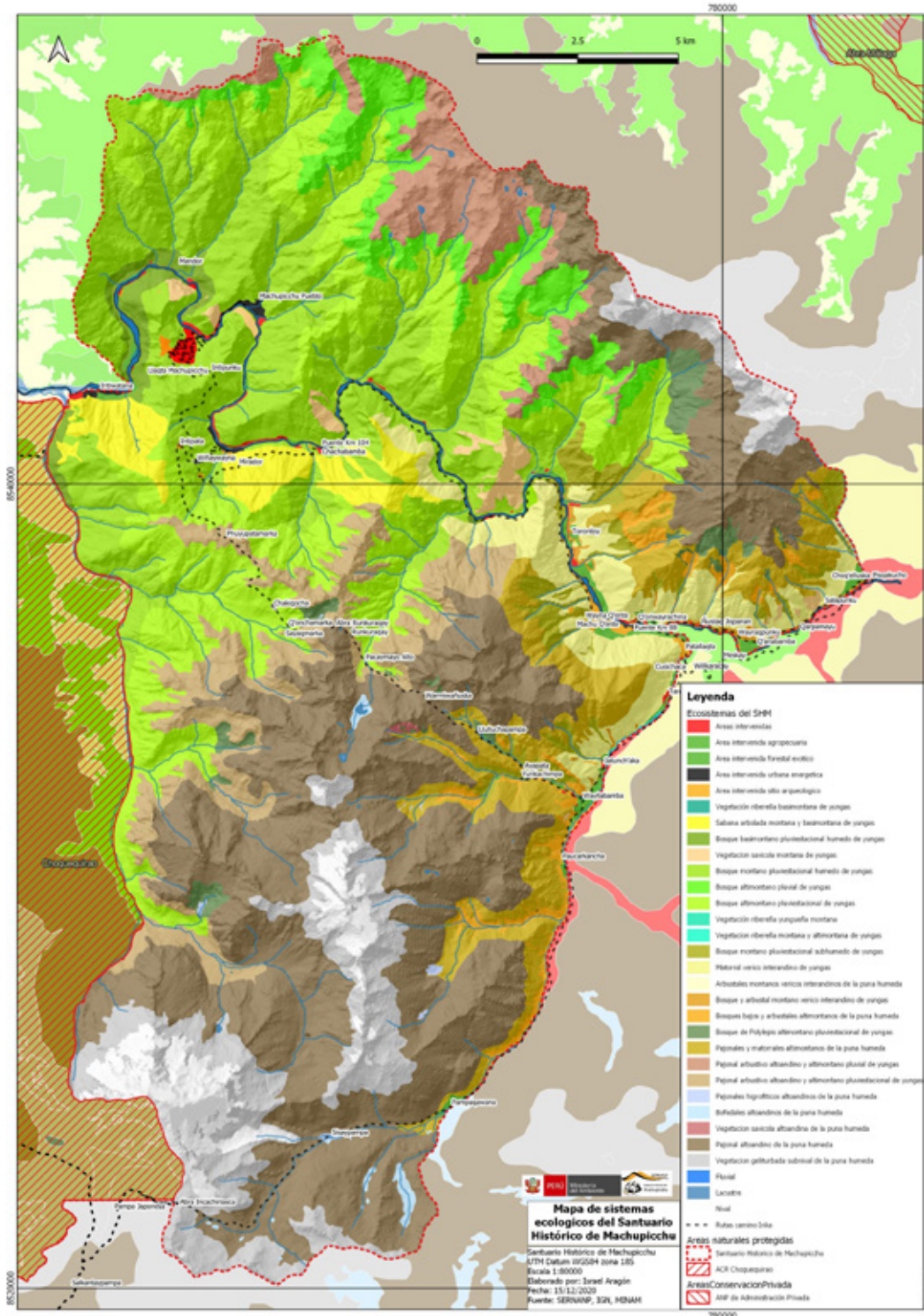
Vista al bosque ribereño del
Vilcanota en el acceso amazónico.

3.5. Bosques y vegetación ribereña de selva alta

Los regímenes de inundaciones y retrocesos en quebradas y ríos de la selva alta, especialmente el Vilcanota, posibilitan que se desarrolle todo un mosaico de sucesión vegetal, desde plantas que son reemplazadas cada año por las inundaciones y que crecen rápidamente en la estación de secas (cola de caballo, *Equisetum arvense*, y el arbusto Tessaria) hasta árboles de crecimiento rápido, como el aliso (*Alnus acuminata*) y el pacaé (*Inga feuillei*).

Este mosaico constituye un humedal fluvial, más apreciable en el Vilcanota a lo largo del acceso amazónico, donde las condiciones de las orillas posibilitan diferentes tipos de vegetación y dan refugio a aves y mamíferos de ambiente acuático que se alimentan de los peces.





El río Vilcanota constituye el mayor cuerpo de agua dentro del Santuario Histórico de Machupicchu, fluyendo a través del profundo cañón dentro del área natural protegida.

4. RÍOS Y LAGUNAS: ECORREGIÓN ALTOS ANDES AMAZONAS

Al igual que en los ambientes terrestres, los ambientes acuáticos también pueden clasificarse en ecosistemas y ecorregiones, basado en los regímenes hídricos. En los Andes del Cusco, el bioma acuático característico es el de Aguas dulces montanas, que comprende ríos y arroyos de alto gradiente, relativamente someros y de flujo rápido, con cascadas, además de complejos de humedales y lagos de altura, en condiciones climáticas montanas; la ecorregión correspondiente de Altos Andes Amazonas abarca los ríos y riachuelos de la puna, valle interandino y la selva alta en todo el Santuario Histórico de Machupicchu.

Aún debe hacerse una mejor clasificación de los ecosistemas acuáticos, pero desde ya es posible distinguir dos tipos principales: aquellos donde el agua se mueve en una dirección, es decir, ríos, arroyos, quebradas y manantes (ecosistemas lóticos) y aquellos donde el agua se mantiene estacionaria, como lagunas o cochas (ecosistemas lénticos).

El río Vilcanota constituye el mayor cuerpo de agua dentro del Santuario Histórico de Machupicchu, fluyendo a través del profundo cañón dentro del área natural protegida; las quebradas constituyen sus afluentes, siendo los principales las quebradas Aobamba y Kusichaka, que delimitan al santuario en oeste y este, respectivamente. Además, se presentan numerosas quebradas cuyas cabeceras se encuentran en las cordilleras de Urubamba al norte y Vilcabamba al sur. Dadas las



Catarata de Mandor, parte de la quebrada del mismo nombre en el acceso amazónico.

pendientes pronunciadas, estas quebradas se convierten en cascadas en lugares como Mandor o Alccamay. Los contrastes entre la estación de lluvias y secas suelen ser bastante marcados en la variación de los caudales de estos cuerpos de agua.

Numerosas lagunas pequeñas (denominadas como cochas en quechua) se encuentran en la puna, especialmente cerca de los nevados. Estas cochas son diversas en su calidad de agua y en la diversidad de seres vivos que contienen debido a los gradientes climáticos; en el camino inka es posible apreciar una cocha antes de subir al abra de Runkurakay, y una laguna que se ha convertido en un humedal al bajar de la mencionada abra.



Laguna de Runkuraqay en el camino inca antes de llegar al abra del mismo nombre.



Laguna de Salkantaycocha en el sector de Pampa Japonesa.

Investigaciones sobre la biodiversidad

JOSÉ ANTONIO OCHOA



Dysonia holgeri cusco, subespecie de saltamonte de la familia Tettigoniidae.

Para los cusqueños, Machupicchu siempre ha significado un orgullo muy grande, no solo porque es el monumento histórico más importante del Perú, sino porque todos los años recibe una gran cantidad de visitantes de todas partes del mundo. Al igual que todas las personas de diversas nacionalidades que la visitan, nosotros también sentimos esa impresión de “maravilloso” y “bello”.

Hay muchas cosas que impresionan en Machupicchu y, seguramente, las opiniones son variadas, pero quizás en lo que la mayoría está de acuerdo, es la arquitectura construida en aquella ubicación geográfica, inmerso en la naturaleza y enmarcada en medio de bosques montanos en los Andes como un caso excepcional de integración armónica entre los componentes naturales y culturales. Imaginamos que los inkas también sintieron esa misma sensación y, por ello, eligieron esta zona por su singular belleza para habitarla y desarrollarla.

Otro aspecto importante en la zona es su variabilidad ambiental, a pesar de que el Santuario Histórico de Machupicchu es relativamente pequeño, con un poco más de 37 mil hectáreas, comparado con otras áreas naturales protegidas en el Perú que son mucho más grandes, como el Manu, Purús, Tambopata y otras, en sus alrededores se puede encontrar, en espacios muy cortos, diversos tipos de ecosistemas andino-amazónicos, como los bosques montanos, bosques secos, valles interandinos, punas y zonas de alta montaña, donde ocurren diversos procesos ecológicos albergando una flora y fauna característica y diversa.

Gran parte de la diversidad del santuario se encuentra aún desconocida por la ciencia. Si bien en algunos grupos como las aves, mamíferos grandes, las orquídeas o los árboles, existe relativamente buena información, en muchos otros es escasa, en especial en artrópodos y otros invertebrados, así como en las plantas criptógamas. A nivel geográfico, existen también sectores menos estudiados, como el bosque seco y la puna, comparado con el bosque montano donde se han realizado la mayoría de investigaciones. A pesar de ello, lo que conocemos de la biodiversidad que alberga esta pequeña porción de la cuenca del río Urubamba es realmente único e impresionante.

CONOCIMIENTO ANCESTRAL

Los antiguos peruanos tuvieron un conocimiento excepcional de la naturaleza y la biodiversidad. Ello se demuestra en diferentes manifestaciones culturales como la cerámica, textiles, orfebrería e incluso monumentos y edificaciones. Pero sin lugar a dudas, donde se ha demostrado su mayor sapiencia fue en la domesticación y manejo de muchas plantas y animales. Asimismo, la presencia de animales en la mitología inka, como el puma, el jaguar, el cóndor y la serpiente, demuestra el gran respeto que guardaron hacia la naturaleza. Las crónicas del Padre Acosta, Garcilaso de la Vega y Cieza de León abordan en varios capítulos aspectos de la geografía, así como de la flora y fauna del Perú. La taruka, el oscollo, la vizcacha, el zorro, el zorrino y otros animales son mencionados varias veces en las crónicas.

Montañas y bosques de ceja de selva vista desde el sector de Wiñaywayna.

Las colecciones arqueológicas halladas en las expediciones de la Universidad de Yale en la *llaqta* de Machupicchu, dan una idea del uso y manejo de la flora y fauna que tuvieron sus habitantes en aquellos tiempos. Entre los objetos encontrados están huesos de animales, en algunos casos como ornamentos, instrumentos de música, alfileres decorativos de huesos de llama y herramientas de textilera. En la cerámica también se aprecian diseños y dibujos de camélidos, felinos, aves, serpientes, mariposa y flores.

Igualmente, en las tumbas de Machupicchu se hallaron huesos y cráneos de varias especies de mamíferos, como venado, vizcacha, sihuayro y la rata chinchilla (Eaton, 1916), todos ellos probablemente utilizados para alimentación por la gente que vivía en Machupicchu.

LOS PIONEROS

Durante los siglos XVIII y XIX varios naturalistas europeos visitaron el Perú con el objetivo de realizar exploraciones para documentar la flora y fauna de nuestro país o estudiar aspectos geográficos, personajes de talla mundial como Alexander von Humboldt y Charles Darwin realizaron investigación en nuestro territorio. También destacan en dicha época A. Raimondi, H. Ruiz, J. Pavón, A. Bonpland, A. D'Orbygn, J. von Tschudi, entre otros exploradores y estudiosos de nuestro país. Sin embargo, no todos los naturalistas llegaron a Cusco y mucho menos a lo que hoy es el ámbito geográfico del Santuario Histórico de Machupicchu, quizás por las dificultades logísticas de la época, por ello las



zonas más exploradas fueron los valles costeros, los Andes del norte y centro y la Amazonía central del Perú (Weberbauer, 1945).

Otro aspecto que no propició las exploraciones en Machupicchu fue la falta de una ruta comercial, ya que el principal acceso desde Cusco al valle de La Convención (conocida en la época como valle de Santa Ana), utilizado desde la época virreinal, se realizaba por la ruta desde Ollantaytambo, siguiendo por el pequeño poblado de Piri (a escasos 7 km de lo que hoy es el santuario), y ascendiendo hasta el abra Málaga, conocida en aquellos años como paso de Pantiacolla situado a 4330 m de altitud. El descenso desde el abra, seguía un camino que finalmente conducía a Huiro, para llegar nuevamente al valle del río Urubamba en la localidad de Chaullay (20 km río abajo del ámbito actual del santuario); por tanto, esta ruta evitaba justamente pasar por Machupicchu, debido al accidentado y peligroso cañón que inicia en Torontoy hasta el actual puente San Miguel. Esta misma ruta es la que probablemente utilizó Manco Inka en 1536 y también la utilizaron los españoles al someter a los inkas de Vilcabamba en el siglo XVI.

En particular, naturalistas como M. Claude Gay y Hugh A. Weddell realizaron exploraciones botánicas en el valle de La Convención en 1839 y 1847 respectivamente, pero también utilizaron el paso de Pantiacolla para visitar la zona. El prominente naturalista italiano Antonio Raimondi también visitó el valle de Santa Ana en 1858, utilizando esa misma ruta del abra Málaga, en un segundo viaje en 1865 incluso estuvo muy cerca del santuario al

visitar Santa Teresa y continuar su viaje hacia Mollepata por la ruta del nevado Salcantay (Lamas, 2003).

La misma situación ocurrió con el conde Francis de Castelnau en 1846 en su viaje por el río Urubamba, quien incluso reporta al gallito de las rocas (*Rupicola peruvianus*) cerca de Santa Ana (Castelnau, 1855), y Whitely en 1868 realizó colectas de especímenes de aves en zonas próximas a Machupicchu, como Huiro y Maranura, destacando la localidad tipo de *Thamnophilus caerulescens melanchrous* correspondiente a Huiro y que fue descrita en base a las colecciones de Whitely (Sclater & Salvin, 1876).

Jan Kalinowski, ornitólogo polaco que vino al Perú a finales del siglo XIX, también visitó la zona en diferentes oportunidades entre junio a noviembre de 1894 y realizó colecciones de vertebrados en localidades de Santa Ana, Echarati, Potrero, Pacaymayo, entre otras. Sus colectas fueron estudiadas por Berlepsch & Stolzmann en 1906 reportando 123 especies de aves, pero no colectó dentro del actual santuario.

Un camino de herradura por el curso del mismo río Vilcanota fue acondicionado recién en 1895, seguramente los caminos anteriores a esta fecha no eran adecuados para llevar grandes grupos de mulas y animales de carga, situación que propició que Machupicchu y otros sectores del santuario estuvieran científicamente desconocidas para las ciencias naturales por mucho tiempo, aunque ello no impidió que exploradores en busca de restos arqueológicos y tesoros inkas visitaran la zona durante el siglo XIX y quizás desde mucho an-



Jan Kalinowski a la edad de 44 años. Tomado de Sumar Kalinowski, J. 2017. De la tundra a la jungla. Jan Kalinowski, una historia natural.



Candelita de anteojos (*Myioborus melanocephalus*).



Batará variable (*Thamnophilus caerulescens melanchrous*).



Shwar q'ente o picaflor oreja violeta de vientre azul (*Colibri coruscans*).



Tunki o gallito de las rocas (*Rupicola peruvianus*), hembra en el nido.

tes. Por ejemplo, Charles Wiener, un explorador francés, indudablemente tuvo conocimiento de Machupicchu y Huaynapicchu en 1877 en su viaje por el río Urubamba, dando incluso indicios de su ubicación. El mismo Antonio Raimondi ofrece un mapa de la zona con la ubicación del cerro Machupicchu.

PRIMERAS EXPLORACIONES CIENTÍFICAS EN EL ÁMBITO DEL SANTUARIO

Probablemente, la primera exploración científica del componente natural dentro del ámbito geográfico que actualmente comprende el Santuario Histórico de Machupicchu fue realizada por el naturalista alemán Otto Garlepp, quien a finales de 1897 y 1898 realizó colecciones de mamíferos, aves e insectos en la cuenca del río Urubamba. Si bien sus anotaciones indican “río Vilcanota”, por las especies colectadas se entiende que estuvo dentro del santuario (Lamas, 2003). Entre las colectas de Garlepp destaca la raposa marsupial *Marmosa rufissa*, descrita por Thomas en 1899 y cuya localidad tipo es Huadquiña (Ceballos, 1981).

Otro de los pioneros al interior del santuario fue el eminente botánico Augusto Weberbauer en 1905. Estando en Cusco y después en Yucay en el valle del Urubamba, en junio de ese año se dirigió hacia la zona de Santa Ana, pasando por el abra Málaga en la ruta que conducía a la zona tropical hacia el valle de la Convención. Después de dos semanas, Weberbauer regresó a Yucay a principios de julio, pero siguiendo el mismo río Urubamba (Vilcanota), por lo que tuvo que transitar por caminos de herradura

en el mismo corazón del santuario, como se muestra en el mapa de su monumental obra *El mundo vegetal de los Andes peruanos* (1945). En sus propias palabras por ser época de estación seca, fue desfavorable para estudios florísticos y, probablemente, sea la razón de no tener mayores resultados de dicha expedición, aun así, sus colecciones para Machupicchu fueron posteriormente compiladas por Fortunato L. Herrera en 1919. Veintitrés años después Augusto Weberbauer regresó a Machupicchu siguiendo su misma ruta desde Quillabamba, para entonces Machupicchu ya era conocida mundialmente, estudió la flora en varios sectores dentro del santuario, como Torontoy, Colpani y la misma estación de Machupicchu. También realizó estudios en localidades cercanas, como Tancac, Piri y la ruta al abra Málaga, así como sectores en la parte inferior del río hasta Quillabamba.

EXPEDICIONES DE LA UNIVERSIDAD DE YALE

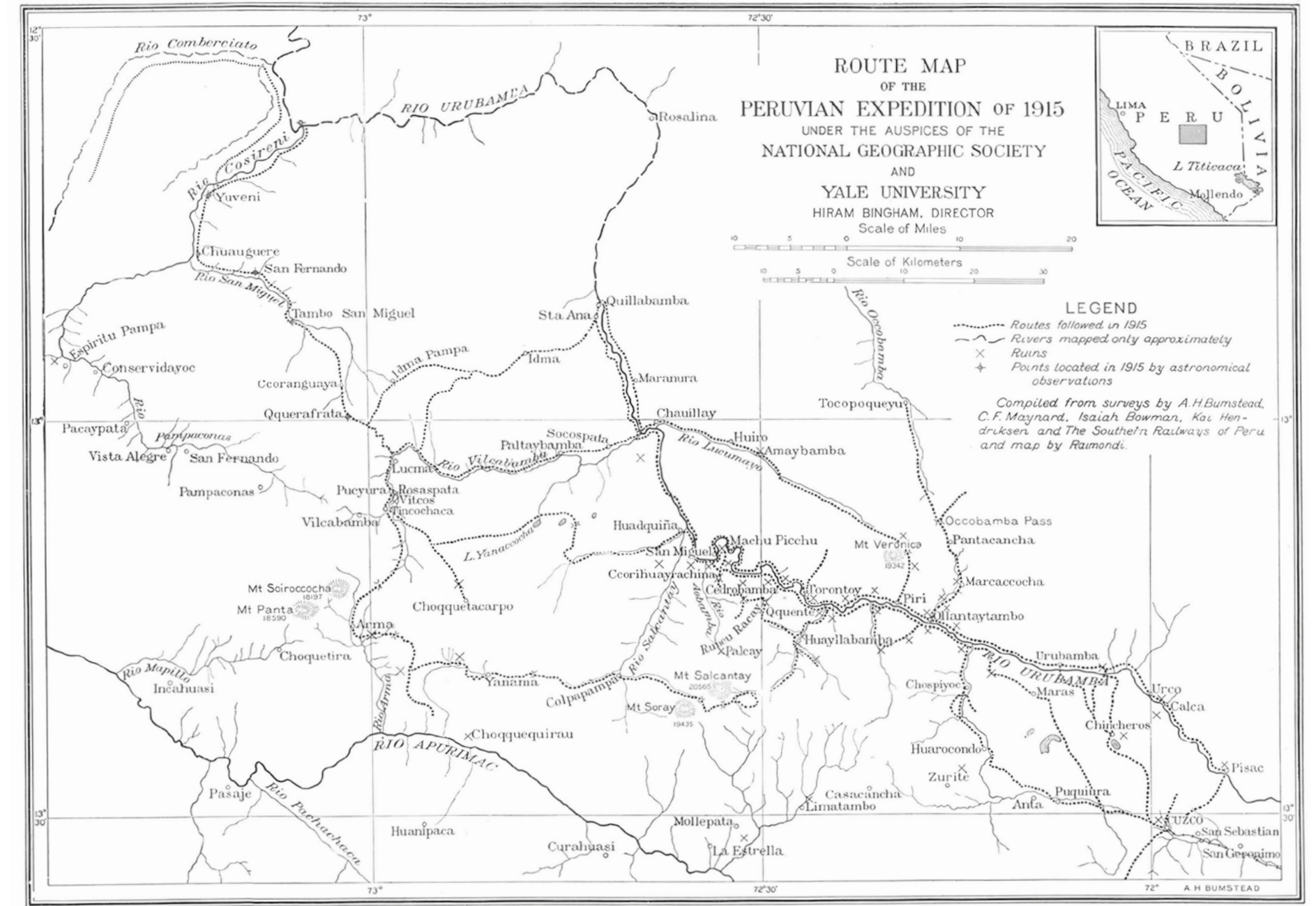
La expedición de la Universidad de Yale con auspicio de la National Geographic Society de 1911 y bajo la dirección de Hiram Bingham, no solo significó el descubrimiento científico de Machupicchu, también el inicio de las exploraciones científicas sobre la biodiversidad. Entre 1911 y 1915 se realizaron exploraciones arqueológicas, geológicas y topográficas, pero también se incluyeron estudios en el campo de las ciencias naturales, donde se coleccionaron especímenes de varios grupos de flora y fauna que sirvieron para que diferentes investigadores pudieran revelar los primeros resultados sobre



George Eaton, investigador de la Expedición de Yale (1915).



Cerámica hallada en la expedición de Yale. Resalta el diseño artístico de mariposas de la familia Geometridae, lo que reafirma la afinidad de la naturaleza para la cultura inca.



ROUTE MAP SHOWING TERRITORY EXPLORED IN 1915

Mapa de la ruta seguida por la Expedición de Yale de 1915, en su trabajo de exploración a Machupicchu y zonas aledañas.



La qalaywa o lagartija colaespiral espinosa (*Stenocercus crassicaudatus*), descrita científicamente en el siglo XIX, es la lagartija más común en la llaqta de Machupicchu.

Sapo inca (*Rhinella inca*), anfibio descubierto en la expedición de Yale de 1911.

Polyacanthoprocta orina, opilión descubierto en la expedición de la Universidad de Yale de 1911.



la biodiversidad del santuario. Las colectas hechas por las expediciones de Yale fueron realizadas no solamente en el ámbito de lo que hoy es el santuario, también en otras localidades, como Huadquiña, Santa Ana, Ollantaytambo, Urubamba, Cumpirusiata, Vilcabamba, entre otras, que actualmente corresponden algunas de ellas a la zona de amortiguamiento del santuario.

Destacan en este periodo el naturalista Harry W. Foote, quien participó en la primera expedición de 1911, y colectó muestras de varios grupos entre plantas y animales, principalmente insectos, arácnidos y briofitas. Posteriormente en las expediciones comprendidas entre 1914 y 1915, participó el conocido naturalista Edmund Heller que colectó principalmente aves y mamíferos; mientras que O. F. Cook y G. B. Gilbert colectaron plantas silvestres. Estos últimos recabaron más de 1650 ejemplares de plantas fanerógamas y muchos musgos y líquenes (Herrera, 1941). Cook incluso investigó sobre las plantas cultivadas publicando un interesante artículo en 1916 y considerando a Cusco como centro de domesticación en su obra de 1925.

Todas estas colecciones fueron estudiadas y publicadas por diferentes especialistas. Oldfield Thomas en dos sendos trabajos de 1917 y 1920 reportó las primeras listas de mamíferos para Machupicchu, donde describe varias especies nuevas como el ratón runcho *Lestoros inca* o el roedor *Akodon torques*. También reportó por primera vez para la zona al oso de anteojos *Tremarctos ornatus*, el venado gris *Odocoileus peruvianus*, entre otros. Por otro lado, George Eaton, quien era curador de osteología en

el Yale Peabody Museum of Natural History, estudió los restos de huesos y cráneos encontrados en las excavaciones de las tumbas de Machupicchu y, en 1916, publicó sus hallazgos, siendo lo más relevante la descripción de una rata chinchilla: *Abrocoma oblativa*, que Eaton consideró como extinta. Casi 100 años después esta especie fue registrada por primera vez en estado silvestre en el año 2009 y recientemente redescubierta en los bosques montanos de Wiñaywayna (Ochoa *et al.*, 2020). La rata chinchilla que hoy pertenece al género *Cuscomys* (Emons, 1999), es una de las tres especies endémicas de mamíferos del santuario junto con un pequeño roedor (*Akodon surdus*) y un murciélago reportado en la zona de San Miguel (*Mormopterus phrudus*).

En 1921, el ornitólogo Frank M. Chapman publicó los resultados de las expediciones de Yale con base en las colecciones de aves efectuadas por E. Heller en 1915 y del mismo Chapman en 1916. Las localidades evaluadas dentro del santuario fueron Torontoy, Cedrobamba y San Miguel, pero también evaluaron otros sectores aledaños como Santa Ana, Huadquiña, Ocobamba y Ollantaytambo, reportando la primera lista de aves para el ámbito del santuario. El trabajo completo de Chapman comprende registros desde La Raya hasta el río Cumpirusiata, cerca del Pongo de Mainique. El área que hoy comprende el santuario correspondería a lo que Chapman denominó como zonas subtropical y templada, donde reporta la presencia de 145 especies de aves. Especies bien conspicuas como la pava de monte (*Penelope montagnii*), el relojero (*Momotus*

Probablemente, la primera exploración científica del componente natural dentro del Santuario Histórico de Machupicchu fue realizada por el naturalista alemán Otto Garlepp, quien a finales de 1897 y 1898 realizó colecciones de mamíferos, aves e insectos en la cuenca del río Urubamba.



Orquídea wakanki (Masdevallia veitchiana).



Begonia sp.



Orquídea (Cranichis sp.).



Platanillo (Heliconia sp.).



Los ciempiés escutigeromorfos del género *Sphendononema* son depredadores de pequeños artrópodos.

aequatorialis), la gaviota andina (*Chroicocephalus serranus*), el melodioso chihuaco (*Turdus chiguanco*) y el mismísimo pichinco (*Zonotrichia capensis*) son listados por primera vez para el santuario.

Los anfibios y reptiles fueron estudiados por Leonhard Stejneger, T. Barbour y G. K. Noble en tres sendos artículos publicados entre 1913 y 1920. Destacan las descripciones del sapo inka (*Rhinella inca*) y la culebra *Oxyrhopus erdisii*.

Las colecciones de peces efectuadas por Heller fueron estudiadas por Carl H. Eigenmann, describiendo en 1927 algunas especies nuevas para el río Urubamba como *Bryconamericus pachacuti* y *Ceratobranchia binghami*, pero colectadas en el sector de Santa Ana.

En artrópodos se publicaron resultados en varios grupos. Las mariposas fueron estudiadas por Harrison Dyar en 1913, reportando varias especies nuevas como *Battus madyes montebanus* o *Actinote eresia binghamae*, esta última dedicada en honor a Hiram Bingham. Los Orthoptera (saltamontes, grillos y congéneres) estuvieron a cargo de Lawrence Bruner, en su trabajo de 1913 registra 17 especies entre saltamontes y palitos vivientes, algunos endemismos como los acrididos *Urubamba aptera* y *Ponderacris auriventris*, que habitan solamente en el ámbito del santuario. El entomólogo A. N. Caudell publicó sobre cucarachas, grillos y fásmidos, reportando algunas especies nuevas y conocidas hasta hoy solamente para Machupicchu, como *Chorisonewa peruana* y *Peruphasma transversata*. Finalmente, en esta etapa se puede mencionar a los entomólogos norteamericanos S. A. Rohwer y H. L.

Viereck, quienes reportan 27 especies de avispas y avispidas para Machupicchu y sectores aledaños. Para completar el grupo de los artrópodos, los resultados de los arácnidos fueron publicados por Ralph Chamberlin en 1916.

Sin duda esta etapa de 1911 a 1921 fue muy fructífera para el conocimiento natural de Machupicchu y nos ofreció una primera idea de la variada diversidad biológica del santuario.

LA CONTRIBUCIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

Desde las gestiones y apoyo del rector de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco - UNSAAC, Albert A. Giesecke, a la expedición de la Universidad de Yale en 1911, la subsecuente participación de José Gabriel Cosío como comisionado del gobierno y la primera delegación de estudiantes antonianos en la expedición de 1912, la UNSAAC siempre estuvo involucrada en las investigaciones realizadas en Machupicchu.

En el campo de las ciencias naturales, Fortunato L. Herrera fue el primer botánico cusqueño que realizó estudios en Machupicchu. Como catedrático de botánica de la Facultad de Ciencias de la UNSAAC, publica en 1919 su obra *Contribución a la flora del departamento del Cuzco*, donde revisa colecciones realizadas anteriormente en la zona de Machupicchu por Weberbauer, Foote, Bingham, Cook y Gilbert. Posteriormente, publica numerosos estudios como *Machupicchu. Apuntes sobre la flora de la quebrada* de 1933, hasta culminar en su *Sinopsis de la flora del departamento del Cuzco*, publicado en 1941, donde



Fortunato L. Herrera Garmendia (Cusco, 1875-Lima, 1945). Primer botánico cusqueño que realizó estudios en Machupicchu.

ofrece un recuento de todo lo que se conocía hasta la fecha para la flora cusqueña incluyendo Machupicchu y sus alrededores.

La posta la tomó César Vargas Calderón, distinguido botánico que, no solo siguió los pasos de Herrera como catedrático de botánica en la UNSAAC, también realizó estudios florísticos en Machupicchu. Fundador del Herbario que lleva su nombre, su contribución al conocimiento de la flora del Perú es notable. Entre sus obras relacionadas con el santuario se puede mencionar: *Flora de la región descubierta por la expedición The Viking Fund* (1943), *Orchids of Machu Picchu* (1965), *Flora del Santuario Histórico de Machupicchu* (1992), entre otras contribuciones. Muchas plantas que habitan el santuario, como *Miconia vargasii*, *Fleischmannia vargasii*, *Lupinus vargasianus*, llevan el nombre de este ilustre botánico como reconocimiento a su enorme labor.

En el campo de la zoología, la historia antoniana comienza en la década del sesenta, cuando el entonces rector de la UNSAAC Jorge Chávez Chaparro, quien también era zoólogo, propulsó la realización de colecciones zoológicas en el ámbito del departamento del Cusco, con el objetivo de contribuir al conocimiento de la fauna del Cusco e incrementar las colecciones del Museo de Historia Natural de la Universidad. Machupicchu obviamente fue uno de los sitios elegidos. El profesor Ismael Ceballos Bendezú, quien regentaba las cátedras de Zoología Sistemática y Zoogeografía, realizó colecciones de insectos en 1965 en las inmediaciones de Machupicchu, en particular de un grupo de hemípteros de

la familia Membracidae, con resultados publicados en 1980. Por esos años también presentó varias notas sobre los mamíferos de Machupicchu, hasta su bien conocida compilación de la fauna del santuario que fue publicada en 1992, pocos años después de su fallecimiento.

En la década del sesenta, la facultad de Ciencias de la UNSAAC también colaboró con el reciente creado Museo de Sitio de Machupicchu, que en aquella época era gestionado por Manuel Chávez Ballón, pues además de los objetos arqueológicos, también se incluyó muestras de la fauna local. Se hicieron algunas colecciones a cargo del profesor Óscar Ochoa Mendieta y el ayudante Clodoaldo Pérez, en especial de insectos.

Años más tarde, el relevo en el campo de la botánica lo tomarían otros biólogos antonianos, como Washington Galiano, Alfredo Tupayachi, Percy Núñez, Abel Montegudo, entre otros, quienes realizaron diversas exploraciones y colecciones de plantas, publicando varios artículos y reportes desde 1986 (Tupayachi & Galiano, 1988). En el campo de la zoología, los aportes fueron menores en relación con los botánicos, se tuvieron contribuciones en aves con David Ricalde y José Luis Venero, herpetología con Juan C. Chaparro, artrópodos con Gorky Valencia, por mencionar algunas. Posteriormente, esta labor en flora y fauna es continuada por muchos otros estudiantes y egresados de la universidad del Cusco, plasmada principalmente en sus tesis y seminarios.

Mención especial merece la creación de la Estación Biológica de Wiñay Wayna, ubicada en medio del bosque montano a 2650 m s. n. m. El objetivo de su creación fue



*J. César Vargas Calderón
(Cusco, 1903-2002).
Distinguido botánico que realizó
numerosas investigaciones sobre
la flora de Machupicchu.*



Profesores de la Facultad de Ciencias de la UNSAAC en viaje de investigación en el año 1975. En la foto: Francisco Pérez Barreda, Wilfredo Tagle Enriquez, Ismael Ceballos Bendezú, Ángel Flores Bustamante y José Escalante Gutiérrez.

Delegación de la UNSAAC a Machupicchu en el año 1973. En la foto alumnos de la Facultad de Ciencias y los profesores Ismael Ceballos Bendezú (primera fila centro) y Oscar Ochoa Mendieta (primera fila derecha).

Estación Biológica de Wiñaywayna.





Las plantas epífitas abundan en los bosques mesoandinos y montaños del santuario. En la foto bromelias weccontoy (*Tillandsia*) se recargan sobre las ramas de los árboles.

que sus instalaciones sirvieran para realizar investigaciones de la biodiversidad de la zona. Se inició con gran ímpetu y, al poco tiempo, a mediados de la década del ochenta, ya se tenía algunos resultados con los estudios de Ricalde y Núñez en plantas. En esa época también se inició un proyecto para estudiar la biodiversidad faunística de la zona, bajo la dirección de Óscar Ochoa M. y con la participación de docentes de Biología de la UNSAAC, como Wilfredo Tagle, Edilberto Velarde, Édgar Ormachea, Norma Jara, entre otros, se logró equipar y acondicionar la estación con laboratorios, sala de colecciones y residencia de investigadores. Ante todo, se propulsó estudios en varios grupos de fauna y se realizaron colecciones que hasta hoy son parte de la colección que existe en la estación y, parcialmente, forman parte de una pequeña exhibición de aves, mamíferos, reptiles y principalmente insectos. Lamentablemente, el proyecto no recibió más apoyo por parte de funcionarios universitarios y el buen comienzo que tuvo se desvaneció con el tiempo. En los posteriores años la estación ha servido para que algunos estudiantes e investigadores puedan utilizar sus instalaciones como centro de operaciones y, gracias a ello, se han realizado algunas investigaciones de flora y fauna de los bosques montaños de Wiñaywayna; podemos citar además de las ya mencionadas líneas arriba, a Hugo Dueñas, Julio G. Ochoa, Norma Salinas, William Nauray y otros. Destaca el apoyo del biólogo Benito Baca, quien estuvo a cargo de la estación en aquellos primeros años. En la actualidad la estación Wiñay Wayna prácticamente está limitada, debido a su deficiente promoción y aprovechamiento para la investigación, siendo necesario que las auto-

ridades universitarias de la UNSAAC puedan nuevamente reimpulsarla, proveerla de un personal y presupuesto adecuados, y que vuelva a ofrecer los servicios de investigación para la que fue creada.

Sin duda, el aporte de la UNSAAC a la investigación de la biodiversidad de Machupicchu ha sido, sigue y seguirá siendo significativa. Como en pocos casos de áreas naturales protegidas en el Perú, a esta universidad cusqueña le ata una estrecha relación de más de un siglo, desde el lejano 1911 con las exploraciones iniciales y en las cuatro décadas desde la creación oficial del Santuario Histórico de Machupicchu.

EL PROGRAMA MACHUPICCHU

Un hito importante en la gestión del conocimiento de la biodiversidad del Santuario Histórico de Machupicchu fue la implementación del proyecto denominado “Programa Machu Picchu”, que fue parte de un acuerdo de renegociación de deuda entre Perú y el gobierno de Finlandia. Entre otros componentes, este programa apoyó y financió la realización de numerosos estudios sobre la biodiversidad del santuario desde 1997 y culminó en el año 2002 con la publicación del libro *Biodiversidad del Santuario Histórico de Machupicchu, estado actual del conocimiento*. En dicha obra se resumen los resultados de diversos trabajos financiados por dicho programa y una síntesis de las investigaciones realizadas hasta esa fecha sobre la biodiversidad del santuario; para ello contó con el valioso aporte del Centro de Datos para la Conservación de la Universidad Agraria de La Molina.

Entre las publicaciones financiadas por el Programa Machu Picchu destacan varios libros que detallan y compilan la biodiversidad del santuario. La publicación *Estado de la Situación Ecológica - Ambiental del Santuario Histórico de Machu Picchu* de 1999, editado por W. Galiano; del mismo modo el libro de *Orquídeas del Santuario Histórico de Machu Picchu* por Eric Christenson y colaboradores (2003).

El libro de *Mariposas de Machupicchu* del año 2003, bajo la autoría del entomólogo del Museo de Historia Natural de la Universidad de San Marcos, Gerardo Lamas, constituye un notable aporte al conocimiento de este grupo de insectos y una guía valiosa para todos los estudiantes, aficionados e investigadores de las mariposas, ya que no solo ofrece un listado de las 377 especies registradas, también ilustraciones de todas ellas y datos sobre sus distribuciones y hábitats. Hasta la fecha esta obra no tiene precedentes para otra área natural protegida en el Perú. Importante mencionar en el trabajo de Lamas es la descripción de varias mariposas nuevas para la ciencia, como *Oleria fasciata melchori*, que está dedicada en honor a Melchor Arteaga, cusqueño que guio a Bingham hacia la llaqta de Machupicchu en 1911.

Otro aporte importante fue la *Guía de campo de las aves de Machupicchu* de Barry Walker y Jon Fjeldsá. Cuando salió este libro en el 2002, fue todo un suceso; porque significó una herramienta de fácil determinación o reconocimiento de las especies de aves, no solo para los académicos, sino para muchos estudiantes, guías de turismo, guardaparques, observadores de aves y todos

aquellos amantes de la naturaleza. Con seguridad es la guía de naturaleza más utilizada para Machupicchu.

El programa también financió investigaciones puntuales en diversos temas relacionados a la biodiversidad sobre plantas invasoras, dinámica de la vegetación, efectos de sobrepastoreo y plantaciones forestales. Asimismo, desarrollaron un sistema de información geográfica y una base de datos sobre la biodiversidad del santuario. Destaca también el estudio sobre inventarios de la diversidad faunística en diversos grupos zoológicos, liderados por el biólogo Óscar Mujica en colaboración con el Museo de Historia Natural de la UNSAAC y con la participación de profesionales de la facultad de Ciencias Biológicas, entre ellos John Achicahuala, Gorky Valencia, Wilfredo Mendoza, Edilberto Orosco y varios estudiantes de la época. Las localidades evaluadas fueron Mándor, Wiñaywayna y Pampacahua y reportaron varios nuevos registros en mamíferos, reptiles, anfibios y, sobre todo, artrópodos (CDC-UNALM, 2002). Especial mención merece el registro del onicóforo *Oroperipatus omeyrus*, que pertenece a un grupo rarísimo de invertebrados y que actualmente se encuentra en situación vulnerable, según el Libro Rojo de la fauna silvestre amenazada del Perú.

OTRAS INVESTIGACIONES

Durante los últimos 100 años, hubo también algunos estudios esporádicos, que sumaron el conocimiento de la biodiversidad del santuario. Mencionamos, por ejemplo, los estudios de Robin Hughes sobre mariposas (1962), el trabajo de Bernard Peyton sobre el oso de anteojos



Gerardo Lamas Müller,
entomólogo sanmarquino,
autor del libro *Mariposas de Machupicchu*.



Brachionidium phalangiferum.



Epidendrum blepharistes.



Mariposa (*Dione glycera*).



Mariposa (*Rhetus dysonii psecas*).



Escolopendra o ciempiés (Scolopendromorphae).

- *Ch'uro o caracol andino (Gasteropoda).*

- *Oruga de Lonomia sp. (Saturniidae).*

- *Araña equis (Argiope argentata).*

(1984), Juan Grados sobre lepidópteros nocturnos (2002), Julio Ochoa con varios reportes sobre flora y fauna, Luis Valenzuela y colaboradores con el libro de *Árboles de Machupicchu* (2014). Incluso se han registrado especies de grupos tan raros como los tardígrados, conocidos como “osos de agua” y que tienen la fama de ser los animales que soportan las condiciones más extremas de temperatura. Seis especies de estos diminutos animales han sido registrados en Machupicchu (Nickel *et al.*, 2001). Del mismo modo, hay estudios sobre paleobotánica como el de A. Valencia y K. Wright, que, a finales de la década del noventa, analizaron el clima de la *llaqta* de Machupicchu en la época inka y mediante el estudio del polen encontrado en los andenes, reportan datos sobre la agricultura y las plantas cultivadas de aquel tiempo.

Algunas referencias sobre la diversidad del santuario aparecen en revisiones taxonómicas de plantas y animales a nivel general y en listados sobre la flora y fauna peruana y/o de la región Cusco. Asimismo, se han realizado tesis y seminarios, no solamente de la universidad del Cusco, también de otras universidades peruanas. El mismo Sernanp ha propiciado estudios sobre los elementos de conservación, como la evaluación de “leks” de gallito de las rocas de Berioska Quispe y Juan Flores en 2006, o el estudio sobre presencia de nutria de río de Óscar Mujica y Juvenal Silva de 2008. Si bien estas líneas no alcanzan para citar a todos los autores que han contribuido a conocer la diversidad biológica del santuario, podemos indicar que gran parte de esta información fue recopilada y sistematizada por el Programa Machu

Picchu y posteriormente en el 2014 por Ronald Rojas, registrando más de 1550 documentos con información del Santuario Histórico de Machupicchu.

EL FUTURO DE LA INVESTIGACIÓN

Una nueva generación de investigadores ha tomado la posta, varios de ellos son autores de los capítulos del presente libro, quienes vienen contribuyendo con sus estudios sobre biodiversidad y apoyando la gestión de conservación del santuario. Sin embargo, la investigación en biodiversidad no se limita a conocer qué plantas y animales hay dentro de un área protegida, sino que la conservación efectiva requiere también entender cómo y por qué cambia la biodiversidad, y si estos cambios se deben a causas naturales o a efectos de las actividades humanas. En ese sentido, resulta de vital importancia implementar programas de estudios continuos o monitoreos a largo plazo, algo que todavía es pobre dentro del santuario, que permita conocer la dinámica de las poblaciones y comunidades biológicas y, también, detectar cambios en los ecosistemas. Estudios sobre las amenazas, como el efecto en la diversidad biológica de los incendios forestales, es algo también apremiante, de hecho, los incendios ocurren todos los años dentro y fuera del santuario y es la mayor amenaza a su biodiversidad. Otras prioridades que tiene el santuario en la actualidad son estudios sobre los efectos de la introducción de especies exóticas, la contaminación del hongo quitridio sobre poblaciones de anfibios, efectos sobre la fauna acuática en relación con la disminución del caudal de agua debido a la represa del km 107, efectos del cambio climático, el re-

La investigación en biodiversidad no se limita a conocer qué plantas y animales hay dentro de un área protegida, sino que la conservación efectiva requiere también entender cómo y por qué cambia la biodiversidad, y si estos cambios se deben a causas naturales o a efectos de las actividades humanas.

troceso de los glaciares sobre la biodiversidad y la conectividad con otras zonas fuera del santuario, como para citar algunos ejemplos. En ese entender, la Academia –tanto nacionales como internacionales y las organizaciones no gubernamentales– debe jugar un rol importante. La reciente firma de un convenio entre la Universidad Andina del Cusco y el Sernanp es un paso hacia ese propósito. Del mismo modo, las empresas privadas que operan en Machupicchu también podrían apoyar al desarrollo de la ciencia y conocimiento de la biodiversidad.

En la actualidad, la gestión del Sernanp es importante en el desarrollo de las investigaciones. Sus especialistas y guardaparques participan activamente en los trabajos de campo y varios proyectos, incluso son coliderados por ellos. El programa de monitoreo biológico del Santuario Histórico de Machupicchu viene recabando información valiosa sobre el estado de conservación de los principales elementos biológicos del mismo, como el oso de anteojos, el pato de los torrentes, la nutria de río y orquídeas. Otro aspecto relevante es el apoyo logístico que ofrecen los puestos de control, ya que vienen cumpliendo también la función de “pequeñas estaciones de investigación”, debido a su estratégica ubicación en varios sectores del santuario. Los investigadores tienen la posibilidad de utilizar sus instalaciones, aunque con ciertas limitaciones ya que su función es principalmente la de control y vigilancia, pero que resulta de gran ayuda logística para desarrollar el trabajo de campo.

El trabajo con estudiantes también debe ser promovido, ya que serán los futuros investigadores y gestores de la conservación. El programa de guardaparques

voluntarios del Sernanp ha propiciado la participación de estudiantes universitarios de muchas regiones del Perú, ellos permanecen tres meses apoyando las labores del guardaparques, pero también desarrollan pequeños trabajos de investigación. Asimismo, en los dos últimos años, estudiantes de Ecología de la UNSAAC vienen desarrollando prácticas de campo y visitando varios sectores del santuario; la idea es incentivar a los estudiantes para el desarrollo de sus tesis y retomar las actividades de investigación en la Estación Biológica de Wiñay Wayna.

El desarrollo de nuevas herramientas y técnicas de investigación han permitido mayores alcances de los estudios. El uso de imágenes satelitales, drones, cámaras trampa y mejores equipos de campo, darán mayores oportunidades para los estudiantes. Pero también se debe propiciar el involucramiento en actividades de conservación, como el programa de un millón de árboles para Machupicchu.

SÍNTESIS Y CIFRAS SOBRE LA DIVERSIDAD DEL SANTUARIO Y SUS ENDEMISMOS

Uno de los objetivos principales de las áreas naturales protegidas es la conservación de una muestra representativa de la diversidad biológica del país, en ese entender un área natural protegida es importante por la variabilidad de especies que alberga y protege (riqueza de especies) y también por las especies endémicas (que habitan exclusivamente dicha región). En ambos casos, Machupicchu destaca a nivel de número de especies y endemismos.

A pesar de ser un ANP relativamente pequeña, la ubicación geográfica del santuario en medio de los An-



Fotos tomadas con cámaras trampa: *Odocoileus peruvianus*, *Cuscomys oblativus* y *Nasua* sp.



Oroperipatus omeyrus, raro invertebrado del Phylum Onychophora encontrado en los bosques de Wiñaywayna.



Guardaparques del Sernanp realizando evaluaciones en el glaciar Inkachiriaska - Salkantay.



Estudiante de la UNSAAC instalando una cámara trampa.

Campaña de reforestación "Un millón de árboles para Machupicchu" con la participación del pobladores locales, personal del Sernanp y estudiantes de biología de la UNSAAC.



Guardaparques del Sernanp realizando monitoreo de aves. Guardaparques Wayllabamba.

des le confiere una singularidad de tener un encuentro de biotas, donde confluyen especies de origen andino y también aquellas de origen tropical y amazónico, de todas ellas muchas son únicas, incluso en grupos de vertebrados como mamíferos, anfibios y reptiles.

Hablar de diversidad es sinónimo de hablar de cifras, la tabla al final de este capítulo es un resumen de la dimensión de la variabilidad biológica presente en el Santuario Histórico de Machupicchu. Las cifras se basan en los datos presentados en los subsiguientes capítulos del presente libro y corresponde a una actualización del estado de conocimiento de la biodiversidad del santuario. Asimismo, presentamos datos del número de endemismos conocidos para el ámbito del Santuario Histórico de Machupicchu, donde destacan 53 orquídeas, 3 especies de mamíferos, 10 anfibios, 6 reptiles y más de una centena de invertebrados.

Es necesario aclarar que estas cifras podrán cambiar con futuras investigaciones sobre la biodiversidad del santuario, existen muchos vacíos de información, especialmente en grupos tan diversos como los invertebrados. Esperamos que este libro sea un aliciente para que la nueva generación de estudiantes pueda tomar la posta y seguir el ejemplo de nuestros ilustres maestros y dejar huella en los estudios de biodiversidad.

Han pasado más de cien años desde las primeras exploraciones científicas en el santuario, muchos descubrimientos han ocurrido y, a pesar de todos los aportes por muchos botánicos, ecólogos y zoólogos, estamos todavía lejos de conocer toda la real magnitud de su biodiversidad; por tanto, Machupicchu seguirá siendo descubierta.

DIVERSIDAD BIOLÓGICA DEL SANTUARIO HISTÓRICO DE MACHUPICCHU (SHM)

Taxón	N.º de especies en el SHM	Endemismos del Perú	Endemismos del SHM	Referencia
FAUNA				
Mamíferos	84	8	3	1 (*)*
Aves	443	20	-	2, 3 (*)
Anfibios	17	11	10	4 (*)
Reptiles	22	9	6	4 (*)
Peces	13	4	-	5
Araneae	~200		32	6 (*)
Opiliones	~30	~30	8	6 (*)
Scorpiones	4	4	1	6 (*)
Blattodea	6		1	7
Coleoptera			9	7
Dermaptera			1	7
Hemiptera			18	7
Hymenoptera			16	7
Lepidoptera: Rhopalocera	377		8	8
Lepidoptera: Heterocera	97			9
Orthoptera			7	7
Phasmatodea			1	7
Onychophora	1	1		10 (*)
Tardigrada	6			11
FLORA				
Árboles	364			12(*)
Orquídeas	468		53	13(*)
Helechos y licophyots	279			14(*)

Referencias:

1: Zeballos (En esta publicación, cap. 2.11); 2: Walker & Fjeldsa, 2002; 3: Venero (En esta publicación, cap. 2.9); 4: Chaparro (En esta publicación, cap. 2.8); 5: Fowler, 1945; 6: Ochoa (En esta publicación, cap. 2.7); 7: Ochoa (data no public.); 8: Lamas, 2003; 9: Grados, 2002; 10: Mujica *et al.*, 2002; 11: Nickel *et al.*, 2001. 12: Monteagudo (En esta publicación, cap. 2.1); 13: Farfán (En esta publicación, cap. 2.2); 14: Calatayud (En esta publicación, cap. 2.3).

- (*) indica datos publicados en los capítulos de este libro.



Personal guardaparque en un evento público en el centro poblado de Wayllabamba.

Árboles

ABEL MONTEAGUDO



En el santuario existe una gran diversidad de especies de árboles, con 364 registradas.

En los Andes, la distribución de las plantas varía sistemáticamente con la altitud, donde las condiciones físicas, tales como la temperatura del aire, la lluvia y los patrones de viento, cambian a lo largo de estas gradientes altitudinales. Estos cambios ambientales y la heterogeneidad física explican la alta diversidad de plantas encontrada en los Andes tropicales, lo que se puede apreciar en el Parque Nacional del Manu (Gibbon *et al.*, 2010), Parque Nacional Yanachaga-Chemillén (Monteagudo *et al.*, en preparación), Reserva Comunal El Sira (Valenzuela *et al.*, 2015) y también en el Santuario Histórico de Machupicchu (Galiano & Núñez, 2011; Valenzuela *et al.*, 2014 y Alfaro *et al.*, 2018). No obstante, los patrones altitudinales de biodiversidad son a menudo complejos, especialmente en paisajes heterogéneos tales como los Andes peruanos (Schulenberg & Awbrey, 1997).

Otro mecanismo importante en la biodiversidad de los árboles del santuario concierne a la dinámica temporal y espacial de la gran variedad de hábitats. Esto promueve la diversificación de especies, los terrenos irregulares crean una gran variedad de hábitats que muestran una extraordinaria heterogeneidad en el suelo y el microclima, lo que ha dado como resultado una segregación de especies de plantas y animales (Beck *et al.*, 2008; Tuomisto *et al.*, 2003 y Galiano & Núñez, 2011). Aun en los ecosistemas fragmentados como los del santuario, la heterogeneidad de paisajes promueve la diversidad de árboles a nivel local, lo que conlleva al mantenimiento de la biodiversidad en escalas más amplias (Levin, 2000).

Los bosques montanos y nublados entre los 1000 y 3500 m de altitud se encuentran en una densa neblina, por lo menos, durante una parte del día, debido a la humedad que se eleva desde las zonas bajas (Montagnini *et al.*, 2005), estas regiones abruptas son especialmente ricas en plantas como orquídeas, bromelias y árboles.

La riqueza de especies de plantas leñosas en el Perú declina con el incremento de elevación desde las llanuras amazónicas (Homeier *et al.*, 2008). Estos bosques nublados son a menudo menos diversos que las áreas vecinas, como los bosques pre-montanos y las llanuras. En general, los altos porcentajes de endemismos en plantas vasculares se encuentran en bosques sobre los 1500 m de altitud (Jørgensen & León Yáñez, 1999 y van der Werff & Consiglio, 2004).

La alta diversidad biológica existente en el santuario está determinada por la orografía singular originada por la presencia de las cadenas del Vilcabamba con su nevado culminante del santuario, el Salkantay (6271 m) en el límite suroeste, y la cordillera de Urubamba con su nevado Wakaywillke o la Verónica (5900 m) en el límite noroeste y casi en la parte media atravesando de este a oeste por el río Urubamba, el cual irrumpe cortando la cordillera abruptamente y serpenteando para formar el cañón del Torontoy-Machupicchu, y este en su curso genera una diversidad de hábitats y microclimas los cuales en espacios reducidos presentan una diversidad florística arbórea considerable (Galiano & Núñez, 2011 y Valenzuela *et al.*, 2014).

Bosque subhúmedo de Yungas en el sector de Mandor.

LAS EXPLORACIONES DENTRO DEL SANTUARIO HISTÓRICO DE MACHUPICCHU

Las exploraciones y estudios de la biodiversidad arbórea del santuario tienen una antigua data: las primeras colecciones de especies arbóreas leñosas en el ámbito territorial de lo que hoy es el santuario fueron realizadas por Cook y Gilbert (1915). Herrera (1933) en su estudio de la quebrada de Machupicchu registra 15 especies arbóreas. West (1936) y Weberbauer (1945) para la ceja del valle del Urubamba cerca de Machupicchu hacen referencia a alrededor de 30 especies de árboles y arbolillos para los montes entre altitudes de 1800 a 2350 m y los montes sin árboles o con árboles pequeños entre los 3000 y 3900 m de altitud. Vargas (1992), de sus innumerables exploraciones botánicas a Machupicchu, iniciadas en el año 1941 hasta 1979, y plasmadas en su magno estudio sobre la flora del Santuario Histórico de Machupicchu (1992), reporta 822 especies para la flora general, registrando cerca de 90 especies arbóreas. A partir de 1982, tomando como base de investigación la Estación Biológica de Wiñaywayna, se iniciaron colecciones de la flora del santuario, a través de diversos estudios de investigación, como los desarrollados por David Ricalde (1984), Percy Núñez (1986, 1992), Alfredo Tupayachi y Washington Galiano (1990), Gamarra (1986), Hugo Dueñas (1992) y Galiano & Núñez (1992). Uno de los estudios trascendentales es el de B. Peyton (1984), a través de colecciones entre 1982 a 1984, para determinar la dieta alimentaria del oso de anteojos, colectando más de 1581 plantas y reportando 70 especies arbóreas.





Bosque de q'euña (Polylepis) en el camino inca.

Del mismo modo, otras colecciones notables, son las de Gentry (1983), Gentry & Galiano (1984) y Galiano & Núñez (2011).

Entre 1990 al 2001, diversos estudiantes egresados de la facultad de Ciencias Biológicas de la UNSAAC emprenden sus trabajos de seminario y tesis de grado con investigaciones botánicas y ecológicas que aportan con información valiosa sobre la biodiversidad arbórea dentro del santuario. Mencionamos a H. Dueñas, M. Trujillo, W. Chávez, M. Serna, A. Monteagudo, W. Palomino, M. Cazorla, W. Nauray, L. Acurio, S. Arce, entre otros (Galiano & Núñez, 2011).

Del 2001 al 2002 se implementa el proyecto “Ampliación del Inventario de la Biodiversidad Botánica del Santuario Histórico de Machupicchu”, aportando con cientos de colecciones botánicas, especies nuevas y nuevos registros para la flora del santuario.

La década pasada del 2002 al 2008, el Jardín Botánico de Missouri, como parte del proyecto “Diversidad Florística de las Áreas Naturales Protegidas y Áreas Adyacentes en el Centro y Sur del Perú”, ha logrado complementar información florística dentro del Santuario Histórico de Machupicchu con cerca de 3000 números de colecciones botánicas.

LA DIVERSIDAD ARBÓREA DEL SANTUARIO HISTÓRICO DE MACHUPICCHU

En los diferentes bosques del santuario se reportan hasta el momento 364 especies de árboles, incluidos los helechos arborescentes y las palmeras. En los últimos

Se cuentan con decenas de colecciones de árboles que aún están en revisión por los especialistas, esta diversidad arbórea es elevada y muy representativa de los bosques montanos en el Perú.



En Machupicchu se han registrado tres especies de palmeras (familia Arecaceae).



Gordonia fruticosa (Theaceae).



Columelia oblonga (Columelliaceae).



Myrcianthes oreophila (Myrtaceae).



Oreocallis grandiflora (Proteaceae).

años se han descrito 4 especies nuevas cuyas colecciones tipo son provenientes de los bosques del santuario. Mención especial es la descripción de una especie nueva durante el presente año. Los duplicados de estas colecciones están depositados en el Herbario Vargas Cuz.

Adicionalmente se cuentan con decenas de colecciones de árboles que aún están en revisión por los especialistas, esta diversidad arbórea es elevada y muy representativa de los bosques montanos en el Perú, si bien el número puede aumentar, en la actualidad es de vital importancia la investigación y el conocimiento sobre su dinámica (crecimiento, mortalidad y censos de nuevos árboles), con base en monitoreo de parcelas permanentes a través de la gradiente altitudinal que nos indiquen datos importantes como número de especies e individuos por hectárea, área basal, biomasa, contenido de carbono e importancia en el balance y captura de carbono de estos bosques montanos.

En este contexto de más de cien años de exploraciones, colecciones e investigaciones botánicas dentro del santuario, áreas adyacentes y zonas de amortiguamiento, con una gradiente altitudinal que abarca desde los 1800 a 6271 m de altitud, aún hay vacíos que llenar en la diversidad, distribución, composición florística, estructura de los árboles (Valenzuela *et al.*, 2014 y Alfaro *et al.*, 2018) y demás componentes del bosque fundamentalmente de los arbustos, hierbas terrestres y epífitos, ya que representan un alto grado de riqueza y endemismos en estos bosques, entre los 2000 a 4500 m de altitud (van der Werff & Consiglio, 2004).

Los bosques andinos, particularmente los montanos, constituyen reservorios mundiales de carbono y son excepcionalmente ricos en especies, alta biodiversidad, alto nivel de endemismos y especies con rangos estrechos de distribución. Sin embargo, están bajo presión por los incendios forestales, la tala, la conversión y la explotación de los recursos naturales. Se enfrentan a un clima más cálido y un ambiente cambiante. Últimos estudios han destacado la importancia de las regiones montañosas como los Andes, como un refugio potencial en un mundo que se calienta. Investigaciones mediante parcelas permanentes a través de la gradiente altitudinal, como las instaladas en el Santuario Histórico de Machupicchu, vienen a constituir laboratorios naturales para el mejor entendimiento de los efectos del cambio climático (Alfaro *et al.*, 2018).

REPRESENTATIVIDAD DE LAS FAMILIAS, GÉNEROS Y ESPECIES DE ÁRBOLES DEL SANTUARIO HISTÓRICO DE MACHUPICCHU

Clase	Familias	Géneros	Especies
Pteridophytas	2	3	8
Gymnospermae	1	2	4
Angiospermae	70	156	352
Total	73	161	364

Fuente: Valenzuela *et al.*, 2014.



Vallea ecuadorensis.



Saracha punctata.



Hesperomeles ferruginea.



Vallea stipularis.



Sessia weberbaueri.



Dosel denso en el bosque de yungas dominado por alisos (*Alnus acuminata*).

Bejaría aestuans (Ericaceae).



FAMILIAS, NÚMERO DE GÉNEROS Y ESPECIES DE ÁRBOLES DEL SANTUARIO HISTÓRICO DE MACHUPICCHU

N.º	Familias	Géneros	Especies	N.º	Familias	Géneros	Especies
1	Cyatheaceae	2	7	21	Clethraceae	1	6
2	Dicksoniaceae	1	1	22	Clusiaceae	1	4
3	Podocarpaceae	2	4	23	Columelliaceae	2	3
4	Arecaceae	3	3	24	Coriariaceae	1	1
5	Actinidiaceae	2	2	25	Cornaceae	1	1
6	Anacardiaceae	4	9	26	Cunoniaceae	1	12
7	Annonaceae	2	3	27	Elaeocarpaceae	1	2
8	Aquifoliaceae	1	5	28	Ericaceae	3	3
9	Araliaceae	2	7	29	Escalloniaceae	1	4
10	Asteraceae	8	12	30	Euphorbiaceae	6	11
11	Betulaceae	1	1	31	Fabaceae	5	9
12	Bignoniaceae	3	4	32	Hypericaceae	1	1
13	Boraginaceae	1	1	33	Juglandaceae	1	1
14	Buxaceae	1	2	34	Lamiaceae	2	2
15	Brunelliaceae	1	2	35	Lauraceae	6	23
16	Cannabaceae	2	2	36	Malpighiaceae	1	2
17	Cardiopteridaceae	1	2	37	Malvaceae	3	3
18	Caricaceae	1	1	38	Marcgraviaceae	1	1
19	Celastraceae	1	6	39	Melastomataceae	2	20
20	Chloranthaceae	1	4	40	Meliaceae	3	6

N.º	Familias	Géneros	Especies	N.º	Familias	Géneros	Especies
41	Monimiaceae	1	1	60	Sapindaceae	4	4
42	Moraceae	4	19	61	Sapotaceae	1	2
43	Myricaceae	1	1	62	Scrophulariaceae	1	4
44	Myrtaceae	7	11	63	Siparunaceae	1	4
45	Olacaceae	1	1	64	Solanaceae	8	20
46	Papaveraceae	1	1	65	Staphyleaceae	1	1
47	Pentaphragaceae	2	4	66	Styracaceae	1	3
48	Phyllanthaceae	1	2	67	Symplocaceae	1	11
49	Picramniaceae	1	1	68	Theaceae	2	2
50	Piperaceae	1	6	69	Tovariaceae	1	1
51	Primulaceae	4	8	70	Ulmaceae	1	1
52	Proteaceae	2	3	71	Urticaceae	4	9
53	Rhamnaceae	1	1	72	Verbenaceae	2	4
54	Rosaceae	5	16	73	Viburnaceae	2	5
55	Rubiaceae	8	13				
56	Rutaceae	1	1				
57	Sabiaceae	1	3				
58	Salicaceae	5	7				
59	Santalaceae	1	1				
	TOTAL					161	364

Fuente: Valenzuela *et al.*, 2014.



Orquídeas

RENÉ FARFÁN



Cyrtorchilum minax.

LAS ORQUÍDEAS EN LA HISTORIA

Las orquídeas han causado interés desde siempre. Durante la antigüedad, el filósofo naturista griego Teofrasto (371-287 a. C.) describe algunas orquídeas y les da el nombre genérico de *orchids*, describiéndolas con la siguiente característica: “*En la base de la planta donde nacen las hojas, se encuentran dos pelotitas arrugadas que semejan los testículos de los perros*”. Muchas centurias después el naturalista sueco Carlos Linneo (1707-1778), fundador del sistema en que se basa la clasificación binaria y nomenclatura científica de las plantas, también mostró gran interés por las orquídeas.

En el Perú, el cronista Felipe Guamán Poma de Ayala, en 1615, describió a la esposa del inka Sinchi Roca, llamada Chinbo Urma, “...quien tenía en sus manos flores *ynkilcona*”. En idioma quechua se usa la palabra “*inkill*” para señalar a una orquídea y la terminación “*cona*” o “*kuna*” es en plural.

“*Wiñay wayna*”, *Epidendrum aff. secundum*, es mencionado por el Inca Garcilaso de la Vega en los Comentarios Reales de los Incas, donde señala:

“...Sin las insignias dichas, ponían en las cabeças, a los noveles, ramilletes de dos maneras de flores, unas que llaman *cántut*, que son hermosísimas de forma y color, que unas son amarillas, otras moradas y otras coloradas, y cada color de por sí en extremo fino. La otra manera de flor llaman *chihuaihua*; es amarilla; asemeja en el talle a las clavellinas de España. Estas dos maneras de flores no las podían traer la gente común, ni los curacas, por grandes señores que fuessen, sino solamente

los de la sangre real. También les ponían en la cabeça una hoja de yerva que llaman *uñay huaina*, que quiere dezir siempre moço; es verde; asemeja a la hoja del lirio; conserva mucho tiempo su verdor, y, aunque se seque, nunca lo pierde, y por esto le llaman así.”

La tradición oral cusqueña a través del tiempo ha conservado a *Masdevallia veitchiana* en un relato inka, la “Leyenda de Waqanki”, nombre quechua que significa “llorarás” y precisamente en los amaneceres se puede apreciar unas pequeñas gotas presentes en los pétalos de esta hermosa flor (Mantilla, 2018).

Evidentemente, las culturas precolombinas peruanas nombraron a las orquídeas en sus idiomas nativos: “*uritu*” a *Lycaste*, “*gaiwampu*” para el *Oncidium*, “*shacashaca*” al pseudo bulbo, “*wapagana*” para la *Sobralia*, “*waqanki*” a *Masdevallia*, “*ynkill*” para *Sobralia altissima* (Mantilla, 2018); sin olvidarnos de “*wiñay wayna*” para *Epidendrum aff. secundum* y *Epidendrum cuzcoense*.

En la época virreinal, también hubo interés en las orquídeas; por ejemplo, el género *Sobralia* fue descrito por los botánicos españoles Hipólito Ruiz López y José Antonio Pavón y Jiménez, muy conocidos por sus estudios de la flora del Perú y Chile durante la expedición botánica al Virreinato del Perú bajo el reinado de Carlos III de España, de 1777 a 1788, describiendo 600 orquídeas en el Perú, quienes además dedicaron su nombre al doctor Francisco Martínez Sobral, primer médico de cámara de Carlos IV.

INVESTIGACIONES EN EL SANTUARIO

Muchos fueron los investigadores y expediciones científicas que contribuyeron a la biodiversidad del Santuario Histórico de Machupicchu, aportando con el estudio de las orquídeas y otras familias de interés. Entre las expediciones y coleccionistas botánicos, así como diferentes estudios que aportaron directamente a la diversidad, ecología y cultivo de orquídeas, mencionamos a H. W. Foote (1911), A. Weberbauer (1928), J. West (1930), F. L. Herrera (1928, 1930, 1933), I. Mexia (1936) y J. C. Vargas (1937, 1955, 1961, 1964, 1965). Posteriormente en la década del ochenta, destacan los estudios de A. Gentry, P. Núñez, A. Tupayachi y W. Galiano, que dieron paso en los subsiguientes años a varias investigaciones sobre orquídeas, que incluyen tesis de grado, artículos científicos, libros, guías, entre otros reportes. En esta época mencionamos los trabajos de W. Nauray, M. Serna, L. Acurio, A. Rodríguez, E. Chaparro, R. Farfán, G. Calatayud, D. Moscoso, E. A. Christenson, J. G. Ochoa, E. Hágsater, B. Collantes, E. Suelli, C. Martel, A. Ayte y los ya mencionados, Tupayachi, Galiano y Núñez.

Cabe destacar uno de los pioneros en el estudio de orquídeas en nuestro medio, el botánico cusqueño Julio César Vargas Calderón, quien aportó con numerosos estudios y colecciones botánicas contribuyendo a la diversidad biológica local y nacional, muchas de estas primeras colecciones podrían ser consideradas sin duda como patrimonio cultural de la nación. Para conocer de cerca sus primeras publicaciones, consideramos los siguientes: *Sinopsis de la flora del Cusco* (1941), donde registró cuatro

especies de orquídeas para Machupicchu, “Orquideológicas Comunicaciones de mis exploraciones al Sr. Ch. Schweinfurth”, 20 de abril de 1955; “Some outstanding orchids of Inka land” *American Orchid Magazine*, diciembre 1959; “Homenaje Botánico a Machupicchu”, conferencia sustentada en la facultad de Ciencias, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, diciembre 1960; “Orchids of Machupicchu”, publicado en *American Orchid Society Bulletin*, vol. 34, noviembre 1965; “Flora ornamental de Machupicchu”, artículo publicado en marzo de 1969, conteniendo más de 90 especies de orquídeas; entre otras publicaciones.

DIVERSIDAD DE ORQUÍDEAS

El Plan Maestro del Santuario Histórico de Machupicchu 2005, menciona un total de 340 especies, comprendidas en 77 géneros. Posteriormente, el Plan Maestro de 2015 señala en 423 especies el número de orquídeas. Sin embargo, podríamos señalar que este dato se incrementó con los últimos aportes realizados por instituciones e investigadores, como es el caso de Inkaterre en el 2007, adicionando considerablemente a este inventario 61 nuevas especies. A esto se suma los nuevos reportes realizados casi en dos décadas, llegando a contabilizar un total de 468 especies, dentro de estas 53 especies endémicas para el santuario.

Esto nos lleva a preguntarnos: ¿por qué tantas orquídeas en un espacio relativamente pequeño? Podemos mencionar varios factores: la geomorfología del lugar representado por la cordillera de los Andes, donde se



Chimbo Urma, esposa del inka Sinchi Roca, quien tenía en sus manos flores ynquilcona. En quechua “ynkill” se entiende para señalar a una orquídea y “cona o kuma” es su plural.



Chloraea reticulata.



Sobralia ciliata.



Epidendrum blepharistes.



Ida locusta.



Masdevallia veitchiana.



Cyrtorchilum aureum.



Pleurothallis sp.



Lepanthes caudatisepala.



Epidendrum ardens.



Trichoceros antennifer.



Epidendrum syringothyrsus.



Anathallis rubens.

encuentran los nevados tutelares: el Inkachiriaska, Wekey willque y el Salkantay, quienes se convierten en los principales modeladores de la geografía y el clima, distribuyéndose de forma natural varios sistemas ecológicos, que encontramos desde el piso de valle del río Urubamba, bosques montanos, hasta el nival o glaciar, donde aún no se reportaron orquídeas. Estas formaciones vegetales corresponden a selva alta, bosque lluvioso, bosque nublado, bosque enano de montaña, bosque de q'euñas, matorrales, pajonal de puna, entre otras donde se hallan estas flores. En estos espacios se localizan diferentes condiciones o factores ecológicos, hábitats y polinizadores bien conservados que hacen que los procesos evolutivos continúen y que cada cierto tiempo los especialistas reporten más especies.

Las comunidades vegetales arbóreas son las que albergan el mayor número de especies (143 en total), situándose en un rango de 3000 y 3100 m. s. n. m. La disminución en las poblaciones de orquídeas en rangos inferiores se debe principalmente a perturbaciones que causan la pérdida de hábitats ricos en orquídeas, como son los bosques, y su sustitución por otro tipo de comunidades, como las áreas con predominio de arbustivas y los pastizales exóticos (*Melinis minutiflora*) (Moscoso *et al.*, 2003).

Debemos saber que las orquídeas son perennes, en su mayoría crecen en ecosistemas representativos y vulnerables según la variante altitudinal con vegetación típica, en donde se ven los bosques conservados o prístinos; sin embargo, también los podemos ubicar en los entornos

naturales asociados a sitios arqueológicos, como Wayllabamba, Runkurakay, Phuyupatamarca, Kantupata, Chachabamba, Choquesuysuy, Ch'aquiqocha, Wiñaywayna, Torrepatá, Intipata, Pampacahua, Cedrobamba, Torontoy, Mandor, Yananatin, otros sectores en el piso de valle y la margen derecha del río Urubamba, los que presentan bosques primarios, roquedales y espacios propicios, encontrándose formas de vida terrestre, litófitas, epífitas, etc. De estos lugares, solo en una pequeña área como Wiñaywayna se han reportado 179 especies (Moscoso *et al.*, 2003); las localidades con mayor diversidad de orquídeas siempre han sido Choq'esuysuy, Intiwatana, Aobamba Alto, Km 107, Incatambo, Runkurakay, Phuyupatamarca, Wiñaywayna, Chachabamba, Putukusi, Mandor y Quebrada Aguas Calientes (Gonza, 2015). Mientras en el estudio realizado por Ayte (2019), registra los sectores Montaña de Machupicchu, Kantupata, Torrepatá, Wiñaywayna, Intipata y Choquesuysuy con mayor disposición de orquídeas y en abundancia.



Ponthieva cornuta.



Sobralia dichotoma.



Pleurothallis phalangifera.



Catasetum sp.



Epidendrum excisum.

CARACTERÍSTICAS SINGULARES DE LAS FLORES

Las flores de las orquídeas son zigomórficas, es decir, presentan simetría bilateral, con tres sépalos y tres pétalos (uno de los cuales se modifica y forma el labio o “labelo”); mientras que el gineceo y androceo están fusionados formando la “columna”, con una a dos anteras fértiles y tres estilos y estigmas unidos. Al ser polinizado y fertilizado, el ovario produce una cápsula unilocular, que libera al madurar numerosas semillas diminutas sin endospermo, dispersadas por el viento. Las flores pueden ser de tamaño diminuto, como las de los géneros *Stelis* y *Platystele*, grandes y vistosas, como *Phragmipedium caudatum* que es mayor a 50 cm; unisexuales, bisexuales o polimórficas (Dressler, 1990). La diversidad vegetativa, y especialmente la de reproducción de las orquídeas dentro de este vasto conjunto, no tienen comparación con ninguna otra familia (Gonza, 2015).

Esta estructura compleja de las flores hace que tengan diversas formas y colores, verdaderamente impresionantes para los amantes de la naturaleza e investigadores, encontrándose desde formas de moscardones, abejas, zapatos o animales hasta siluetas humanas. La hermosa *waqanky* es posible representarla con simples trazos, por su belleza y singular forma, y a *wiñay wayna* por estar siempre en flor toda la época del año, con gran capacidad de adaptación en nuestro medio. Algunas orquídeas hasta tienen aromas y olores; por ejemplo, *Trichopilia boliviensis* emite una fragancia agradable.



Tres inflorescencias de *Eleanthus conifer*.

*Sobralia setigera.**Ida ciliata.**Maxillaria aff. alpestris.**Pachyphyllum distichum.*

Las flores de las orquídeas presentan una característica particular, y es la de atraer a diferentes animales con el afán de que el polen quede adherido a estos para así visitar otra flor u otra planta que asegure su fecundación y, por ende, la formación de semillas. Los animales que participan en esta tarea, por lo general, son los insectos y las aves, colibríes, sobre todo. Los insectos son mosquitos, abejas, avispas, polillas, mariposas y coleópteros que se encuentran dentro del santuario. Esta especificidad de las orquídeas por polinizar es porque las flores ofrecen néctares, aceites y perfumes, como sucede en *T. boliviensis*, y colores, olores y formas que atraen a las abejas y similares a los géneros *Telipogon* y *Trichoceros*.

ÚNICAS EN MACHUPICCHU

Un total de 53 orquídeas son consideradas endémicas del santuario. Asimismo, siete especies están dedicadas a Machupicchu, entre ellas *Baskervilla machupicchuensis*, *Bulbophyllum machupicchuensis*, *Telipogon machupicchuensis* y otras. Los géneros con mayor número de especies endémicas son *Epidendrum*, *Maxillaria*, *Masdevallia*, *Telipogon*, *Cyrtochilum*, *Scelochilum* y *Prosthechea* (Roque & León, 2006).

El endemismo en el bosque nublado es bajo en el ámbito genérico, pero alto en el ámbito específico, lo cual indica una especiación rápida (Moscoso *et al.*, 2002). También es importante señalar que entre las especies vulnerables (VU) y en peligro crítico (CR) consideradas dentro de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (Cites) son *Cyrtopodium punctatum*,

Masdevallia veitchiana y *Phragmipedium caudatum*, incluidas en el DS N.º 043-2006-Minag (Minam, 2012).

PROBLEMÁTICA DE LAS ORQUÍDEAS

Los principales impactos negativos sobre las orquídeas son de orden natural y antrópico. Por presentar una belleza única y extraordinaria es el hombre quien ha ocasionado la reducción de las poblaciones de muchas especies y, en algunos casos, la desaparición de su hábitat natural. Las amenazas son: la extracción por coleccionistas y los incendios forestales, que afectan sobre todo a las orquídeas epífitas; se estima que hasta la fecha se han reportado un aproximado de más de 150 incendios ocurridos dentro de la zona de amortiguamiento del santuario. Otras acciones que influyen en la reducción de las orquídeas son la deforestación para actividades agrícolas, construcciones diversas y habilitaciones de trochas y caminos. Sobre todo, su propia belleza representa un peligro, al exponerlas a la extracción y comercialización por considerarlas las flores más hermosas del mundo (Blas, 2015).

Se reconoce que una de las maneras más efectivas de promover la conservación de la biodiversidad es el fortalecimiento del sistema de áreas protegidas y reservas equivalentes en los diferentes niveles de organización nacional y regional. Por tal motivo, se considera que la conservación *in situ* de las orquídeas en el santuario es una forma adecuada y formal de protección, además de generar el ambiente óptimo que esta familia necesita para dar lugar a su reproducción y especiación en el tiempo.



Telipogon antisuyuensis.



Telipogon bowmanii.



Telipogon phuyupatamarcensis.



Stelis sp.



Cyrtorchilum sp.



Bletia catenulata.



Myoxanthus serripetalus.



Stelis tricardium.



Stelis connata.



Maxillaria gigantea.



Heteranthocidium sp.



Anguloa virginalis.



Maxillaria sp.



Masdevallia barlaeana.



Phragmipedium caudatum.



Telipogon machupicchuensis.



Pelexia bonariensis.

Helechos y Lycophytos

GLORIA CALATAYUD



Lomarioycas aurata (Blechnaceae), uno de los helechos más conspicuos en la ceja de selva.

Los helechos crecen bajo el sol desde hace trescientos cuarenta y cinco millones de años, cuando eran las plantas dominantes en el planeta. En esos tiempos no existían árboles que provean sombra y las plantas con flores representarían competencia hasta doscientos millones de años más tarde. Este tiempo de permanencia no es sino una gran figura que muestra la capacidad de contemplación, adaptación y supervivencia a todos los cambios que hubo en nuestro planeta (Olsen, 2007).

HISTORIA DE LAS COLECCIONES DE PTERIDOPHYTOS

En el Perú, el estudio de este interesante grupo de plantas podría haberse iniciado en el año de 1847 con las exploraciones de H. Weddell, quien realizó incursiones al valle de Santa Ana. También, Weberbauer en 1905 y 1928 realiza exploraciones botánicas en la ceja de selva de Urubamba. De acuerdo a la información encontrada, las primeras colecciones de líquenes, musgos y helechos fueron realizadas por el explorador Christian Bües, quien entre 1915 y 1927 exploró la región del valle de Santa Ana, Salkantay, Lucumayo y Occobamba. Otros botánicos como F. L. Herrera y C. Vargas realizan exploraciones botánicas entre 1926 y 1963 (Galiano *et al.*, 2002). Sin embargo, la mayoría de los proyectos botánicos que estudiaron esta región dirigieron sus esfuerzos hacia las angiospermas o plantas con flores, con solo pocos estudios y colecciones de helechos y licofitas.

PREFERENCIAS DE HÁBITAT

Los helechos y licofitas pueden vivir en una variedad grande de ecosistemas, desde desiertos hasta bosques tropicales. La mayor porción de especies registradas, como tres cuartos, fueron registradas en los trópicos y, cerca de un tercio de estas, crecen sobre troncos de árboles (epífitas). Desde el inicio de su historia, los helechos han dependido de la humedad para reproducirse. En los bosques tropicales, la mayoría de las especies progresan en condiciones microclimáticas de humedad constante como áreas próximas a cursos de agua.

El santuario está inmerso en uno de los ecosistemas más frágiles, como son los bosques montanos (Alfaro *et al.*, 2018) que poseen una diversidad biológica muy singular (Cuesta *et al.*, 2009) y posee altos grados de endemismo (Gentry, 1992). Los bosques montanos del santuario tienen gran variedad de hábitats, lo cual impulsa la diversificación de especies (Monteagudo *et al.*, 2020). Existen zonas predominantemente empinadas que terminan en suave pendiente en las zonas de puna húmeda, con presencia de grandes extensiones de pastos naturales altoandinos. La vegetación en la zona de bosque montano, en muchos sectores se limita a bosques residuales de chachacomo, intimpa, q'euña, etc. El bosque siempre verde está conformado por árboles de hasta 30 m de alto (Galiano *et al.*, 2002) y justamente esta vegetación va a albergar otras formas de vida como son las hierbas trepadoras, apoyantes y epífitas. Las irregularidades de relieves crean un mosaico de hábitats que exponen una gran heterogeneidad en

el suelo y los microclimas, que dan como resultado la segregación de especies.

Esta amplia gama de ecosistemas aportaría a una alta diversidad de Pteridophytos por las cuatro formas de vida que poseen: terrestre, epífita, hemiepífita y acuática. Los helechos terrestres están en contacto con el suelo a lo largo de su ciclo vital. Los helechos son el tercer grupo de epífitas más rico en especies del Nuevo Mundo, después de las orquídeas y las bromelias. Los helechos epífitos viven en los troncos o ramas, nutridos por agua de lluvia o condensación que corre por el soporte de la planta. Las epífitas no son parásitas porque no están dotados de estructuras que penetren en los tejidos del hospedero. Los helechos epífitos están más expuestos a variaciones ambientales, principalmente la humedad. Los helechos hemiepífitos son aquellos que comienzan su crecimiento en el suelo, para luego ascender su crecimiento sobre otras plantas y solo se reproducen después de alcanzar su altura preferida. En los bosques tropicales, esta estrategia parece estar asociada a la necesidad de luz. Las hemiepífitas pueden crecer como trepadoras, adheridas a su sustrato o simplemente superponerse y crecer sobre su planta huésped. Ambos tipos pueden perder posteriormente su contacto con el suelo. Los helechos acuáticos pasan toda su vida flotando en el agua.

De las especies que se han registrado hasta la fecha para el santuario, la mayoría son de hábito terrestre; sin embargo, creemos que la riqueza de helechos puede ser aún más grande, porque son muy contados los

estudios específicos para este grupo y el conocimiento de Pteridophytos y Lycophytos para el santuario es escaso. A pesar de que este tenga ecosistemas fragmentados, la variedad de paisajes suscita la diversidad de especies, la inestabilidad y la heterogeneidad a nivel local y al sostenimiento de la biodiversidad en escalas más amplias.

DE LA RIQUEZA

Para tener una idea más cercana del número de especies, géneros y familias de helechos para el santuario se ha compilado las colecciones botánicas de los proyectos:



*Los helechos y licofitas pueden vivir en una variedad grande de ecosistemas. En la foto, una hoja de *Niphidium crassifolium* (Polypodiaceae).*



El sotobosque, al interior de los bosques húmedos de selva alta, es hábitat de muchas especies de helechos.



Báculo de *Cyathea conjugata*.



Polypodium sp.



Nephrolepis cordifolia.



Polypodium sp.

De las especies que se han registrado para el santuario, la mayoría son de hábito terrestre. En la foto, un helecho del género *Huperzia* (Lycopodiaceae).

“Diversidad Florística de la Áreas Naturales Protegidas y Áreas Adyacentes en el Centro y Sur del Perú” y “Ampliación del inventario de biodiversidad botánica del Santuario Histórico de Machupicchu”. Se tomó en cuenta las colecciones de Christian Bües, Bernie Peyton e información acerca de número de reporte de especies de manera general de Velarde (1991) y Núñez (1992). De acuerdo al análisis con 1423 números de colecciones, se ha logrado compilar 40 familias para 70 géneros y 279 especies de Pteridophytos para el santuario, incluyendo colecciones de algunas localidades de la zona de amortiguamiento, por tratarse de trabajos de investigación específica en Pteridophytos.

ESPECIES INVASIVAS

A pesar de la introducción relativamente reciente de *Nephrolepis cordifolia* en las Américas tropicales, esta especie ya se encuentra en muchas áreas de América del Sur (Mickel & Smith, 2004) y está principalmente asociada con entornos ruderales. En el caso del santuario, *N. cordifolia* está presente en el área desde año de 1974 y aparentemente todavía no compite seriamente con la flora local. *N. cordifolia* tiene muchas variedades distribuidas en India, México, Pacífico Sur, Nueva Zelanda y Asia, las cuales tienen nombres comunes como “botón de limón”, “reina Kimberly” (Olsen, 2007).

Otra especie introducida de helecho en el santuario es *Asplenium tenerrimum*, pero fue colectada hace 18 años por Bernie Peyton (N.º col. 1429), sin embargo no existe ninguna colección adicional de la especie.





Nephrolepis sp. (Nephrolepidaceae).



Jamesonia sp. (Pteridaceae).



Cyathea herzogii (Cyatheaceae).



Huperzia sp. (Lycopodiaceae).



Blechnaceae.



Thelypteridaceae.



Helechos arbóreos de la especie *Alsophila cuspidata* (Cyatheaceae) en la zona de Mandor.

Macromycetos

MARÍA E. HOLGADO ROJAS



En Machupicchu se han realizado algunas investigaciones sobre los hongos liquenizados. En la foto, un representante del género *Cora*.

El Santuario Histórico de Machupicchu, por tener una ecología sumamente diversa y compleja, es un área natural con una biodiversidad de flora y fauna muy amplia. Sin embargo, en el Reino Fungi, los estudios realizados son insuficientes, sobre todo cuando se trata de los macrohongos. Aunque se tienen algunos reportes de investigaciones realizadas sobre los hongos liquenizados, falta aún mucho por estudiar y descubrir. Fungi es el reino más completo que abarca desde los hongos microscópicos, los descomponedores, los micorrícicos, hasta los parásitos. “Algunos surgen por la mañana y por la tarde ya están marchitos. Otros pueden durar días, semanas e incluso décadas” (Rockefeller, 2015).

LOS HONGOS Y LA COEVOLUCIÓN

Su presencia, antes de finalizar el Paleozoico, fue imprescindible para la adaptación y colonización del espacio terrestre por las plantas que vivían en medios acuáticos, desde los briofitos (primeras plantas) hasta las plantas vasculares (pteridofitas, pinofitas y magnoliofitas). En otras palabras, el suelo comenzó a formarse con la ayuda de estos organismos, permitiendo a las plantas su conquista terrestre a través de las micorrizas en la absorción de los nutrientes de aquellos protosuelos, y la descomposición de la materia orgánica (necromasa) mediante hongos saprófitos. Comenzando así el reciclado de nutrientes y la formación de suelos tal como los conocemos hoy en día (Ibáñez, 2016).

Los hongos convierten las hojas, la madera y toda materia orgánica muerta en humus y carbono. A través de sus micelios que se desarrollan dentro de estos sustratos, se alimentan desplazándose por varios metros de manera radial, formando los conocidos “corros de brujas” o *ka'cyas*, como lo nominan nuestros hermanos del campo que son los únicos que pueden reconocerlos fácilmente, ya sea en el pajonal de puna u otros hábitats donde suelen crecer como milagro de la naturaleza, lo recolectan con fines de autoconsumo y venta durante los meses de noviembre, diciembre hasta marzo (época de lluvias), que es donde el cuerpo fructífero (seta) brota para mantener su linaje a través de la emisión de esporas, por lo que están susceptibles a las inclemencias del tiempo, al cambio climático; sin embargo, son capaces de esperar las condiciones favorables para germinar, así sus esporas se pueden mantener latentes hasta más de 20 años, además la cantidad de esporas que producen (triliones) es más que suficiente para estar omnipresentes en la naturaleza.

SU ROL EN LA HISTORIA DE LA HUMANIDAD

Aunque parezca increíble, desde un punto de vista evolutivo, los humanos somos más cercanos a los hongos que a las plantas: inhalamos oxígeno y exhalamos dióxido de carbono igual que ellos. Las plantas, en cambio, tienen el ciclo de carbono inverso, por lo que estudios recientes van acercando cada vez más a los hongos al reino animal.

Organismos fascinantes que tienen un papel esencial en la naturaleza y también en la historia de los pueblos. Desde el inicio de los tiempos, los hongos y el hombre han ido evolucionando conjuntamente a lo largo de la vida; han sido utilizados como alimento, como elementos transformadores de los mismos, para la cura de enfermedades e, incluso, se han utilizado como sustancias alucinógenas en fiestas y ceremonias religiosas. Por citar algunos ejemplos podemos hablar de la *Amanita muscaria*, empleada por los chamanes siberianos o *Psilocybe cubensis*, un hongo psicotrópico usado en ciertas ceremonias religiosas de la América precolombina. Existen evidencias que demuestran su uso extensivo en el Perú prehispánico, imágenes de hongos que fueron encontrados en cerámicas, objetos de metal y textiles de las diferentes culturas preinkas e inkas, probablemente con usos alimenticios, medicinales y espirituales (Trutmann, 2012), conocimientos ancestrales que aún perduran en nuestros tiempos y que se evidencian en la comunidad campesina de Conchacalla del distrito y provincia de Anta, donde cada año celebran el festival del Q'oncharaymi (*q'oncha*: seta, *raymi*: fiesta), en el que participan diferentes comunidades campesinas quienes exponen los hongos frescos recolectados y nos brindan una gran variedad de potajes preparados fundamentalmente en base a *Pleurocollybia cibaria* (seta cusqueña), como nuestro plato bandera el capchi de setas (Holgado *et al.*, 2010).

Existen evidencias que demuestran el uso extensivo de los hongos en el Perú prehispánico, imágenes de hongos que fueron encontrados en cerámicas, objetos de metal y textiles de las diferentes culturas preinkas e inkas.



Hypholoma.



Festival del Q'oncharaymi - Comunidad campesina de Conchacalla, provincia de Anta.



Psathyrella.



Trametes elegans.



Sticta.



Hypotrachyna.

*Xylaria globosa.**Xylaria polymorpha.*

LA DIVERSIDAD DEL GRUPO EN MACHUPICCHU

Si bien el Cusco tiene un legado extraordinario de botánicos que han contribuido al desarrollo de la *sciencia amabile*, es muy poco lo que se tiene respecto a este grupo. Así, Fortunato L. Herrera (1941) menciona 42 especies incluidas en 9 familias, todas ellas en lugares muy próximos al santuario, destacando *Auricularia polytricha* (linli), *Pyrenopeziza sanguineus* (yunka kallampa), *Ganoderma australe*, *Schizophyllum commune* (chachis, chachascha), *Stictia sp.*, *Lobaria sp.*, *Leptogium sp.*, *Ramalina flaccescens* (intic-suncjan, papel-papel) y *Cora pavonia* (ccalasto) reportados como alimenticios y medicinales, la mayoría de ellos para el valle del Urubamba. Años más tarde, Pavlich (1976) realiza el estudio sistemático de 102 especies incluidos en 44 géneros entre Ascomycetes y Basidiomycetes, en las regiones de Loreto, San Martín, Amazonas, Junín, Pasco, Lima, Ayacucho, Cusco, Puno, Ancash, La Libertad, Huánuco y Madre de Dios. Por otro lado, en el Plan Maestro del Santuario Histórico de Machu Picchu 2015-2019, en función a lo publicado por CDC-UNALM (2002), Galiano (2005), Sernanp-SHM (2014) y DDC/Cusco (2014), se menciona que solo se tienen registrados cerca de veinte especies de líquenes y veinte especies de hongos, recalcando que son los grupos menos estudiados. Al respecto Núñez-Zapata *et al.* (2015) en investigaciones realizadas en el santuario logran identificar 67 especies de hongos liquenizados, nueve de los cuales son nuevos registros para el Perú, siendo las familias Parmeliaceae, Physciaceae

Si bien el Cusco tiene un legado extraordinario de botánicos que han contribuido al desarrollo de la *sciencia amabile*, es muy poco lo que se tiene respecto a este grupo. Así, Fortunato L. Herrera (1941) menciona 42 especies incluidas en 9 familias, todas ellas en lugares muy próximos al santuario.

*Galerina.**Marasmius.*

y Lobariaceae las que presentan mayor riqueza de especies en el área, reportando como nuevos registros: *Hypotrachyna minarum*, *Lobariella peltata*, *Nephroma helveticum*, *Pannaria andina*, *Parmotrema eborinum*, *Parmotrema mellissii*, *Peltigera austroamericana*, *Physcia endochrysea* y *Pseudocyphellaria clathrata*.

En el 2016, Huallparimachi estudia la biota líquénica en los paramentos de los recintos de la ciudad inka del santuario describiendo 53 especies de líquenes, siendo las familias más representativas Parmeliaceae, con 17 especies; Teloschistaceae con ocho especies y Lecanoraceae con siete especies, reportando nueve registros nuevos para el Perú, entre ellos: *Everniastrum lipidiferum*, *Heterodermia isidiophora*, *H. cf. queenslandica*, *Parmelinopsis minarum*, *Physcia tribacoides* y *Punctelia rudecta*. Menciona además que los biotipos crustosos son los más dominantes, altamente sensibles y resistentes a los cambios del ambiente, como *Lecanora* sp., *Lecidea* sp. y *Caloplaca leuominia*, demostrando bajo diferentes técnicas de MEB (Microscopio Electrónico de Barrido), la alteración mineralógica del granito por procesos mecánicos, químicos y biológicos.

Actualmente, y a pesar de la existencia de numerosos trabajos que evidencian este deterioro, este hecho continúa cuestionándose debido a la doble acción que realizan los líquenes; por un lado como organismos deteriorantes y por otro protegiendo a la roca frente a factores ambientales (contaminación, agentes atmosféricos, etc.), por lo que este tipo de estudios debe entenderse como una fase preliminar e imprescindible para

llevar a cabo el análisis de los efectos que estos organismos producen sobre los materiales pétreos, obteniendo así una información que permita proponer las actuaciones más adecuadas en una futura restauración para una correcta intervención.

Si bien son escasos los estudios realizados sobre el tema, podemos ver que la diversidad de estos taxa es bastante amplia, así solo para la zona de Wiñaywayna Callalli y colaboradores reportan más de 300 morfotipos de hongos, entre Ascomycetes y Basidiomycetes, incluidos en 60 géneros y 36 familias entre los que destacan *Tremella fuciformis*, *Russula emetica*, *Pycnoporus sanguineus*, *Lentinus* sp., *Lactarius* sp., *Polyporus* sp., *Agaricus* sp., *Calvatia* sp., *Coprinus* sp., *Morchella* sp., *Xylaria* sp., *Cookeina* sp., entre otros. Varios autores confirman que el Santuario Histórico de Machupicchu es un área de alta diversidad florística debida a varios factores, entre ellos el levantamiento de la cordillera de los Andes, circunscribiendo en este caso el cañón de Torontoy, las complejas cadenas del Vilcanota, como La Verónica y Salkantay, por cuyo fondo de la cuenca discurre torrencioso el río Urubamba, dando lugar a una fisiografía variada, la estabilidad climática hacia las vertientes orientales, así como las zonas de vida natural y las formaciones vegetales que posee en su ámbito territorial (Tupayachi, 1994).



En la zona de Wiñaywayna se han reportado más de 300 morfotipos de hongos, incluidos en 60 géneros y 36 familias. En la foto, un hongo del género *Mycena*.



Calvatia cyathiformis.

Entorno paleobotánico

EFRAÍN SUCLLI MONTAÑEZ



Andenes en el llaqta de Machupicchu, los granos de polen se depositan sobre la superficie y constituyen un registro de la vegetación pasada.

Los granos polínicos representan el elemento masculino de las plantas superiores, importantes para la propagación vegetal. Estas son producidas en grandes cantidades en el estambre de las flores (Piperno, 1995). La pared del grano de polen tiene gran resistencia a deteriorarse frente a los rigores que implican el proceso de fosilización, debido a que está constituido por la denominada *esporopolenina*, una de las sustancias orgánicas más duras de la naturaleza, confiriéndole una gran resistencia principalmente bajo condiciones de baja actividad microbiana, sitios encharcados, pH ácido, alta aridez, altos niveles de sal o presencia de iones metálicos (More & Webb, 1978).

Estos granos y esporas presentan una estructura y ornamentación únicas que tipifican a un taxón vegetal. En general, estos palinomorfos (polen y esporas) liberados por las plantas son mezcladas en la atmósfera y se depositan sobre la superficie del suelo y agua, fiel reflejo de la vegetación que los ha producido; en este sentido, la secuencia de sedimentos formados a lo largo del tiempo constituye un registro de la vegetación pasada (Ibid, 1978).

La reconstrucción del entorno paleobotánico consta de dos procesos diferenciados y claves, pues en el buen manejo y elección de ambos reside gran parte del éxito de este tipo de análisis. Estos dos procesos son, respectivamente: la *toma de muestras* y el *tratamiento en laboratorio*; aunque es importante precisar lo referente a la determinación taxonómica a partir de una colección referencial moderna y el conocimiento natural del sitio. Finalmen-

te, los estudios culminan con la presentación e interpretación de los reportes del laboratorio.

El interés de responder a las interrogantes sobre qué plantas fueron cultivadas, en qué periodo de tiempo y con qué propósito durante la ocupación inka en Machupicchu, fueron el inicio de esta tarea. El empleo de evidencia física tangible –presencia de polen vegetal fósil–, recuperada y analizada en el sedimento arqueológico, nos permitió inferir sobre la flora natural circundante a Machupicchu, así como de las especies de actitud agrícola y su relevamiento cultural, reportándose un total de 109 tipos polínicos (Suclli, 2016).

DE LOS ESTUDIOS PALINOLÓGICOS

En su mayoría, los estudios de este corte están orientados a interpretar efectos de las condiciones climáticas pasadas –Paleoclimas–, como los del Holoceno de los Andes (11 000 AP). Para el contexto de los Andes de nuestro territorio, se cuenta con los trabajos realizados por Graf (1981 y 1992) y Hansen y colaboradores (1984 y 1994), para las lagunas de Junín, Tuctua, Pomacocha y Jerónimo. En el ámbito regional del Cusco, más específicamente en la localidad de Ollantaytambo, aproximadamente a 45 km de Machupicchu, los resultados del análisis polínico procedentes del núcleo de sedimento de la laguna de Marcacocha evidencian eventos climáticos locales y cambios que cubrieron los pasados 4000 años, proveyéndonos de indicios valiosos respecto a cómo los antiguos peruanos asentados en estos lugares habrían manejado con éxito los ecosistemas andino-amazónico,

producto de estos análisis se reportan polen de maíz y quinua entre especies de valoración agrícola (Chepstow-Lusty *et al.*, 1998) principalmente.

En referencia a la *llaqta* de Machupicchu, producto de sus investigaciones A. Valencia y K. Wright (2000) establecen correlaciones interregionales entre los datos climáticos del glaciar del Quelccaya estudiado por Grootes *et al.* (1989) y Thompson *et al.* (1984) y el clima de Machupicchu del siglo XVI, definiendo dos fases climáticas para la época inka en un periodo de lapso de 90 años, la primera con 1830 mm y la segunda con 2090 mm de precipitación anual, este último marcaría 40 años de altas precipitaciones que caracterizan al entorno húmedo del sitio. Asimismo, estos investigadores evaluaron el potencial agrícola del sistema de terrazas de Machupicchu, resaltando la importancia de las variables climáticas como generadoras de agricultura en el sitio, esto en razón a que estas áreas no cuentan con sistemas de irrigación diferenciados que demandan los cultivos.

Los reportes de polen arqueológico en Machupicchu se inician en 1998 y en los sucesivos, contándose con los trabajos de exploración y análisis de polen en áreas agrícolas, dirigidos por A. Valencia & K. Wright (1998), quienes recuperaron muestras de sedimentos, posteriormente analizados por Linda Scott Cummings en Estados Unidos. Los análisis palinológicos desarrollados por Cummings en los años 1998, 1999 y 2000 tuvieron como finalidad la identificación de polen asociados a plantas cultivadas, así como evaluar la calidad de polen

presentes en el sedimento. Estos reportes detallan sobre una variedad de plantas en forma de cultivos o malezas, la presencia polínica en áreas agrícolas estaría condicionados por la naturaleza del espécimen vegetal, ya que podrían provenir de diferentes sitios favorecidas por la diseminación del viento. En referencia al estado de conservación, esta varía de bueno a malo; del número de pólenes del tipo agrícola destaca *Zea mays* ‘maíz cultivado’, este polen fue recuperado en 14 de las 15 muestras examinadas procedentes de cuatro hoyos de excavación, reafirmando el hecho de que el maíz fue cultivado en Machupicchu, esto probablemente para la elaboración de la chicha, bebida espirituosa y de libación en el quehacer cotidiano. Del mismo modo, se reporta evidencia polen de *Solanum/Physalis*, existiendo la posibilidad de cultivo de papa y aguaymanto; esta posibilidad se acrecienta, ya que estos dos tipos de pólenes son muy similares morfológicamente. Igualmente, en las muestras del hoyo 2 se hallaron evidencias del cultivo de leguminosas, las cuales fueron identificadas por comparación con una muestra colectada por Donald Ugent.

Estos cultivos se extendieron durante el periodo agrícola y después fueron abandonados. Quizá los cultivos tuvieron un comportamiento rotativo en algunos casos o en todas las terrazas, esto estaría reflejado en las muestras mezcladas de polen. La actividad agrícola en Machupicchu estaría asociada al grado de complejización social que asumió el estado inka en ese periodo (cultivo estatal y ceremonial). Destaca también el reporte de polen de Chen-Am que tipificaría a la quinua y kiwicha,

Los análisis palinológicos permiten identificar cultivos de plantas de hace 500 años. En las fotos, dos especies útiles en el santuario: la tara (Caesalpinia spinosa), árbol del que se aprovechan sus semillas, y flores de papa (Solanum tuberosum).





El maíz fue cultivado en Machupicchu y sigue siendo hasta la actualidad el principal producto agrícola. En las fotos, entorno agrícola actual con cultivos de maíz en la zona de Piscacucho, zona de amortiguamiento del santuario.

En Machupicchu destacan también el registro de polen de quinua y kiwicha, así como de otras plantas, como begonias, fucsias, entre otras.

Dibujos del cronista Guamán Poma de Ayala referidos al trabajo agrícola con maíz, donde se muestra la importancia del cuidado de los cultivos.

entre otros; se registra también los géneros botánicos como *Aloe* y *Persea*.

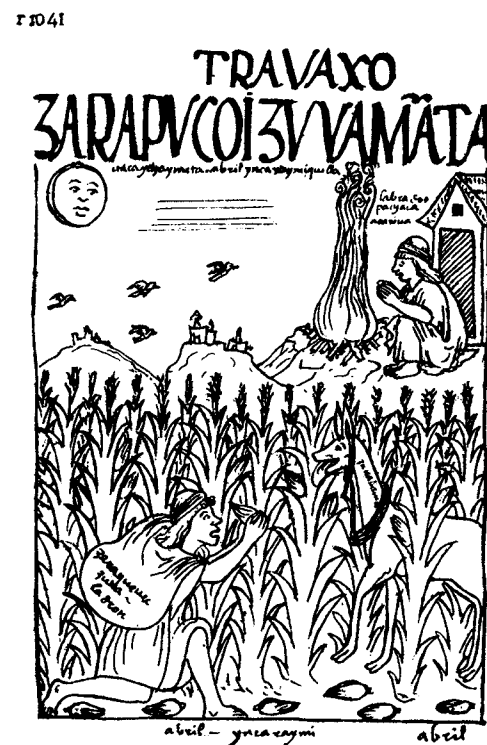
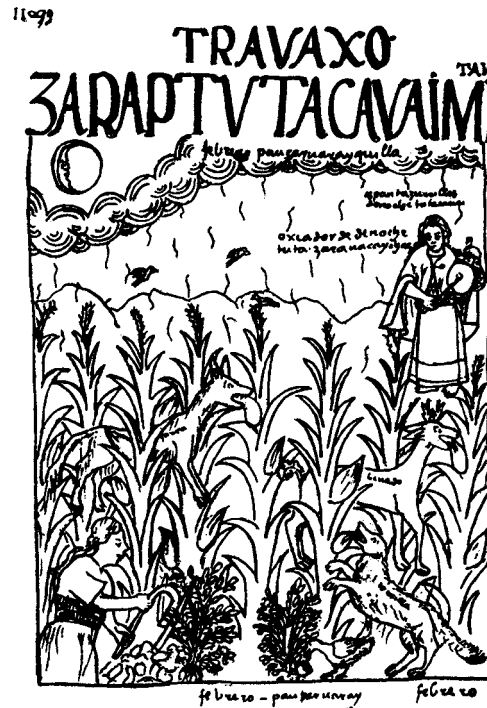
En referencia a la flora nativa circundante, como árboles, arbustos y plantas herbáceas propias de este medio, fueron reportadas varias especies botánicas, como *Zanthoxylum* (Rutaceae), *Alnus* (Betulaceae), *Juglans* (Juglandaceae), arbustos: *Lomatia* (Proteaceae), *Rawolfia* (Apocynaceae), *Desfontainia* (Loganiaceae), bejucos: *Malpighiaceae*, vegetación de corte herbácea, como las Asteraceae (*Ambrosia*), Brassicaceae, Rubiaceae, Polemoniaceae (*Cantua* o cf. *Cobaea*), palmeras (Arecaceae); así como abundante polen de *gramíneas* (Poaceae) que cubrieron a manera de césped estas terrazas. Este grupo de vegetales constituiría el entorno natural, así como la flora nativa que siguió al abandono de las terrazas.

ENTORNO PALEBOTÁNICO DE MACHUPICCHU

Considerando el clima imperante de Machupicchu, los pólenes registrados mostraron un estado de conservación regular, producto de la exposición a ciclos de humedad y sequedad frecuente conducentes a su rápido deterioro, este hecho limitó su determinación; sin embargo, es importante considerar que la sola presencia de un gránulo de polen atípico, frente a todas estas condicionantes, afianza su representatividad en la muestra. Al respecto, el Dr. Jones en el año 2000 refiere que los limitantes en la resolución de granos constituyen una de las dificultades frecuentes en la posibilidad de identificar plantas cultivadas en el registro de polen,

sobre todo cuando los miembros nativos del mismo género y familias están presentes en la misma área donde se realizó el muestreo.

Las plantas, en general, mantienen óptimos ambientes bajo distintas situaciones climáticas, es así que cada especie se desarrolla en un nicho ecológico determinado en estrecha interrelación con su entorno; por ejemplo, si una especie es típica de ambientes cálidos y secos, como la ‘tara’, y cuyo polen se presenta en depósitos adjudicados a un periodo determinado, se podría inferir que el escenario climático durante este periodo era cálido y seco sin el cual la especie no se desarrollaría; este hecho es importante ya que en el récord de polen fósil registrado en Machupicchu se reportan tipos polínicos que tipifican a varias especies propias de clima cálido, principalmente en las proximidades del sector agrícola. El polen de *Caesalpinia* (tara) es un claro ejemplo de este hecho. Igualmente, la presencia de polen de *Zanthoxylum* presente en los reportes de Linda Scott Cumming (2000) en varias secciones de su informe, representa a una especie del bosque secundario, la cual nos sugiere que el bosque primario estaría enmarcado dentro de un proceso de sucesión vegetal, quizá debido al grado de explotación del recurso forestal, como el cedro y la intimpa, cuyos granos polínicos son igualmente reportados para el sitio. El reporte de pólenes de los géneros *Mimosa* y *Cassia* propias del bosque seco, igualmente, presentaría intervalos cálidos en el lugar, como también lo refieren Valencia y Wrighth (1996). Con referencia a las plantas de importancia



Ilustraciones de Guamán Poma de Ayala referidas a la cosecha de maíz y papa en tiempos precolombinos, los cuales son similares a la actualidad.

cultural, polen de *Erythroxylum*, género botánico exponente de la coca y propio de valles cálidos orientales, fue reportada por el laboratorio de la UPCH el 2010.

En referencia al estrato vegetal, estaría dominado por plantas de porte arbóreo, con una importante dominancia de *Ficus*, *Podocarpus*, *Hyeronima*, *Miconia*, *Hedyosmum*, *Bunchosia* y *Croton* (sangre de grado). Es claro que estas especies no tipifican a un bosque primario, corroborándose la explotación de este; por otro lado, la presencia de altas concentraciones de polen de *Alnus* (aliso) no aproximaría a un probable manejo cultural de esta especie. Otras especies de leñosas, como *Desfontainia*, *Thibaudia*, cf *Psammisia*, *Xylosma*, cf *Lozania*, *Morella*, *Syzygium* y *Campomanesia*, representan a especies nativas propias del bosque montano, como se percibe hoy en día.

La evidencia de una transformación paulatina del bosque primario a un paisaje agrícola controlado, sin duda alguna, fue un proceso progresivo que contempló la adaptación de especies andinas sometidas a condiciones de exceso y estrés hídrico, como el maíz y la papa principalmente; por otro lado, la presencia del complejo Am-Cheno representan a arvenses afianzadoras del cultivo de maíz y representarían a la quinua o el grupo de la kiwicha cultivados o silvestres. Es importante mencionar que este modelo de cambio gradual aún permite imaginar un paisaje dominado por árboles, ya que es dificultoso desarrollar una agricultura exitosa en un ambiente de frecuentes cambios en los regímenes climáticos, al menos para estos dos primeros cultivos (maíz y papa). El reporte de polen de *Canna*, *Arracacia* e *Ipomoea*

exponentes de la achira, arracacha y camote respectivamente pudieron asegurar la demanda de almidón y proteínas, importantes en la dieta; estos cultivos de raíces son propios de estos medios.

Finalmente, el entorno eco-cultural, según récord de polen fósil procedente de Machupicchu, aún es motivo de investigación, ya que falta incorporar más líneas de análisis, como fitolitos, escaneo de almidones, fosfatos, ADN antiguo, huellas de isotopos estables, entre otros. Finalmente, la biología, fisiología y etnografía de los 109 tipos polínicos reportados al presente, podrían marcar el derrotero de su uso y función de los vegetales en este importante baluarte cultural como es Machupicchu.



FLORA DE MACHUPICCHU SEGÚN EL REGISTRO DE POLEN FÓSIL

Familia	Taxón	Nombre común (*)	Familia	Taxón	Nombre común (*)	Familia	Taxón	Nombre común (*)
Acanthaceae	<i>Justicia</i>		Clusiaceae			Myrtaceae	<i>Campomanesia</i>	
Amaranthaceae	<i>Cheno-Am</i>	quinua/kiwicha	Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i>	camote	Onagraceae	<i>Syzygium</i>	
	<i>Alternanthera</i>			<i>cf Merremia</i>			<i>Fuchsia</i>	fucsia
Amaryllidaceae			Cucurbitaceae	<i>Cyclanthera</i>		Orchidaceae		orquídea
Anacardiaceae	<i>Schinus/Schinopsis</i>	molle	Cyperaceae			Oxalidaceae	<i>Oxalis</i>	mashua
Apiaceae	<i>Arracacia</i>	virraca	Ephedraceae	<i>cf Ephedra</i>	pinco pinco	Passifloraceae	<i>Passiflora</i>	granadilla
Apocynaceae	<i>Rauvolfia</i>		Ericaceae	<i>cf Psammisia</i>		Plantaginaceae		llantén
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i>			<i>Thibaudia</i>		Phyllanthaceae	<i>Hieronyma</i>	
Arecaceae	<i>cf Chamaedorea</i>	palmera	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i>	coca	Poaceae	<i>Chusquea</i>	kur kur
Asparagaceae	<i>Furcraea</i>	cabuya	Euphorbiaceae	<i>Croton</i>	sangre de grado		<i>Zea mays</i>	maíz
Asteraceae	<i>Achyrocline</i>	keto keto	Fabaceae	<i>Caesalpinia</i>	tara	Podocarpaceae	<i>Podocarpus</i>	intimpa
	<i>Ambrosia</i>	mark'u		<i>Casia</i>		Polemoniaceae	<i>Cantua</i>	kantu
	<i>Sonchus</i>	pilli		<i>Desmodium</i>	manayupa	Polygalaceae	<i>Monnina</i>	
	<i>Ophryosporus</i>			<i>Lupinus</i>	chocho		<i>Polygala</i>	
	<i>Artemisia</i>	ajenjo		<i>cf Trifolium</i>	trébol	Polygonaceae		
	<i>Aster</i>			<i>cf Machaerium</i>		Portulacaceae	<i>Calandrinia</i>	
	<i>Galinsoga</i>			<i>cf Phaseolus</i>	poroto	Proteaceae	<i>Lomatia</i>	
<i>Conyza</i>		<i>Mimosa</i>	huarango	<i>Oreocallis</i>	llama llama			
Balsaminaceae			Flacourtiaceae	<i>Xylosma</i>		Ranunculaceae		
Begoniaceae	<i>Begonia</i>	begonia	Gentianaceae			Rosaceae	<i>Polylepis</i>	keuña
Betulaceae	<i>Alnus</i>	aliso	Gunneraceae	<i>Gunnera</i>		Rubiaceae	<i>Relbunium</i>	
Bignoniaceae			Juglandaceae	<i>Alfaroa</i>			<i>Spermacoce</i>	
Boraginaceae				<i>Juglans</i>	nogal	Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i>	
Brassicaceae	<i>Lepidium</i>	maca	Lamiaceae	<i>Minthostachys</i>	muña	Salicaceae	<i>Salix</i>	sauce
	<i>Brassica</i>	moztasilla	Lacistemataceae	<i>cf Lozania</i>		Sapindaceae		
	<i>Cremolobus</i>		Lauraceae	<i>Persea</i>	palta	Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	lúcuma
	<i>Capparis</i>		Liliaceae	<i>Lilium</i>		Scrophulariaceae		
Bromeliaceae	<i>Cleome</i>		Loganiaceae	<i>Desfontainia</i>		Solanaceae	<i>Brugmansia</i>	campacho
	<i>Tillandsia</i>		Lythraceae	<i>Cuphea</i>			<i>Physalis</i>	aguaymanto
Cactaceae	<i>Vriesea</i>		Malvaceae	<i>Abutilon</i>			<i>Solanum/Lycopersicum</i>	papa/tomate
				<i>Sida</i>			<i>Solanum</i>	papa
Cannabaceae	<i>Trema</i>	carapanchu	Malpighiaceae	<i>Bunchosia</i>	ciruelo del fraile	<i>Capsicum</i>	ají/rocoto	
Cannaceae	<i>Canna</i>	achira		<i>cf Dimemandra</i>		Tiliaceae		monte linaza
Caprifoliaceae	<i>tipo Lonicera</i>		Melastomataceae	<i>Miconia</i>		Thyphaceae	<i>Thypha</i>	enea
Caryophyllaceae	<i>Drymaria</i>		Meliaceae	<i>Cedrela</i>	cedro	Urticaceae	<i>Pilea</i>	
Celtidaceae	<i>Celtis - like</i>		Moraceae	<i>Ficus</i>	matapalo	Verbenaceae		
Chloranthaceae	<i>Hedyosmun</i>	monte anís	Myricaceae	<i>Morella</i>				

(*) El nombre común es aproximado.



Intipata, uno de los complejos agrícolas más importantes en el Santuario Histórico de Machupicchu. La tecnología permitía alimentar a las poblaciones de la época inca aprovechando las fuertes pendientes.

Escarabajos Scarabaeoidea

GORKY VALENCIA VALENZUELA



Los escarabajos Scarabaeoidea forman una numerosa súper familia de coleópteros, con más de 1050 especies en el país.

Los escarabajos Scarabaeoidea forman una numerosa súper familia de coleópteros, con unas 31 000 especies en el mundo y más de 1050 en el país. Son característicos por presentar antenas pectinadas y mayormente lameladas, con las patas anteriores dentadas y robustas, generalmente aptas para la excavación, y pronoto (primero de los segmentos del tórax) ampliamente modificado para empujar. En general, su tamaño varía de mediano a grande, presentan una coloración comúnmente marrón oscuro o negro, pero la mayoría de las subfamilias presentan especies muy vivamente coloreadas, así como presentar ornamentaciones cefálicas o pronotales a manera de cuernitos vistosos especialmente en los machos, por lo cual son conocidos con la denominación de “toritos” y algunos desarrollan mandíbulas grandes y son conocidos como “ciervos volantes”. Su coloración, de bello aspecto y forma impresionante, siempre han llamado la atención a las personas.

Estos escarabajos se alimentan de una amplia variedad de materia orgánica, ya sea de vegetales (desde raíces hasta partes descompuestas) como de origen animal (desechos y heces, como los Scarabaeinae, más conocidos como akatankas). Esto es importante porque permite el reciclaje de este material al enterrarlo en el suelo, favoreciendo la ventilación de la tierra, la fertilización de plantas, dispersión de semillas y, sobre todo, al aislar y consumir a los parásitos gastrointestinales (nematodos, helmintos, protozoarios y otros microorganismos) que se encuentran en materiales fecales; por tanto, brindan importantes funciones ecológicas y servicios ecosistémicos.

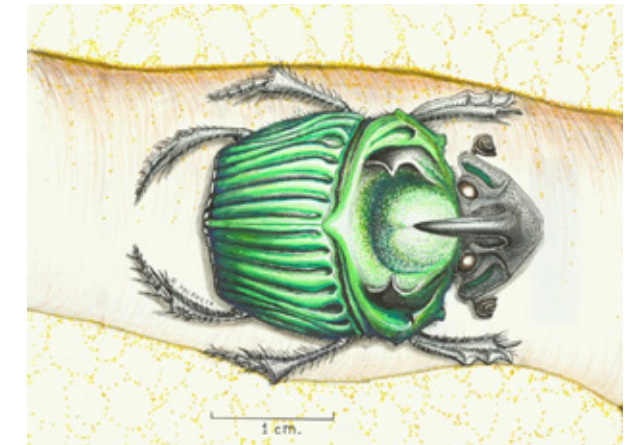
En general, todos los coleópteros Scarabaeoidea son considerados como elementos bioindicadores de perturbación antropogénica (Otavo *et al.*, 2013).

LA DIVERSIDAD DENTRO DEL SANTUARIO HISTÓRICO DE MACHUPICCHU

El primero en coleccionar escarabajos en el santuario fue el naturalista y recolector germano Otto Garlepp en 1898. También hubo colectas realizadas por Harry Ward Foote durante la expedición de la Universidad de Yale en 1911 y la contribución más importante fue registrada durante la expedición Beitrage zur fauna Perus en 1936, liderada por Hans Woldenmar Titschack (1951). Posteriormente, se tienen algunos registros publicados por investigadores cusqueños, como Ismael Ceballos (1994), Francisco Carrasco (1968) y Óscar Ochoa (1976); además de registros aislados realizados por investigadores principalmente extranjeros. Pero el autor del presente capítulo y colaboradores realizaron los primeros muestreos –en específico de Scarabaeoidea– dentro el santuario en el año 2002 y posteriormente en el 2013 (2014).

Realizamos cuatro expediciones científicas con diseño muestral a las zonas de Wiñaywayna en abril del 2002, Mandor en junio del 2002, Pampacahua y Paycaymayo en agosto del 2002 y al Valle de Aobamba en junio del 2013.

Los resultados obtenidos en 8 zonas de estudio dentro del santuario registran 54 especies de Scarabaeoidea pertenecientes a las familias Scarabaeidae, Passalidae,



Macho de *Oxysternon conspicillatum*.

*Dichotomius bicornis.**Golofa eacus.**Hoplopyga liturata.**Veturius tarsipes.*

Ochodaeidae, Lucanidae e Hybosoridae. La familia Scarabaeidae con 44 especies registra la mayor riqueza. Los géneros más representados son *Ontherus*, *Dichotomius*, *Uroxys* y *Platycoelia* con 4 especies cada una. La colecta oportunista y el empleo de coprotrampas registraron la mayor riqueza específica y mayor número de especies exclusivas. Más especies son fitófagas pero la mayoría de individuos son generalistas, los coprófagos en riqueza y abundancia se mantienen en segunda importancia. Los Scarabaeidae e Hybosoridae son polípagos y las otras familias tróficamente son más especializadas. La zona

de Wiñaywayna registró la mayor cantidad de especies e individuos. Aunque a mayores altitudes evaluadas registraron más especies; el estado de conservación del lugar fue la condición más importante para su presencia y aproximadamente 14 especies endémicas se encontrarían en el santuario.

IMPORTANCIA DE LOS ESCARABAJOS

Sin duda todas las especies desempeñan papeles importantes dentro del ecosistema y la cadena trófica, pero algunos escarabajos resaltan más, como las especies co-

prófagas de la subfamilia Scarabaeinae, pues su función de dispersores secundarios de semillas las convierten en elementos claves para la permanencia de muchas especies de plantas vitales para el desarrollo de otros animales, porque las semillas comidas dentro de los frutos luego son excretadas con las heces e inmediatamente son ubicadas por los akatankas Scarabaeinae, que los parten en pequeñas bolitas para ser enterrados en los nidos subterráneos de estos escarabajos. De esta forma, las semillas estarán idealmente sembradas. Se entierran en un suelo aireado, con abono natural y, sobre todo,

adecuadamente protegidas del ataque de otros animales que van en su búsqueda.

También, otras especies carroñeras y saprófagas contribuyen a la incorporación de nutrientes al suelo, como los escarabajos Passalidae, que por su alimentación exclusiva de troncos muertos permiten acelerar su reciclamiento.

Por el tipo de alimentación, los Scarabaeoidea son útiles para determinar el índice de salud de los ecosistemas (Deloya, 2014); aunque la mitad de las especies registradas en el estudio son fitófagas (27), no son tan importantes porque son escasas (58 individuos), por lo

que su afectación por alimentación de raíces y hojas sería menor. Algunas especies son reportadas como de importancia agrícola en su estado larval, como las subfamilias Dynastinae *Ancognatha scarabaeoides* y *Golofa eacus*, pero registramos muy pocos individuos en el estudio (3 escarabajos). Hay que tener presente que dentro de estos géneros se encuentran especies muy raras, como *Golofa* sp. aff. *testudinarius*, del cual se conoce casi nada, y especies inofensivas, como *Ancognatha vulgaris*. Casi todos los Rutelinae llegan a ser polinizadores de plantas, como los Dynastinae del género *Cyclocephala*, que son polinizadores del género *Xanthosoma* (García-Robledo *et al.*, 2004), y otras especies de uso alimenticio y ornamental de aráceas.

LA LUZ UN PROBLEMA PARA LOS ESCARABAJOS

Una amenaza principal para los Scarabaeoidea lo constituye la contaminación lumínica provocada por el alumbrado público de la represa ubicada en el Km 107 y la misma central hidroeléctrica (Valencia, 2002), el mercadillo ambulante, predios adyacentes y viviendas que presentan alumbrado exterior con luz fluorescente o que emitan luz ultravioleta, porque atraen a escarabajos fototrópicos nocturnos, que cuando llegan a la fuente lumínica permanecen reunidos y quedan expuestos a la acción peligrosa de animales domésticos, especialmente de perros y gatos que están en búsqueda de alimento o mueren aplastados por unidades móviles y hasta por algunos turistas, lo cual disminuye permanentemente sus poblaciones.

ALIMENTO PARA OTRAS ESPECIES

Muchas especies de mamíferos y aves, como el oso de anteojos y el gallito de las rocas, tienen a los escarabajos como parte de su dieta. En el caso del oso de anteojos, los insectos ya fueron detectados en los restos fecales como parte de la dieta alimenticia (Peyton, 1980; Figueroa & Stucchi, 2002 y Figueroa, 2013).

La apetencia de los Scarabaeoidea en la dieta del oso de anteojos también fue confirmada por observaciones de la especialista en esta especie Carmen Soto y verificada en campo por el autor de este capítulo en el 2002, cuando en un dormidero de osos había restos fecales que contenían élitros de varios ejemplares del Passalidae *Veturius tarsipes* y del Scarabaeidae *Megaceras morpheus*. Una cita de mucho interés es que especies de Scarabaeinae del género *Uroxys* fueron encontradas vivas en heces del oso de anteojos en el bosque tropical montano (Escobar & Chacón de Ulloa, 2000), lo cual abre una importante perspectiva sobre el posible rol clave de las especies de *Uroxys* y otras especies de Scarabaeinae, por la muy probable dispersión por parte de estos escarabajos de semillas de plantas nativas que sirven de alimento al oso, a la fauna en general y pobladores del santuario.

Los escarabajos Scarabaeinae brindan importantes funciones ecológicas y servicios ecosistémicos.



Macho del escarabajo torito (*Golofa eacus*).



Megaceras morpheus (macho).



Megaceras morpheus (hembra).



Ancognatha vulgaris.



Sphaenognathus giganteus (macho).



Sphaenognathus giganteus (hembra).



Dichotomius inachus.



Paraptenomela opalescens.



Lasiocla sp.



Paxillus forsteri.

LISTADO TAXONÓMICO SCARABAEOIDEA REGISTRADO PARA EL SANTUARIO HISTÓRICO DE MACHUPICCHU

SUPERFAMILIA SCARABAEOIDEA			
FAMILIA SCARABAEIDAE	SUBFAMILIA RUTELINAE	SUBFAMILIA DYNASTINAE	FAMILIA LUCANIDAE
SUBFAMILIA SCARABAEINAE	<i>Paranomala undulata peruviana</i>	<i>Ancognatha scarabaeoides</i>	<i>Sphaenognathus giganteus</i>
<i>Eurysternus marmoreus</i>	<i>Paraptenomela opalescens</i>	<i>Ancognatha vulgaris</i>	<i>Arnaudius</i> sp. aff. <i>bomansi</i>
<i>Canthidium cupreum</i>	<i>Platycœlia burmeisteriana</i>	<i>Cyclocephala inca</i>	FAMILIA HYBOSORIDAE
<i>Dichotomius bicorni</i>	<i>Platycœlia inflata</i>	<i>Stenocrates cultor</i>	<i>Germarostes (Germarostes)</i> sp. 1
<i>Dichotomius inachus</i>	<i>Platycœlia insolita</i>	<i>Golofa eacus</i>	<i>Germarostes (Germarostes)</i> sp. 2
<i>Dichotomius</i> sp. aff. <i>fonsecae</i>	<i>Platycœlia selanderi</i>	<i>Golofa</i> sp. aff. <i>testudinarius</i>	<i>Chaetodus allsoppi</i>
<i>Dichotomius melzeri</i>	<i>Trizogeniates</i> sp. aff. <i>tibialis</i>	<i>Enema pan</i>	<i>Hybochaetodus obscurus</i>
<i>Ontherus alexis</i>	<i>Chlorota columbica peruana</i>	<i>Heterogomphus dilaticollis</i>	
<i>Ontherus howdeni</i>	<i>Lasiocala</i> sp.	<i>Heterogomphus</i> sp.	
<i>Ontherus obliquus</i>	<i>Pelidnota chlorana</i>	<i>Megaceras morpheus</i>	
<i>Ontherus</i> sp. aff. <i>bridgesi</i>	<i>Pseudothyridium minettii</i>	SUBFAMILIA CETONIINAE	
<i>Uroxys elongatus</i>	SUBFAMILIA MELOLONTHINAE	<i>Hoplopyga liturata</i>	
<i>Uroxys</i> sp.	<i>Chariodactylus sublaevicollis</i>	FAMILIA PASSALIDAE	
<i>Uroxys</i> sp. aff. <i>simplex</i>	<i>Isonychus</i> sp. 1	<i>Paxillus forsteri</i>	
<i>Uroxys</i> sp. aff. <i>variabilis</i>	<i>Isonychus</i> sp. 2	<i>Veturius (Veturius) tarsipes</i>	
<i>Canthon</i> sp.	<i>Plectris</i> sp.	FAMILIA OCHODAEIDAE	
<i>Deltochilum cf. aureopilosum</i>	<i>Astaena</i> sp.	<i>Parochodaeus</i> sp.	
<i>Oruscatus davus</i>			
<i>Oxystemon conspicillatum</i>			



Oleria cyrene attalia.



Crisálida de Battus madyes montebanus.



Battus madyes montebanus.



Leptophobia aripa elodina.



Rothschildia orizaba peruviana.



Oruga de Battus madyes montebanus.



Altinote anaxo comta.



Heraclides paeon paeon.



Huevos de Caligo oileus umbratilis.



Opsiphanes cassiae strophios.



Heliconius telesiphe telesiphe.

El Santuario Histórico de Machupicchu alberga una gran diversidad de lepidópteros con 377 especies de mariposas diurnas y 97 polillas registradas.



Polilla Geometroidea.



Astrartes creteus cuprus.



Caligo oileus umbratilis emergiendo de su crisálida.



Oruga de Pterourus menatius eurotas.



Phoebis philea philea.



Pupas de Pteronymia ticida yungava.

Arácnidos

JOSÉ ANTONIO OCHOA



El escorpión *Tityus footei* depredando a un ejemplar de opilión. Esta especie fue descubierta en 1911 y dedicada al naturalista Harry Foote.

Los arácnidos son un grupo de artrópodos, en su mayoría terrestres, que incluye animales muy llamativos, como las arañas, escorpiones, ácaros y garrapatas, y otros menos conocidos, como los opiliones, solífugos, pseudoescorpiones, arañas látigo, vinagrillos, entre otros.

Se caracterizan principalmente por presentar un cuerpo dividido en dos: la parte anterior llamada *prosoma* y la posterior llamada *opistosoma*, además de cuatro pares de patas, un par de quelíceros y un par de pedipalpos. En ocasiones, son animales muy temidos por la gente, especialmente las arañas y los escorpiones, por su presunta peligrosidad. Si bien algunas especies son peligrosas (como la viuda negra y la araña casera), muy pocas presentan venenos que puedan causar accidentes graves en seres humanos.

Los arácnidos se pueden encontrar en diferentes tipos de ecosistemas y hábitats. En el Perú habitan desde desiertos, bosques secos, punas, valles interandinos, bosques montanos hasta bosques húmedos de la Amazonía.

A pesar de ser uno de los grupos más diversos de todo el reino animal (con más de 110 mil especies conocidas en todo el mundo), su conocimiento dentro del santuario es muy precario y, todavía, falta mucho por conocer de este impresionante grupo de artrópodos. Sin contar a los ácaros, calculamos que dentro del Santuario Histórico de Machupicchu habría al menos unas 250 especies de arácnidos, de las cuales 41 son endémicas y solo se conocen en el ámbito del santuario y su zona de amortiguamiento.

PRIMERA EXPLORACIÓN ARACNOLÓGICA DENTRO DEL SANTUARIO

Los primeros arácnidos registrados para Machupicchu corresponden al trabajo del zoólogo Ralph Chamberlin del Museum of Comparative Zoology (Estados Unidos), quien en 1916 estudió las colecciones de la primera Expedición de la Universidad de Yale de 1911 efectuadas por el naturalista Harry W. Foote. Chamberlin reporta en su trabajo 87 especies de arácnidos (78 arañas, 6 opiliones, 2 escorpiones y 1 solífugo), que fueron colectadas en varias localidades en el ámbito de lo que hoy es el santuario y su zona de amortiguamiento, como Torontoy, San Miguel, Huadquiña, Ollantaytambo (Chamberlin, 1916).

Podemos decir que este trabajo nos dio una primera idea de la diversidad de arácnidos que habitan dentro del santuario y la única referencia sobre arácnidos de Machupicchu por los próximos cincuenta años. Varias especies descubiertas en ese entonces corresponden a especies endémicas y únicas del Santuario Histórico de Machupicchu, como *Tetragnatha quechua* conocida para la localidad de Torontoy, *Thymoites sanctus* para San Miguel y *Apodrassus andinus* para Huadquiña, entre otros.

REVISIONES TAXONÓMICAS

El último cuarto del siglo XX se caracterizó por la descripción esporádica de algunas especies de arácnidos para Machupicchu y alrededores, en esta época destacan las revisiones del zoólogo Herbert Levi de la Universidad de Harvard, quien en diversos trabajos



En el santuario se han registrado cuatro especies de arañas Migalomorfas conocidas como tarántulas.

entre 1963 y 1999 describe varias especies nuevas para la ciencia, algunas colectadas por el mismo Levi en un viaje que realizó en 1965.

Destacan aquellas arañas cuyos nombres fueron nominadas en honor a Machupicchu, como *Aculepeira machu*, *Cyclosa picchu*, *Thymoites machu*, *Theridion machu*, entre otras. En esta época también destaca la descripción de *Trachelopachys machupicchu* por el aracnólogo Norman Platnick del museo de Nueva York.

LAS ARAÑAS

Hay dos grupos grandes dentro de las arañas, las Mygalomorphae, que incluyen a las famosas tarántulas, y las arañas propiamente dichas, que pertenecen al grupo de las Araneomorphae.

Se conocen 110 especies de arañas en el santuario, de las cuales 4 son mygalomorfas; pero se estima que al me-

nos la diversidad del grupo podría fácilmente superar las 200 especies. La aracnóloga Diana Silva, del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, durante una evaluación rápida en los bosques montanos de la zona de Wiñaywayna registró 92 especies, si bien no presenta una lista de especies, nos da una idea aproximada de la gran diversidad de la zona.

Las arañas son eminentemente depredadoras y han desarrollado varias formas de vida y adaptaciones espectaculares como en ningún otro grupo del reino animal. La variabilidad de arañas en el santuario comprende desde las que construyen telas orbiculares para capturar a sus presas, como de los géneros *Micrathena*, *Argiope* y *Gasteracantha*, arañas con telas en forma de domo, como las de la familia Pholcidae, hasta aquellas con telas irregulares de la familia Teridiidae, que incluye a la famosa viuda negra del género *Latrodectus*. Otro grupo de arañas



Los escorpiones tienen la cualidad de reflejar fluorescencia a la luz ultra violeta. En la foto, *Tityus footei*.



Escorpión wawita (*Orobothriurus wawita*).

captura a sus presas al acecho, como las arañas lobo (familia Lycosidae) o las temidas tarántulas de la familia Teraphosidae. Una araña particularmente notable que encontramos en la zona de Chachabamba es la araña pescadora (familia Deinopidae), que lanza su tela como una red de pesca para capturar insectos.

ESCORPIONES O ALACRANES

Una de las preguntas más frecuentes sobre estos arácnidos es saber si ¿en Perú existen escorpiones o alacranes? En realidad, ambas palabras hacen referencia al mismo animal, alacrán es una palabra que deriva del árabe “*alagráb*” y llegó a España durante la ocupación de los musulmanes árabes; los españoles la introdujeron a América en el siglo XVI. Por otro lado, “*scorpio*” es una palabra latina que se popularizó en otras regiones de Europa desde la época de los romanos.

Los escorpiones son bien llamativos por su aspecto, tienen un par de apéndices en forma de pinzas y una cola llamada ‘metasoma’ que termina en un aguijón que conecta a una glándula de veneno. Son animales nocturnos y durante el día se esconden bajo piedras o troncos, y salen en la noche para alimentarse y reproducirse, todos poseen veneno que utilizan para paralizar a sus presas, usualmente capturan pequeños insectos y otros arácnidos.

En el santuario se conocen hasta la fecha cuatro especies, *Tityus footei*, cuyo nombre fue dedicado en honor a Harry W. Foote, es el escorpión más común dentro del santuario, no solamente es abundante, también tiene amplia distribución, encontrándose en zonas de bosque montano, bosque lluvioso, bosques secos y *queswa*, incluso habita la misma *llaqta* de Machupicchu y casi todos los complejos arqueológicos del santuario. Es frecuente



Ctenidae.



Argiope trifasciata (Araneidae).



Incasareus sp. (Metasarcidae).



Araña Oxiopidae.



Cosmetidae.



Huasampilla sp. (Gonyleptidae).



Gnaphosidae.



Bullaepus enoplus (Gonyleptidae).

verlo también dentro de las viviendas y, si bien su veneno no es peligroso para el hombre, puede ocasionar fiebre y una hinchazón en el lugar de la picadura.

Otra especie conspicua que habita el santuario es el ‘escorpión wawita’, el cual describimos en el año 2000 y cuyo nombre científico es *Orobothriurus wawita*, ya que se debe a su aspecto grácil, delicado y al pequeño tamaño, los adultos llegan a medir solamente entre 18 a 20 milímetros. Habita lugares con vegetación arbustiva y subarbusativa espinosa con suelo arenoso o suelto, en la noche puede estar a nivel del suelo, pero por su menor tamaño y peso no tiene dificultad para trepar las pequeñas ramas de las plantas y arbustos para capturar a sus presas. En el santuario se ha registrado solamente en la localidad de Piscacucho, pero está presente también en otras localidades del valle de Vilcanota, como Ollantaytambo y Urubamba.

OPILIONES

Es el tercer grupo más diverso de los arácnidos después de los ácaros y arañas. La gente los confunde con las arañas pero se distinguen porque el prosoma y opistosoma se juntan ampliamente. Después de Chamberlin, existe un solo trabajo que trata sobre Opiliones, cuando en 1998 los aracnólogos Adriano Kury y Emilio Maury describen dos especies del género *Incasarcus* (Metasarcidae) para la zona de Wiñaywayna y una especie adicional para la zona del abra Málaga. A ellos se suma nuestros registros desde la década de 1990 en varias localidades del ámbito del santuario y podemos estimar al menos la presencia de 30 especies de opiliones.

OTROS GRUPOS MENORES

Se conoce muy poco sobre los otros arácnidos del santuario. Hay una especie de Amblypygi que habita en los valles secos en la zona de Santa Teresa del género *Charinus*. Chamberlin reporta una especie de solífugo (*Mummucia variegata*), que es una especie diurna fácil de encontrar desde Piscacucho hasta Qorywayrachina. En relación a los Pseudoescorpiones no hay referencias previas, pero tenemos unas colectas en la zona de Wiñaywayna. Finalmente, otros grupos como ricinulidos, schizomidos y palpigradi no han sido registrados aún para el santuario.

DIVERSIDAD DE ARÁCNIDOS DEL SANTUARIO HISTÓRICO DE MACHUPICCHU

Orden/Suborden	Familias	Especies registradas	Especies estimadas	Endémicos SHM
Mygalomorphae	3	4	6	3
Araneomorphae	24	106	~200	29
Amblypygi	1	1	1	-
Opiliones	4	9	~30	8
Pseudoescorpiones	1	1	~5	-
Scorpiones	2	4	6	1
Solifugae	1	1	2	-
Total	36	126	~250	41



Acanthoctenus sp. (Ctenidae).



Incasarcus viracocha (Metasarcidae: opiliones).

Herpetofauna

JUAN CARLOS CHAPARRO



Treinta y nueve especies de anfibios y reptiles han sido reportados para Machupicchu. En la foto, *Stenocercus cassicaudatus*.

Aunque los anfibios y reptiles no están estrechamente relacionados evolutivamente se estudian juntos, en gran parte porque a menudo conviven uno al lado del otro y comparten muchas similitudes fisiológicas, de comportamiento y ecológicas. Ambos son grupos muy antiguos y con historias fascinantes. Lo que hoy vemos son los restos exitosos de unos pocos grupos que evitaron la extinción por diversas razones históricas, estos eventos de extinción redujeron la diversidad global de anfibios y reptiles varias veces, solo para ser seguidos por eventos de diversificación relativamente rápidos dentro de algunos de los grupos supervivientes.

Jacob Theodor Klein (1755), en su publicación *Tentamen herpetologiae*, fue el primero que utilizó el término herpetología, que proviene de la unión de dos palabras de origen griego, herpes ('que se arrastra') y logos ('conocimiento, estudio'). Sin embargo, en esta definición se incluyeron a todos los animales sin extremidades, incluidos los gusanos y se excluyeron a todos los cuadrúpedos, por lo que curiosamente ranas, tortugas y lagartijas fueron marginadas. Sin embargo, en la actualidad la herpetología, que es una rama de la zoología, se ocupa del estudio de los anfibios y reptiles y se compone de varias disciplinas, como el comportamiento, reproducción, alimentación, ecología, taxonomía, entre otras.

La importancia de estudiar anfibios y reptiles se ha dado en muchas áreas del conocimiento; por ejemplo, los venenos y las toxinas producidas y utilizadas por las serpientes venenosas. Actualmente, hay un interés particular en la búsqueda de tratamientos médicos en

seres humanos, como el cáncer, leucemia, Alzheimer, Parkinson, enfermedades cardiovasculares, la obtención de sustancias anticoagulantes, antitrombóticas y hemostáticas que permiten tratar muchas enfermedades de la sangre y evitar problemas durante las intervenciones quirúrgicas. De igual forma, las toxinas de anfibios que fueron utilizadas por la medicina tradicional china para luchar contra los cánceres de hígado, pulmón, colon y páncreas, ahora son muy importantes en la medicina y son usados para contener el dolor en pacientes con enfermedades crónicas, úlceras pépticas y flujos gastroesofágicos; además, se están desarrollando estudios sobre antibióticos, antimicóticos, antivirales y pastillas contra la afectación de los rayos ultravioleta, todo en base al uso de los anfibios.

Por otro lado, los servicios ecosistémicos que prestan los anfibios y reptiles al ecosistema son muchos; por ejemplo, participan de procesos que intervienen en el flujo de energía, ciclo de nutrientes, polinización, dispersión de semillas, control de plagas y regulación de patógenos. Son importantes para el ser humano porque son utilizados en la alimentación, vestimenta, cacería, medicina tradicional, artesanías y construcción; además, en intereses estéticos, culturales y científicos.

DIVERSIDAD DE FORMAS DE VIDA

Los anfibios actualmente cuentan con 8230 especies formalmente descritas a nivel mundial, de estas en el Perú existen 646 especies, que están representados por tres grupos: cecilias, salamandras y anuros (ranas y sa-



Oxyrhopus marcapatae, uno de los 22 reptiles registrados para el santuario.

Stenocercus ochoai, especie nombrada en honor al profesor de la UNSAAC Óscar Ochoa Mendieta.

pos). Las *cecilias* se parecen superficialmente a las lombrices de tierra y tienen un estilo de vida excavador. Las *salamandras* son ecológicamente diversas, acuáticas, terrestres y arborícolas. Tanto salamandras como cecilias no han sido encontradas aún dentro de Machupicchu. Las *ranas* y *sapos* se caracterizan por carecer de cola, tienen las patas traseras casi del doble de la longitud del cuerpo y su morfología refleja su locomoción saltatoria bípeda. No todas las ranas saltan, algunas son totalmente acuáticas, terrestres o arborícolas.

Los reptiles son un poco más diversos a nivel global con 11 341 especies. En el Perú se han reportado 480 especies, que están representados por los crocodilianos, tortugas y squamatos. De todos ellos, Squamata es el único grupo presente en el Santuario Histórico de Machupicchu y comprende los *lagartos*, *serpientes* y *anfisbenios*. Estos tres grupos son fácilmente reconocibles, siendo los más diversos y ricos en especies de reptiles vivientes, que ocu-

pan hábitats que van desde océanos hasta las cimas de las montañas. Las formas y tamaños corporales varían considerablemente, algunos son bajos y rechonchos con colas muy cortas, mientras que otros no tienen extremidades y son largos y delgados. Algunos son diminutos y otros son gigantes. La mayoría son terrestres o arbóreos, aunque muchas serpientes son semiacuáticas, pasan gran parte de su vida en o alrededor a cuerpos de agua dulce y, con menos frecuencia, en estuarios y agua de mar.

El término 'lagarto' se usa generalmente para referirse a todos los esquamatos que no son serpientes ni anfisbenios. Por lo tanto, los lagartos son altamente variables morfológica y ecológicamente, pero la mayoría tienen cuatro extremidades bien desarrolladas y una cola alargada. *Anfisbenios* son alargados con colas cortas y rechonchas, escamas dispuestas en anillos alrededor del cuerpo y en su mayoría sin extremidades. *Serpientes* son los más ricos en especies de varios grupos sin extremidades o de



Rana marsupial (*Gastrotheca marsupiata*).

Rana altoandina (*Bryophryne bustamantei*).

extremidades reducidas. Algunas serpientes son totalmente acuáticas o subterráneas.

DIVERSIDAD DE ANFIBIOS Y REPTILES DE MACHUPICCHU

Los primeros estudios herpetológicos en el santuario se inician con la exploración peruana, realizada por la Universidad de Yale en 1911, donde las colecciones de anfibios y reptiles fueron obtenidas por el naturalista Harry W. Foote, bajo la dirección del profesor Hiram Bingham, quienes donaron parte del material al United States National Museum. En 1913, L. Stejneger publica los resultados de la revisión de anfibios y reptiles de la expedición, logrando registrar diez especies; sin embargo, solo cuatro especies corresponden al santuario y su zona de amortiguamiento. Una segunda expedición se desarrolló en 1912, donde se colectaron ejemplares de serpientes de Machupicchu, las cuales fueron enviadas

por Hiram Bingham a sus colegas George P. Eaton y Ellwood C. Erdis, material que fue estudiado por A. G. Ruthven. Los análisis del material fueron publicados en 1913 por T. Barbour, describiendo dos especies nuevas del actual género *Oxyrhopus*. Posteriormente en 1923, Afranio Amaral revisa el material de víboras provenientes de Machupicchu, logrando describir una nueva especie de serpiente venenosa, actualmente denominada como *Bothrocophias andianus*; todo el material fue depositado en el Museum of Comparative Zoology (Estados Unidos). Entre 1914-1915 se desarrolló la tercera expedición peruana, bajo los auspicios de la Universidad de Yale y la National Geographic Society, dirigida por el naturalista Edmund Heller, quien colectó un buen número de especímenes de anfibios y reptiles, que fueron depositados en el United States National Museum y algunas copias en el Museum of Comparative Zoology; los resultados de esta expedición se dieron a conocer en



Rana de cristal (Nymphargus pluvialis).



Jergón andino (Bothrocopias andianus).



Rhinella spinulosa.



Rhinella inca.



Nannophryne corymbetes.



Proctoporus sp.



Nymphargus pluvialis.



Qosqophryne gymnotis.



Oreobates sp.



Chironius monticola.



Dipsas peruana.



Tachymenis peruviana.



Gastrotheca cf. excubitor.



Gastrotheca cf. excubitor.



Gastrotheca cf. excubitor.



Proctoporus sp.

1921 a cargo de Thomas Barbour y G. K. Noble, donde mencionan 35 especies, de las cuales 10 corresponden a Machupicchu y alrededores.

Anteriormente, Johann Jakob von Tschudi describe el lagarto *Stenocercus crassicaudatus* en 1845 proveniente del valle de Urubamba; posteriormente citada como *Leiocephalus ervingi* por Stejneger (1913). *Stenocercus crassicaudatus* es la especie más común que merodea los muros en la *llaqta* de Machupicchu y probablemente fotografiada por muchos visitantes. Entre 1969 y 1977, investigadores de la Universidad de Kansas (David Cannatella, William Duellman y Thomas Fritts) y de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (Óscar Ochoa M.), realizan colectas herpetológicas, algunas dentro del santuario, pero principalmente en zonas cercanas como Chillca, abra Málaga y el valle del Umasbamba, resultando en la descripción de varias especies nuevas de anfibios y reptiles, como *Stenocercus ochoai*, *Nymphargus pluvialis* y *Nannophryne corynetes*, publicadas en los años 1972, 1982 y 1991.

LA NUEVA GENERACIÓN

En los últimos 25 años, se tuvo una mayor participación de investigadores peruanos cuyos estudios incrementaron el conocimiento de la herpetofauna del santuario y zonas aledañas, entre ellos podemos mencionar a los jóvenes cusqueños Luis Mamani, Alex Tító, Peter Condori, Sergio Malqui y Consuelo Alarcón, que forman parte de la sección de Herpetología del Museo de Biodiversidad del Perú y liderados por el autor de esta contribución. Todos

ellos han publicado en los últimos años varios artículos que incrementan el listado de los herpetozoos y describen nuevas especies, incluida *Proctoporus machupicchu*, dedicada al santuario (Mamani *et al.*, 2015). Además, estudios de campo en el valle de Umasbamba, desarrollados por mi persona y José A. Ochoa, entre los años 2006-2007, terminan con la descripción de una nueva especie de anuro para el abra Málaga. Otras evaluaciones importantes en el santuario fueron desarrolladas por Juan C. Chaparro (1998), Armando Mendoza y John Achicahuala (2002), Luis Mamani y Peter Condori (2015), donde evaluaron varias localidades dentro santuario. También, los herpetólogos Alessandro Catenazzi, Edgar Lehr y colaboradores, entre el 2008-2009, descubren dos nuevas especies de anfibios en el valle de Umasbamba, que fueron publicados en el 2009 y 2010.

Todos estos estudios, tuvieron como resultado el registro de 39 especies, de las cuales 17 son anfibios y 22 reptiles para el Santuario Histórico de Machupicchu y zonas aledañas, de los cuales siete corresponden a especies nuevas descritas en los últimos años. Es importante mencionar que el santuario alberga 16 especies endémicas que solamente se encuentran en este sector de la cuenca del río Urubamba. Finalmente, y a pesar de que se incrementaron los estudios de campo y laboratorio, todavía tenemos varias especies nuevas que necesitan ser descritas formalmente, y muchas áreas que todavía no cuentan con evaluaciones herpetológicas, por lo que la riqueza de especies de Machupicchu se incrementará en los próximos años.

En los últimos 25 años, se tuvo una mayor participación de investigadores peruanos cuyos estudios incrementaron el conocimiento de la herpetofauna del santuario y zonas aledañas.



Telmatobius sp. Especie nueva de rana semiacuática que fue registrada por primera vez por profesores de la UNSAAC en 1986.

Stenocercus crassicaudatus en medio de la *llaqta* de Machupicchu.



LISTA DE ESPECIES ENDÉMICAS DE ANFIBIOS Y REPTILES DEL SANTUARIO HISTÓRICO DE MACHUPICCHU Y ZONA DE AMORTIGUAMIENTO

ANFIBIOS		
ANURA	Bufonidae	<i>Nannophryne corynetes</i>
	Hemiphractidae	<i>Gastrotheca ochoai</i> (*)
	Craugastoridae	<i>Bryophryne abramalagae</i>
	Craugastoridae	<i>Bryophryne bustamantei</i>
	Craugastoridae	<i>Qosqophryne manco inca</i>
	Craugastoridae	<i>Qosqophryne gymnotis</i>

REPTILES		
SQUAMATA	Gymnophthalmidae	<i>Cercosauria anomala</i>
	Gymnophthalmidae	<i>Proctoporus machupicchu</i>

Existe adicionalmente 8 especies nuevas que no han sido aún descritas. (*) Esta especie se encuentra adicionalmente en otros sectores en las cercanías de Ollantaytambo, pero es endémica del valle del Urubamba.



Culebra andina (Tachymenis peruviana).

Aves

JOSÉ LUIS VENERO G.



Rayo de sol acanelado (*Aglæactis castelnaudii*), una de las 36 especies de picaflores que habitan el Santuario Histórico de Machupicchu.

GENERALIDADES

Si realizáramos un viaje al pasado, podríamos encontrar un área natural en auténtico estado prístino. Y si nuestra visita fuera en el periodo Pleistoceno (antes de la presencia humana en este continente), sería totalmente diferente en lo esencial y es que, sin lugar a dudas, nuestra sola presencia y toda actividad humana altera los paisajes, haciendo que lo más afectado sea la vida silvestre o biocenosis.

La fauna en general y las aves en particular han sido, son y seguirán siendo componentes resaltantes en la cultura andina, pues nos proporcionan gran fuente de proteínas: carne y huevos, pero en este rubro cabe mencionar principalmente a las especies de pavas de monte, codornices, tinámidos (mal llamadas 'perdices'), gansos, patos, palomas y tórtolas, cuyo consumo es conocido de siempre.

También podemos señalar que en el arte, sus formas llegaron a ser talladas, pintadas o representadas en muchos objetos de varios materiales, como madera, metales, cerámica, entre otros, para ídolos, pero el más significativo sería el arte plumario, por las evidencias que tenemos del uso de ciertas plumas de determinadas especies, como del qorysenqa o caracara cordillerano, cuyas plumas de la cola orlaban la mascapaicha o mascaypacha del inka, como parte especial del atuendo de personajes importantes, cuyo uso fuera manifestado en muchas crónicas y es posible constatar en figuras como las de Guamán Poma de Ayala.

Los representantes más vistosos, por la brillantez de su plumaje, son los picaflores o trochílidos, cuyas especies se encuentran en el listado de CITES, en el Apéndice II. Es-

tos polinizan mientras se alimentan del néctar de las flores y de muchos invertebrados, siendo utilizados como parte de las ofrendas con varios fines, principalmente desde 'agradecimiento' a la madre tierra, hasta 'amarres' con fines amatorios o como 'símbolo de mando' en danzas que aún se mantienen vigentes y, en este grupo, están también los tucanes, quetzales, relojeros, cotingas y garzas.

RELACIONES

Aún en nuestros días, existe la práctica de la llamada medicina tradicional, que en este caso usa ejemplares completos o partes de sus cuerpos para diversos fines, siendo el más reconocido el *jakachu* o carpintero andino, que actúa como un *galactagogue*, porque propicia la lactancia materna y/o como reconstituyente de la población humana mayor en una comunidad. No está de más recordar que esta especie es una de las principales protagonistas dentro de lo que hoy se conoce como Educación Ambiental, en lo que se refiere a la enseñanza de valores mediante cuentos y leyendas populares que aún se siguen transmitiendo de generación en generación.

Pero también nos enteramos de temores malentendidos por la gente debido a los colores crípticos, como en el caso de las rapaces nocturnas: búhos, lechuzas, mochuelos y chotacabras, que a su vez son utilizados con fines esotéricos, pero sin tratar de re-entender que son un grupo cuyo rol hace tanto bien, ya que se desempeñan como depredadores, enemigos naturales o controladores biológicos y favorecen la vida sana, producción agrícola y hasta la salud humana.

En el mismo contexto, están las denominadas rapaces diurnas: aguiluchos, gavilanes, caracaras y halcones, que al alimentarse de otros animales que causan problemas económicos en actividades agropecuarias, merecen una mención especial; así como los buitres americanos, cuyo rol de consumir cadáveres evita la transmisión masiva de pestes.

Hasta la actualidad, los habitantes de la zona tienen en cuenta a las especies de aves que se consideran como bioindicadores; la más conocida es el cormorán, cuya presencia o abundancia significará una alteración en lo que se refiere a las condiciones de precipitación del año, es decir, les permite prever la secuencia del clima y de esa manera planificar las labores para lograr mejores resultados.

Un aspecto interesante se refiere a la agrupación temporal de varias especies en las ‘bandadas mixtas’, pues se juntan por razones de buscar alimento mientras se mueven en conjunto, aclarando que esta forma de gregarismo corresponde a cuando no es la temporada de reproducción ni se muestra la territorialidad, entonces no existe ninguna forma de competencia, pues los individuos de diferentes especies buscarán su(s) alimento(s), se trate de semillas, frutos, (escarificando y dispersando) invertebrados, etc., ya que cada uno tendrá el nicho ecológico diferente y la ventaja es conseguir mayor seguridad por el efecto de grupo ante sus depredadores.

Una especie de extraordinaria connotación es el guácharo, del cual ya se tienen más de una docena de registros desde una primera captura realizada en 1991 (publicada en 1993) y que ha sido motivo de mucha preocupación en todas las capacitaciones y actividades

realizadas por los pobladores locales, especialmente con guías de turismo y trabajadores del rubro de las diferentes instituciones. A pesar de todos los esfuerzos, aún queda por descubrir la posible cueva o posibles cuevas que deben habitar en el área.

Cada año, al inicio de la ‘estación de lluvias’, es notoria la llegada de varias especies que vienen del norte de América, que en este caso reciben el nombre de “migratorias boreales”, para acompañarnos en esta temporada que dura hasta seis meses o solo ser sitio de paso en su periplo hacia el sur. Entre estas se cuentan: chorlos, playeros y golondrinas. También en este ambiente se da la presencia de especies que llegan del sur de América, que se conocen con el nombre de “migratorias australes”, y que como el caso anterior dependiendo de las características de cada especie, pueden llegar en esta o en la “estación de secas”.

Existe una preferencia por las aves que muestran plumajes de colores llamativos. Los machos de muchas especies tienen plumaje más colorido o llamativo que las hembras, haciéndose evidentes los roles sexuales que permiten entender cuando existe el dicromatismo sexual o, en el caso de la diferencia de tamaños, formas, y/o presencia de apéndices, entonces se trata de lo que conocemos como dimorfismo sexual. Sin dejar de mencionar el mimetismo, es decir, la capacidad de pasar desapercibido en el ambiente que habitan, gracias a la coloración críptica de su plumaje que les permitirá también ser una presa algo más difícil para sus depredadores.

Cuando se recorren los caminos inka, averiguando los nombres de lugares, se nota que varios de estos, por to-

Tucán andino de pecho gris (Andigena hypoglauca), especie propia de la selva alta y que está amenazada por la pérdida de su hábitat en el resto del país.





Paloma perdiz de garganta blanca (Zenaidura macroura).



Polla de agua común (Gallinula galeata).



Agachona de vientre rufo (Attagis gayi).



Pava andina (Penelope montagnii).



Tortolita moteada (Metriopelia ceciliae).



Carpintero andino (Colaptes rupicola).



Huaco común (Nycticorax nycticorax).



Gaviota andina (Chroicocephalus serranus).



Mirlo acuático de gorro blanco (Cinclus leucocephalus).



Avefría andina (Vanellus resplendens).



Ibis de la puna (Plegadis ridgwayi).



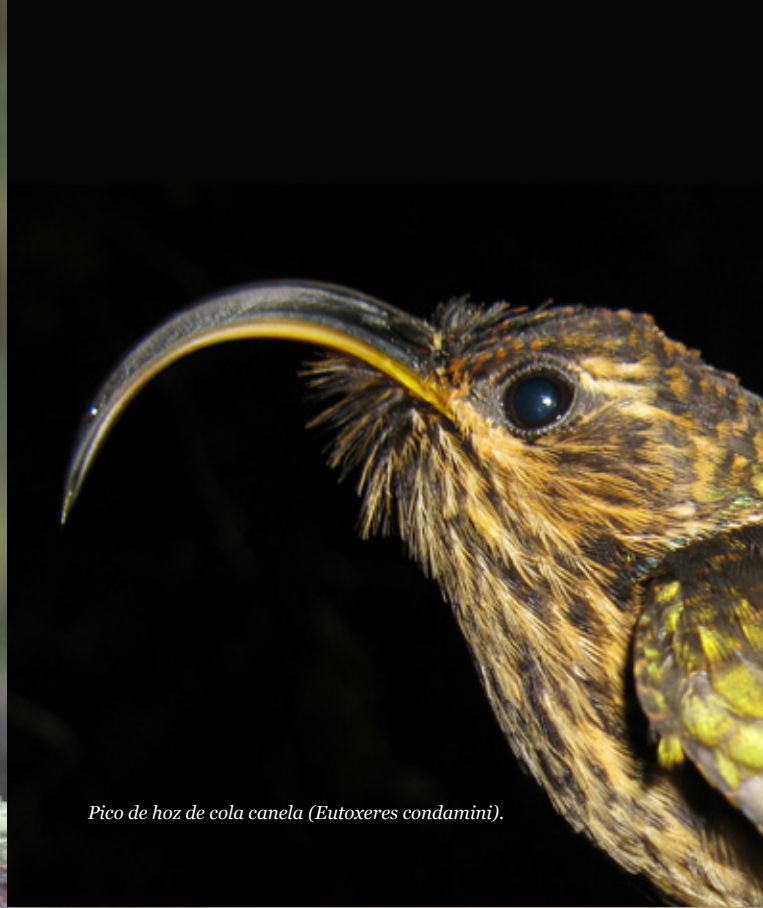
Bandurria andina (Theristicus branickii).



Oreja violeta de vientre azul (Colibri coruscans).



Estrella andina (Oreotrochilus estella).



Pico de hoz de cola canela (Eutoxeres condamini).



Pico espina de gorro rufo (Chalcostigma ruficeps).



Colibrí cola de raqueta (Ocreatus underwoodii).



Colibrí de cola larga verde (Lesbia nuna).



Colibrí pico espada (Ensifera ensifera).



Colibrí gigante (Patagona gigas).



Rayo de sol brillante (Aglaeactis cupripennis).



Inca de garganta violeta (Coeligena violifer).

*Chotacabras de ala bandeada (Systellura longirostris).**Cernícalo americano (Falco sparverius).*

ponimia, corresponden a especies de aves fácilmente reconocibles, como yuthu (o mal denominada perdiz) y q'ente (o picaflor). En los cultivos se distinguen los manchachis o espantapájaros, entre los cuales se pueden notar las figuras humanas clásicas, hasta las que son literalmente aves muertas, desolladas, cuya piel fuera procesada en base a ceniza y sal, con las alas extendidas de rapaces nocturnas o diurnas.

ECOTURISMO Y CONSERVACIÓN

La actividad conocida como observación de aves es una buena alternativa de desarrollo ecoturístico, beneficiando a los habitantes de los centros poblados que se encuentran en los alrededores. Es que muy cerca al centro poblado existen leks o sitios peculiares donde es posible observar los despliegues nupciales de los machos a modo de danzas del gallito de las rocas en su afán de atraer la atención de las hembras.

La visita, recorridos y/o permanencia con fines de observación y registro de especies, deberá considerar la visita a lugares con características diferentes, arbolados, playas, cuerpos de agua y en horarios de acuerdo a los periodos de actividad de las especies, como diurnos, nocturnos y crepusculares, y lugares donde especialmente se puedan observar a las endémicas o que solo habitan el sur del Perú, con lo que se procurarán resultados más satisfactorios.

Actualmente urge repensar en nuevas actividades que se podrían desarrollar en este frágil ecosistema que, ya antes de la pandemia, mostraba signos de deterioro debido a una intensa actividad de implicancia socio económica

*Cucarachero inca (Pheugopedius eisenmanni).**Urraca verde (Cyanocorax yncas).*

para su avistamiento, como el excesivo uso de los aparatos reproductores de vocalización (*playbacks*). Las acciones de restauración deben tener en cuenta programas coherentes, de modo que estas puedan ser sostenidas en el tiempo, tratando de mantener un ambiente adecuado para que las especies silvestres también nos sigan brindando servicios ecosistémicos esenciales en el futuro.

DIVERSIDAD DE AVES

Los estudios realizados hasta la fecha, desde el punto de vista científico, nos permiten contar desde una primera publicación de Frank M. Chapman que en 1921 reportara 377 especies para la cuenca del río Vilcanota, siendo que en el área delimitada actual para el santuario serían 145 especies. A la fecha, la información publicada y actualizada (a octubre del 2020), nos permite entender que el Perú posee 1876 especies de aves y en el ámbito santuario 443 especies que representan el 23.61 % del total nacional. Taxonómicamente corresponden a 25 órdenes, 55 familias, 279 géneros y 443 especies. De estas, 20 son especies endémicas tanto del santuario como del sur del Perú.

De acuerdo con la categorización de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza - UICN: de todas las aves que se encuentran en el santuario, 1 se encuentra en Peligro Crítico, 4 En Peligro, 8 son Vulnerables, 21 están Casi Amenazadas y 409 son de Preocupación Menor. Por último, según la categorización peruana: 1 se encuentra en Peligro Crítico, 2 En Peligro, 6 son Vulnerables, 11 están Casi Amenazadas y 423 son de Preocupación Menor.



**AVES ENDÉMICAS DEL SUR DEL PERÚ
PRESENTES EN EL SANTUARIO HISTÓRICO
DE MACHUPICCHU**

APODIFORMES	
Trochilidae	1. <i>Oreonympha nobilis</i>
	2. <i>Aglaeactis castelnaudii</i>
	3. <i>Elliomyia viridicauda</i>
PASSERIFORMES	
Grallariidae	4. <i>Grallaria erythroleuca</i>
Rhinocryptidae	5. <i>Scytalopus urubambae</i>
Furnariidae	6. <i>Leptasthenura xenothorax</i>
	7. <i>Asthenes virgata</i>
	8. <i>Asthenes ottonis</i>
	9. <i>Cranioleuca marcapatae</i>
	10. <i>Cranioleuca albicapilla</i>
Cotingidae	11. <i>Pipreola pulchra</i>
Tyrannidae	12. <i>Leptopogon taczanowskii</i>
	13. <i>Uromias agraphia</i>
	14. <i>Lepidothrix coeruleocapilla</i>
Troglodytidae	15. <i>Pheugopedius eisenmanni</i>
Emberizidae	16. <i>Atlapetes canigenis</i>
Icteridae	17. <i>Cacicus koepckeae</i>
Thraupidae	18. <i>Poospiza caesar</i>
	19. <i>Kleinothraupis parodii</i>
	20. <i>Iridosornis reinhardti</i>



Garza tigre oscura (*Tigrisoma fasciatum*).



Pato de los torrentes (*Merganetta armata*).



Cormorán neotropical (*Phalacrocorax brasilianus*).



Matorralero de Cusco (Atlapetes canigenis).



Candelita de garganta plumiza (Myioborus miniatus).



Fringilo de pecho cenizo (Geospizopsis plebejus).



Tororoi ondulado (Grallaria squamigera).



Tororoi de cabeza listada (Grallaria andicolus).



Picogrueso de dorso negro (Pheucticus aureoventris).



Piranga hermeja (Piranga flava).



Monterita de pecho castaño (Poospizopsis caesar).



Tangara azul y amarilla (Rauenia bonariensis).



Frutero barrado (Pipreola arcuata).



Tangara de garganta amarilla (Iridosornis analis).



Buco listado de negro (Malacoptila fulvogularis).



Pitajo de dorso pardo (Ochthoeca bimicolor).



Pitajo de ceja blanca (Ochthoeca leucophrys).



Pinchaflor enmascarado (Diglossa cyanea).



Tangara de montaña de ala azul (Anisognathus somptuosus).



Tangara de montaña de vientre escarlata (Anisognathus igniventris).



Golondrina azul y blanca (Pygochelidon cyanoleuca).



Lechuza terrestre (Athene cunicularia).



Aguilucho caminero (Rupornis magnirostris).



Subpalo perlado (Margarornis squamiger).



Relojero andino (Momotus aequatorialis).



Garrapatero de pico liso (Crotophaga ani).



Gorrión de collar rufo (Zonotrichia capensis).

Mamíferos grandes y medianos

EDUARDO DANIEL COSSÍOS



Hembra de luychu o venado de cola blanca (*Odocoileus peruvianus*).

Los animales más conocidos son los mamíferos y las aves. Esto en gran parte se debe a su tamaño, muchas veces mayor al de animales de otros grupos, y a la relativa facilidad de observarlos. Sin embargo, en contraste con la mayor parte de las aves, las costumbres típicas de los mamíferos causan grandes dificultades para conocerlos profundamente: muchos mamíferos son básicamente nocturnos, suelen ser tímidos y esconderse en la espesura de la vegetación o pasar gran parte de sus vidas bajo tierra, y es raro que posean colores llamativos o que se dejen escuchar con frecuencia, por lo que detectarlos es muchas veces una tarea complicada.

Entre los mamíferos medianos y grandes, es decir, los que pesan más de medio kilo, son aquellos de los que más sabemos, debido a que son más fáciles de observar que los pequeños y suelen ser también más fáciles de identificar a nivel de especies. A diferencia de los murciélagos, de roedores y marsupiales pequeños, pueden ser identificados y estudiados fácilmente sin capturarlos, con métodos remotos como el uso de cámaras fotográficas automáticas o con observaciones directas.

El Santuario Histórico de Machupicchu contiene una fauna rica y variada, incluyendo mamíferos medianos y grandes poco conocidos y exclusivos de las zonas altas del sur del Perú. Algunos de estos animales son generalistas y ocupan casi toda el área del santuario, mientras que otros muestran una gran preferencia por alguno de los hábitats que allí se encuentran, saliendo rara vez de los bosques montanos, de los bosques secos o de los pajonales y roquedales de la puna.

Felizmente, varias investigaciones sobre mamíferos medianos y grandes han sido llevadas a cabo en Machupicchu, lo que nos permite conocer la diversidad de estos escurridizos animales dentro del área protegida.

Hasta el momento, 22 especies de mamíferos grandes y medianos han sido registradas en Machupicchu, lo que incluye 21 especies autóctonas y una invasora. Algunos de ellos son observados regularmente por visitantes y guardaparques, pero en su mayoría pasan desapercibidos al público y se dejan ver solo ocasionalmente. Esta contribución presenta un repaso de las especies que han sido identificadas en el santuario.

LA VERSÁTIL RAPOSA O ZARIGÜEYA

La zarigüeya de mayor tamaño registrada en Machupicchu –y la única que puede ser calificada como mamífero mediano– es la zarigüeya andina de orejas blancas, localmente conocida como carachupa. Es el único marsupial que integra esta lista de mamíferos de más de medio kilo de peso. Es nocturna, omnívora y se especializa en el ecosistema de las yungas, aunque puede estar presente en otros tipos de bosque. Se distingue de la zarigüeya orejinegra, típica de valles andinos y mucho más conocida, por tener una máscara negra muy marcada sobre fondo blanco. Aunque es un animal de aspecto modesto y desgarbado, tiene un papel importante en la ecología de los bosques que ocupa, tanto por ser un dispersor de semillas como por su rol de depredador de invertebrados, huevos y pequeños vertebrados, y como presa de carnívoros mayores.

LOS CARNÍVOROS: UNA COMUNIDAD AMPLIA Y DIVERSA

Importantes para la regulación de la fauna e indicadores de buen estado de conservación de los sitios en donde se les encuentra, los carnívoros son también algunos de los animales que más han cautivado al ser humano. Hasta el momento, diez especies de este grupo han sido registradas en Machupicchu.

El carnívoro más grande del santuario, y quizá el más atractivo, es el oso andino, también llamado oso de anteojos o *ukumari*. Suele andar en las zonas boscosas y evitar la presencia humana, pero se deja observar a veces en áreas abiertas e, incluso, ha sido fotografiado varias veces en los monumentos arqueológicos en momentos libres de congestión turística. Es un animal apacible que se alimenta principalmente de bayas y de plantas carnosas, aunque consume igualmente miel, pequeños y, ocasionalmente, grandes animales.

Los felídeos del área incluyen al puma, gato de pajonal y tigrillo. La presencia continua de pumas en el santuario es de gran importancia, pues revela una saludable abundancia de presas. El gato de pajonal es uno de los felídeos más comunes del Perú y, luego del puma, el segundo con distribución más amplia, pues se encuentra en gran parte de la costa y de la sierra; en Machupicchu ocupa el ecosistema de puna y los bosques secos. A pesar de su relativa abundancia, las costumbres escurridizas de este gato y su color apagado hacen que sea desconocido para la mayoría de la gente. El tigrillo, uno de los depredadores más versáti-

les de los bosques de yungas, prefiere presas medianas a las que caza en el suelo o, menos frecuentemente, en los árboles. Aunque es relativamente común en las yungas peruanas, ha sido registrado en Machupicchu solo desde el 2019, lo que muestra que aún hay mucho por investigar en el área.

Dos especies de coatis habitan también en el área: el coatí de cola anillada, localmente conocido como capiso, y el coatí andino. Estos animales son generalistas que incluyen tanto frutos como invertebrados y pequeños vertebrados en su dieta. Tienen costumbres diurnas y suelen utilizar ambientes diferentes, repartiéndose los bosques más altos para el coatí andino y aquellos situados a menor altitud para el de cola anillada, lo que evita conflictos por el alimento y el espacio.

Dos mustélidos, carnívoros de cuerpo alargado y muy activos, son también parte de los depredadores del santuario. La comadreja es el más pequeño de todos los carnívoros del área, pero quizá también el más voraz, pues con apenas 180 gramos de peso puede devorar varios ratones diarios y capturar animales de mayor tamaño que el suyo. El manco, también llamado ucate o tayra, es el otro miembro de este grupo, diurno, omnívoro y reconocible por tener la cabeza muchas veces de distinto color al cuerpo.

El zorro andino o *atoq* y el zorrillo, llamado *añas* o *añasco* en quechua, completan la lista de carnívoros de Machupicchu. Ambos son especies comunes y típicas de la puna. El zorro tiene una alimentación muy amplia, pudiendo comer desde frutos e invertebrados hasta pe-



Imagen de un tigrillo (*Leopardus pardalis*) tomado con cámara trampa en los bosques de Intipata.



La presencia continua de pumas (*Puma concolor*) en el santuario es de gran importancia, pues revela una saludable abundancia de presas.

El zorro andino o *atoq* (*Lycalopex culpaeus*) tiene una dieta variada, desde frutos, invertebrados, aves y mamíferos.





Macho de taruka o ciervo andino (Hippocamelus antisensis).



Mayupuma o nutria neotropical (Lontra longicaudis).

Vizcacha (*Lagidium viscacia*).

queños cérvidos y roedores de gran tamaño. El zorrillo, famoso por defenderse con orines fétidos, basa su dieta en semillas, frutos, invertebrados y ratones.

En conjunto, los carnívoros del Santuario Histórico de Machupicchu conforman un grupo de especies variadas y numerosas, lo que muestra la importancia del área protegida.

GRANDES ROEDORES: ANIMALES ENIGMÁTICOS

Solo uno de los roedores grandes del santuario es observado fácilmente: la vizcacha, que se encuentra presente en ambientes dominados por roquedales y pajonales, típicos de la puna, puede ser vista incluso sobre algunos muros de la *llaqta* de Machupicchu, a veces en momentos de alta presencia de turistas. Es un animal común en gran parte de la sierra y en algunos puntos de la costa peruana, se alimenta principalmente de pastos y bulbos y es una de las presas principales de varios carnívoros, incluyendo cánidos, félidos y aves de presa. El cuy silvestre, de menor tamaño que la vizcacha, es también habitante de los pajonales, pero más tímido, por lo que es más difícil de detectar.

Además de la vizcacha y el cuy, en el Santuario Histórico de Machupicchu habitan otros roedores de tamaño mediano o grande, pero son mucho más esquivos al observador, debido principalmente a su preferencia por hábitats boscosos. Una de estas especies, conocida como *sivayro* o *añuje* de *Kalinowski*, tiene costumbres diurnas pero suelen pasar sus días entre la vegetación,

por lo que no es común observarlo; es buen dispersor de semillas y, además, presa favorita de los carnívoros medianos. Otras tres especies de roedores, nocturnas, son aún menos conocidas: el majás de montaña, la rata de bambú peruana y la rata inca arborícola de Machupicchu. El majás de montaña, con un peso de tres a cinco kilos, es el roedor de mayor peso en la zona, tiene hábitos completamente terrestres y es especializado en bosques de altura. De la rata de bambú peruana se tiene muy pocos datos, al punto de que fue descrita a partir del cráneo de un solo individuo. Pero más enigmática aún es la rata arborícola inca de Machupicchu, una especie amenazada cuya existencia se conoció recién en 1916 por algunos restos óseos encontrados en tumbas dentro del santuario, y a la que se le creyó extinta hasta que fue observada viva a partir del año 2009. Por el momento, solo se le ha ubicado dentro de los bosques montanos del área protegida.

Muy poco se sabe de la ecología de los grandes roedores que habitan en los bosques de Machupicchu. Es necesario realizar estudios al respecto para conocer su estado de conservación, sus necesidades y el papel que juegan en la dinámica de los ecosistemas que integran.

LOS VENADOS DE MACHUPICCHU: ENTRE COMUNES, AMENAZADOS Y MISTERIOSOS

Los venados o cérvidos son los mamíferos de dieta vegetariana más grandes de Machupicchu. Por su tamaño, los adultos de las especies mayores solo pueden ser atacados con éxito por el puma y, ocasionalmente, por

El Santuario Histórico de Machupicchu resguarda una fauna especial, que incluye mamíferos propios de las zonas altas del sur del Perú. Algunos de ellos son animales endémicos peruanos o se encuentran amenazados.



Zarigüeya andina o carachupa (Didelphis pernigra).



Siwayro o añuje (Dasyprocta kalinowskii).



Manco o ucate (Eira barbara).



Venado enano o tanka taruka (Mazama chunyi).

el oso de anteojos, a menos que se trate de individuos débiles o enfermos. En el santuario se encuentran tres especies de venados, muy distintos en forma, costumbres y estado de conservación.

La taruka es el cérvido de mayor tamaño en la zona. Típica de la puna, se alimenta básicamente de pastos y puede formar grupos de hasta varias decenas de individuos, aunque no acostumbra a ir en manadas de más de seis. Se le reconoce por sus patas cortas, cuerpo robusto y astas con solo dos puntas. Es una especie amenazada por la cacería furtiva que encuentra refugio en esta área natural protegida.

El venado cola blanca o luychu, en contraste con la taruka, es una especie relativamente común y con una gran distribución, presente en puna, valles, páramo, yungas, desierto y en todo tipo de bosques en costa y sierra, desde el nivel del mar hasta los 4000 metros de altitud. En Machupicchu suele restringirse a los bosques secos. Su tamaño y su relativa abundancia hacen que cumpla un papel importante en la dinámica de la vegetación y de los ecosistemas en general en los lugares que habita.

El venado enano o tanka taruka, que mide solo hasta 40 cm a la altura de la cruz, es un animal enigmático y escurridizo. Muy poco se sabe de su ecología y de sus costumbres. Se encuentra en los bosques de yungas, en donde ha sido observado raramente por esconderse entre la vegetación. Es considerado una especie vulnerable y se le ha confundido en varias publicaciones con el pudu, un venado aún más pequeño e igualmente des-

conocido, cuya distribución se extiende entre Colombia y el centro peruano, pero del que no se tienen registros confirmados dentro del santuario.

UN INVITADO INDESEADO: LOS GATOS ASILVESTRADOS

Lamentablemente, las especies mencionadas en los anteriores párrafos no son los únicos mamíferos presentes en el santuario. Un carnívoro de origen doméstico se ha añadido a la fauna de Machupicchu. El gato doméstico, que ha sido observado y fotografiado en los bosques montanos del área protegida, es un animal problemático en varias partes del mundo y es considerado una especie invasora que puede causar declives importantes de las poblaciones de ciertas aves, reptiles y mamíferos pequeños, colaborando a veces con su extinción. Aún es temprano para decir qué impactos tiene este félido en el santuario, será necesario realizar estudios de campo para determinarlo.

EN RESUMEN

El Santuario Histórico de Machupicchu resguarda una fauna especial, que incluye mamíferos propios de las zonas altas del sur del Perú. Algunos de ellos son animales endémicos peruanos o se encuentran amenazados, pero en su mayoría son especies poco conocidas y de costumbres poco estudiadas. El santuario es un lugar importante para la conservación de estas especies y un laboratorio natural ideal para estudiar las necesidades y el comportamiento de especies muy particulares.



Capiso o coati (Nasua sp.).

Pequeños mamíferos terrestres

HORACIO ZEBALLOS



Ratón arrozalero destructor (*Oligoryzomys destructor*).

Habitualmente me preguntan: ¿por qué ratones?, como si fuera una extravagancia. En realidad, no solo estudio ratones, también marsupiales (marmosas y ratones runchos) y musarañas, todos pequeños. Por dos razones, la primera por curiosidad: es necesario un alto grado de experticia para diferenciarlos –en muchos casos, todo un reto–; la segunda, porque son una excelente fuente de información para estudios ecológicos.

Lo explico: en el caso de Machupicchu, donde registramos 84 mamíferos, 43 de ellos son pequeños no voladores. Con animales grandes, tendría que disponer de muchos recursos, para seguirlos o capturarlos y tomaría años conocer su reproducción, movimientos, requerimientos, poblaciones, podría usar cámaras trampa, que son útiles, pero poco informativas. Pero, con los pequeños mamíferos con poco esfuerzo puedes evaluar muchos sitios y obtener mucha información.

Estos animales son muy diferentes en tamaño y forma; con dietas variadas, algunos pueden ocupar casi todos los ambientes, otros son realmente raros y muy especializados; son las principales presas de los carnívoros.

Cada nivel altitudinal contiene especies propias, ideales para biogeografía y biodiversidad. Hay géneros con especies que se suceden altitudinalmente, como los ratones de pajonal (*Akodon* con 4 especies) –invaluable herramienta para estudios evolutivos–. Además, ocupan todos los hábitats, tenemos arborícolas, como la rata chinchilla de Machupicchu (*Cuscomys oblativus*), rata del bambú peruana (*Dactylomys dactylinus*) o marsupiales (*Marmosa rapposa*, *Marmosops* spp.), trepadores eventuales

(género: *Thomasomys*), terrestres, varios roedores (*Rhagomys longilingua*, *Oligoryzomys destructor*, otros), cuyes (*Cavia tschudii*), ratones runchos (*Lestoros inca*) o el marsupial colicorto (*Monodelphis peruviana*), semicavadores (*Oxymycterus* sp.), y dentro de ellos con preferencias, algunos en estepas de gramíneas (*Phyllotis* spp., *Auliscomys pictus*), otros en bosques enanos de altura o bosques intermedios. Pueden ser típicos trepadores en roqueríos, ratas trepadoras (*Rhipidomys* sp.) o las vizcachas (*Lagidium viscacia*), o semiacuáticos, y que además se han especializado en la dieta carnívora (*Ichthyomys stolzmanni* y *Chibchanomys* sp.).

En resumen, son la mejor herramienta disponible para una aproximación evolutiva y ecológica (diversidad, poblaciones, comunidades, ecosistemas), de salud (enfermedades emergentes) o control biológico, trama trófica, ecofisiología, indicadores biológicos, etc. Seguramente, algunos defenderán sus grupos de preferencia, pero ningún grupo como los pequeños mamíferos.



Rata chinchilla arbóricola de Machupicchu (Cuscomys oblativus).



Ratón arrozalero (Nephelomys sp.).



Ratón campestre cobrizo (Akodon aerosus).



Ratón runcho andino (Lestoros inca).



Comadreja marsupial noctámbula (Marmosops noctivagus).



Colicorto marsupial peruano (Monodelphis peruviana).



Ratoncito arrozalero diminuto (Microrhizomys minutus).

Oso andino

ROBERT MÁRQUEZ, ROBERTO QUISPE, EVER CHUCHULLO, JUSTINIANE CANDIA,
ELODIO DÁVALOS E ISAAC GOLDSTEIN



El oso andino es una de las especies más importantes para la conservación del Santuario Histórico de Machupicchu.

El Santuario Histórico de Machupicchu es un área protegida por el Sernanp de gran importancia dado su patrimonio cultural y biológico. Entre las especies importantes que alberga está el oso andino, ukuko, ukumari, pablucha u oso de anteojos, como es conocido por las marcas blancas o cremas que pueden tener algunos osos andinos alrededor de los ojos y el cuello, las cuales contrastan con el pelaje negro o pardo oscuro del resto del cuerpo. El oso andino es la única especie de oso real en Sudamérica. Este es un mamífero grande; los machos generalmente pesan entre 60 a 140 kg y las hembras son más pequeñas. Los osos andinos son omnívoros; se alimentan principalmente de frutos, pero también comen el cogollo de plantas, como puyas, bromelias, bambú y palmas; cuando es posible comen animales, por ejemplo, venados. Algunos aprenden a alimentarse del producto de actividades humanas, como el ganado bovino y el maíz.

Cuando el oso andino come frutos contribuye a la dispersión de las plantas, ya que mueve las semillas lejos de la planta parental; estas semillas que ha comido el oso muestran una mejor germinación y crecimiento. Por la manera cómo comen los frutos, ayudan a la apertura de claros en la copa de los árboles. Los osos andinos son muy ágiles para trepar; suben a la parte más alta de los árboles y parten las ramas con frutos para después sentarse a comer, ya sea en otra rama o en un nido construido por el oso sobre el árbol. A este mecanismo que utiliza el oso para comer frutos se le conoce como poda de árboles. El agujero en la copa de los árboles,

producto de la poda, permite que el sol llegue al suelo del bosque y, como consecuencia, las plántulas reciban la luz que requieren para seguir creciendo.

Dado su clasificación como una especie amenazada y su valor icónico, el oso andino es considerado por el Sernanp una especie focal para la conservación en el santuario. Por otro lado, como fue observado por Figueroa y Stucchi, el oso andino tiene una gran importancia cultural para las comunidades locales, considerado en las creencias prehispánicas como la conexión entre los apus nevados (dioses) y el hombre, o como sujeto de leyendas más recientes influenciada por las creencias de los colonizadores, en las cuales el oso se lleva cargada hasta su cueva a una mujer que cuidaba la chacra de maíz, para luego tener un hijo con ella. En la actualidad, el oso andino es asociado tanto a pérdidas de ganado bovino y maíz como a un potencial atractivo turístico. Así, la conservación de esta especie en el santuario requiere abordar esta dualidad de percepciones por la población local, que se divide entre la admiración y el miedo por su presencia: la conservación de la especie en el Santuario Histórico de Machupicchu requiere la reducción de las interacciones negativas con la gente y el aumento de su valor como atractivo turístico.

Las iniciativas de investigación y conservación del oso andino en el santuario comienzan a principios de la década de 1980, cuando Peyton estimó que el hábitat del oso andino se restringía a 10 800 hectáreas de hábitat silvestre, compuesto por remanentes de bosque entre los 2700 y los 3400 metros de elevación. Señaló que la poca

disponibilidad de hábitat se debía a la expansión de las plantaciones de maíz y el pastoreo de ganado, lo que a su vez aumentaba las interacciones negativas entre la fauna y los humanos. Peyton advirtió que el paisaje donde está el santuario es el único remanente silvestre que permite la conectividad entre las poblaciones de oso de las cordilleras Central y Oriental del Perú. Por lo tanto, la pérdida de conectividad del Santuario Histórico de Machupicchu con otros remanentes silvestres en el paisaje haría imposible la conservación de una población viable de oso a largo plazo.

Entre los años 2013 y 2014 una alianza público-privada, encabezada por el Santuario Histórico de Machupicchu, desarrolla y publica la Estrategia para la Conservación del Oso Andino en el Santuario Histórico de Machupicchu y el Área de Conservación Regional Choquequirao. El objetivo de la estrategia es la “conservación de poblaciones viables y ecológicamente funcionales de osos andinos a largo plazo en el paisaje Machupicchu-Choquequirao”. Dadas las estimaciones sobre el hábitat disponible para el oso hechas por Peyton, así como los reportes de Figueroa y Stucchi sobre daños ocasionados por los osos andinos a la ganadería y los cultivos de maíz y, además, la cacería y consumo del oso andino o sus partes por la gente, los dos objetivos principales de la estrategia son: “conservar una unidad paisajística sin fragmentación de al menos 150 000 hectáreas, que contendría tanto al Santuario Histórico de Machupicchu como al Área de Conservación Regional Choquequirao” y “reducir

las interacciones negativas y la mortalidad de osos andinos inducida por humanos”.

En los años 2015 y 2016 el santuario, con la colaboración del Gobierno Regional de Cusco, Wildlife Conservation Society, Inkaterra y Alianza para la Conservación del Oso Andino, inicia el monitoreo de la ocupación del oso andino en el SHM y parte del ACRC. Para este trabajo se evaluó la presencia/ausencia del oso en 38 000 hectáreas. Como resultado, se determinó la presencia del oso andino en casi la totalidad del área protegida, un área mucho más grande que la previamente reportada, excluyendo solamente las áreas de los nevados o apus por sobre los 4700 metros de elevación. Sin embargo, como fue señalado antes, la presencia de ganadería extensiva y la pérdida del hábitat por el avance de la frontera agrícola y la infraestructura son las principales problemáticas que disminuyen la presencia del oso andino en el área protegida.

Con base en estos resultados, el Santuario Histórico de Machupicchu ha fortalecido su manejo enfocándose en tres estrategias:

Desarrollo rural: desarrollo de mesas de trabajo y acuerdos con la población y autoridades locales con el objetivo de disminuir las presiones y recuperar áreas naturales, al tiempo que se mejora la calidad de vida de los pobladores mediante incentivos económicos. Los acuerdos incluyen acciones para la erradicación paulatina del ganado y el control de la tala de árboles, ligadas a planes de manejo y de uso sostenible de recursos naturales. Además, se está trabajando en la generación del plan

Entre 2013 y 2014 una alianza público-privada, encabezada por el Santuario Histórico de Machupicchu, desarrolla y publica la Estrategia para la Conservación del Oso Andino en el Santuario Histórico de Machupicchu y el Área de Conservación Regional Choquequirao.



Los osos andinos son omnívoros, se alimentan principalmente de frutos y cogollo de plantas, como puyas, bromelias, bambú y palmas, también comen animales.

de educación ambiental para comunicar la importancia y beneficios de la conservación del área protegida y su biodiversidad.

Recuperación de ecosistemas: monitoreo de las amenazas en el área protegida al tiempo que se realizan acciones para disminuir dichas amenazas, con actividades como implementación del proceso de erradicación paulatina del ganado al interior del área protegida y el fortalecimiento de los proyectos de reforestación de áreas degradadas o deforestadas, con 30 a 100 hectáreas recuperadas al año.

Control y vigilancia: sistema de patrullajes a fin de intervenir de manera oportuna y rápida las amenazas, además de la implementación de la plataforma interinstitucional para la atención de riesgos y desastres, enfocada principalmente en incendios y conformada por la Municipalidad de Machupicchu, el Ministerio de Cultura (Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco DDCC), Sernanp, Indeci, así como otros actores privados.

Estas intervenciones de manejo articulado entre las organizaciones y la comunidad, junto con el monitoreo del estado de la población de osos y sus amenazas, permitirán cumplir con el objetivo del Santuario Histórico de Machupicchu de conservar una población viable de oso andino y la biodiversidad asociada a la conservación de esta especie y su hábitat, al tiempo que aumenta la calidad de vida de las comunidades locales, debido a la presencia del oso y al disfrute de los servicios ecosistémicos que se producen en las áreas naturales.



Tesoros naturales de Machupicchu

JOYCE VITORINO, ROBERTO QUISPE, OSCAR MUJICA & JUVENAL SILVA



Rana marsupial (Gastrotheca ochoai) en su hábitat (Tillandsia pyramidata).

Se dice que un tesoro hace referencia a la riqueza, usualmente relacionada a joyas, piedras preciosas, obras de arte, obras literarias, monumentos o cualquier otro bien con un alto valor económico o intrínseco. También, el término puede referirse al patrimonio cultural y al legado histórico de un país.

Las culturas peruanas precolombinas son famosas a nivel mundial por sus tesoros, y muchos buscadores de ‘tesoros’ incursionaron en nuestro país en su búsqueda, desde los primeros españoles que arribaron en el siglo XVI. La zona que comprende el actual Santuario Histórico de Machupicchu no estuvo exenta de dichas incursiones; de hecho, varios de ellos recorrieron el valle de Urubamba en los siglos XIX y XX.

La palabra tesoro también hace referencia a lo oculto o escondido, de allí que muchos tesoros son buscados con mucho esfuerzo. Seguramente muchos tuvieron éxito en su búsqueda con importantes hallazgos y no pocos también con fracasos.

La riqueza natural o biodiversidad de una región también puede ser considerada como un tesoro de invaluable valor. Dentro del mundo natural existen elementos a nivel de especies y ecosistemas que claramente destacan frente a los demás. Dentro de toda la diversidad biológica presente en el santuario, existen algunas especies de flora y fauna que destacan ya sea por ser conspicuas, bellas o emblemáticas, y que presentan características que los convierte en verdaderos ‘tesoros’, y son reconocidos así no solamente por los académicos y especialistas, sino por los mismos pobladores del santuario.

Los tesoros también adquieren valor cuando son objetos únicos y raros; bajo ese concepto, los endemismos del santuario, o especies que solamente existen en Machupicchu, deben entrar en esta categoría. Muchas de estas especies no son quizás llamativas al ojo humano, como lo son muchas orquídeas y aves, o por tener un comportamiento sigiloso y nocturno permanecen ocultas, cuando su valor radica más bien en su rareza y singularidad.

Muchos elementos de la biodiversidad del santuario son considerados tesoros naturales. Aquí presentamos algunos, aquellos que fueron apreciados como importantes en los procesos participativos de los planes maestros y por la población que habita al interior del área natural protegida.

ELEMENTOS DE CONSERVACIÓN DEL SANTUARIO HISTÓRICO DE MACHUPICCHU

En la concepción original, los objetos de conservación (llamados hoy ‘elementos’) responden a las prioridades de conservación de los valores culturales y naturales del área natural protegida. Estos elementos en su momento sustentaron el reconocimiento del Santuario Histórico de Machupicchu como área natural protegida en 1981. En dicha época se reconoció la importancia de la fauna nativa resaltando expresamente al oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), gallito de las rocas (*Rupicola peruvianus*), tanka taruka (*Mazama chunyi*) y las comunidades de orquídeas. En los subsecuentes planes maestros se agregaron el pato de los torrentes (*Merganetta armata*) y la nutria de río (*Lontra longicaudis*).

Otro aspecto importante en la representatividad del santuario son las especies endémicas únicas que solamente están presentes en Machupicchu. De acuerdo a la información presentada en los capítulos anteriores, se tienen 53 especies de orquídeas, 3 mamíferos, 10 anfibios, 6 reptiles y más de un centenar de especies endémicas de otros grupos de invertebrados. Al ser especies que no están presentes en ningún otro lugar del planeta, por sí solas se constituyen en tesoros naturales, siendo prioritarias para la conservación dentro del santuario.

GALLITO DE LAS ROCAS, TUNKI

Nombre científico	<i>Rupicola peruvianus</i>
Clase	Aves
Orden	Paseriformes
Familia	Cotingidae
Rango altitudinal	500-2500 m s. n. m.
Tamaño	31-33 cm
Peso	220 g aprox.



CARACTERÍSTICAS

Tienen atractiva coloración, resaltando en el macho su color rojo naranja brillante con alas y cola negra, lo que le confiere ser la especie de ave más carismática y de mayor interés para los visitantes que llegan al santuario. La hembra se caracteriza por su iris pálido y su coloración austera de tonalidad marrón poco llamativa para evitar a sus depredadores, debido a que se encarga de la construcción del nido y cuidado de los polluelos.

ALIMENTACIÓN

Es eminentemente frugívora de especies arbóreas, como Lauráceas, Moráceas, Clusiáceas, entre otras. Es un importante dispersor de semillas, que son depositadas en altas densidades en los leks o lugares de anidación. En etapa temprana, los polluelos incluyen en su dieta artrópodos.



DISTRIBUCIÓN

Se distribuye a lo largo de la vertiente este de los Andes y habita bosques húmedos premontano, bordes de bosque y bosque secundario maduro.



EN EL SANTUARIO:

Altitud: 1700-2200 m s. n. m.

Ocupación: 1520 ha aprox. (cerca de ríos y quebradas con desfiladeros rocosos)

Población: 150-220 individuos.



COMPORTAMIENTO

Durante la reproducción, los machos se concentran en ciertos lugares del bosque para realizar acciones de atracción a las hembras. Esos sitios de despliegue comunal se denominan 'leks', donde la exhibición de apareamiento del macho se da con fuertes gruñidos. Son polígamos y pasan la mayor parte de su vida en los leks, habitando los estratos medios de los árboles, juntándose de 12 a 15 machos. Fuera de esta temporada es una ave solitaria en busca de alimento. Las hembras anidan en salientes de paredes rocosas húmedas.

PATO DE LOS TORRENTES, MAYUPATO

Nombre científico	<i>Merganetta armata</i>
Clase	Aves
Orden	Anseriformes
Familia	Anatidae
Rango altitudinal	900-4000 m s. n. m.
Tamaño	38-42 cm
Peso	400-450 g



CARACTERÍSTICAS

Especie endémica de Sudamérica y el único anátido que habita en ríos torrentosos. Presenta dicromatismo sexual que caracteriza al macho de la hembra. El macho tiene una notoria franja en la corona que baja por detrás hasta la base del cuello y otra franja negra por debajo del ojo hasta la garganta, mientras la hembra tiene un dorso grisáceo y el resto del cuerpo de rufo o canela. En el santuario, debido a su distribución fragmentada y lineal a lo largo de los ríos, se considera una especie poco abundante. Es muy sensible a cambios ambientales.

EN EL SANTUARIO:

Avistamiento: en todo el trayecto del río Vilcanota y en los ríos tributarios principales: Aobamba y Cuschaca.

Población: es monitoreada y se mantiene constante.

COMPORTAMIENTO

Protege su territorio por pareja o raramente en pequeños grupos familiares de aproximadamente dos kilómetros. Se pueden observar cerca de los márgenes de los ríos, sumergiéndose de imprevisto y cuya larga y rígida cola le ayuda a mantener el equilibrio. Durante la temporada reproductiva remarca su territorialidad con la ubicación y estructura de los nidos hechos de pluma y vegetación aledaña a las orillas, el periodo de incubación es de 40 a 45 días y la crianza de los pichones a cargo de ambos.



DISTRIBUCIÓN

Se distribuye de manera discontinua a lo largo de la cordillera de los Andes. Habita en ríos torrentosos y quebradas de aguas rápidas cristalinas, así como en bosques montanos, valles interandinos y punas del Perú.



ALIMENTACIÓN

Es altamente especializado en sus requerimientos de hábitat y obtiene su alimento sumergiéndose y buceando en fuertes corrientes. Por su pico delgado y flexible, puede acceder a zonas con afloramientos rocosos, alimentándose de invertebrados acuáticos y pececillos en cuerpos de agua de alta calidad.

NUTRIA DE RÍO, MAYU PUMA

Nombre científico	<i>Lontra longicaudis</i>
Clase	Mammalia
Orden	Carnivora
Familia	Mustelidae
Rango altitudinal	200-3000 m s. n. m.
Tamaño	Menos de 1,5 m, desde la cabeza hasta la cola.
Peso	5-15 kg

EN EL SANTUARIO:

Avistamiento: en todo el trayecto del río Vilcanota, desde Piscacucho hasta Aobamba, pero con mayor presencia antes de la represa del Km 107.

El mayu puma es el espíritu del río sagrado.

DISTRIBUCIÓN

De amplia distribución en el país. Habita diversas ecorregiones que van desde la selva baja, yungas hasta zonas andinas.



ALIMENTACIÓN

Principalmente de peces, pero también de crustáceos y moluscos. Ocasionalmente puede consumir frutos, lagartijas, aves y pequeños mamíferos. Los cambios en su dieta obedecen al cambio de hábitats en diferentes estaciones del año. Presas de gran tamaño son generalmente llevadas a la orilla.

COMPORTAMIENTO

De hábitos diurnos y nocturnos. Se puede encontrar en agua o tierra. Por lo general, es una especie solitaria, aunque en ocasiones se ha observado madres con crías. Sus sitios de descanso son generalmente cavidades a lo largo de la ribera de los ríos.

CARACTERÍSTICAS

El macho es más grande que la hembra. El dorso es de color marrón oscuro, de pelaje corto y denso. El labio superior, parte baja de las mejillas, garganta y vientre plateado es blanquizco a amarillento. Cabeza pequeña y achatada. Orejas cortas y redondeadas. Hocico ancho con almohadilla nasal total o parcialmente pelada. Cuello más ancho que la cabeza. Cola larga, ancha en la base y de forma cilíndrica. Patas cortas y fuertes. Membrana interdigital entre los dedos (Emmons & Feer, 1999).



OSO DE ANTEOJOS, OSO ANDINO, UKUMARI

Nombre científico	<i>Tremarctos ornatus</i>
Clase	Mammalia
Orden	Carnivora
Familia	Ursidae
Rango altitudinal	250-4750 m s. n. m. (es la especie de oso con mayor rango de hábitats del mundo)
Tamaño	1,60-1,80 m (adultos)
Peso	Machos: 80-140 kg Hembras: 40-50 kg

DISTRIBUCIÓN

Es el único oso de Sudamérica, se encuentra principalmente en la cordillera de los Andes del Perú, Venezuela, Colombia, Ecuador y Bolivia.



EN EL SANTUARIO:

Hábitat: prácticamente en todo el Santuario Histórico de Machupicchu, a excepción de las zonas altas de los nevados.

COMPORTAMIENTO

De carácter tímido y solitario, es quizás la especie de oso menos agresiva. Los machos son grandes viajeros, cubriendo distancias de hasta 18,75 km en un día. Son animales diurnos. No hibernan, porque las estaciones no son tan marcadas y están a la permanente disponibilidad de alimentos.

ALIMENTACIÓN

Es omnívoro, pero su dieta es preferentemente de origen vegetal. Se alimenta de bromelias, frutas, pulpa de árboles, plantas cultivadas y un pequeño porcentaje de animales. Ayuda a la dispersión de semillas y, al romper ramas y troncos para alimentarse, estimula la regeneración natural del bosque.

CARACTERÍSTICAS

Comúnmente de color negro, aunque hay ejemplares marrones o rojizos. Tiene manchas amarillentas o blancas en parte del pecho y rostro, como si tuviera anteojos. Son plantígrados, es decir, se movilizan apoyando toda su pata (de hasta 20 cm), incluyendo las afiladas garras adaptadas para trepar árboles. El Estado peruano considera al oso andino en peligro y ha prohibido su caza, su captura, tenencia, transporte y/o exportación bajo pena de cárcel según decreto supremo.



RANA MARSUPIAL DE CHILLCA, CHECLLA

Nombre científico *Gastrotheca ochoai*

Clase Amphibia

Orden Anura

Familia Hemiphractidae

Rango altitudinal 2760-3335 m s. n. m.

Tamaño 25-35 mm (adulto)

Peso 3,5-7,5 g

EN EL SANTUARIO:

Avistamiento: en pequeños parches de bromelias en las quebradas subarbustivas del sector de Piscacucho, Qoriwayrachina y Wayllabamba.

DISTRIBUCIÓN

Se distribuye de manera restringida en el valle del río Vilcanota, en las localidades de Chillca, Ollantaytambo, Huayrapuncu y dentro del Santuario Histórico de Machupicchu.



COMPORTAMIENTO

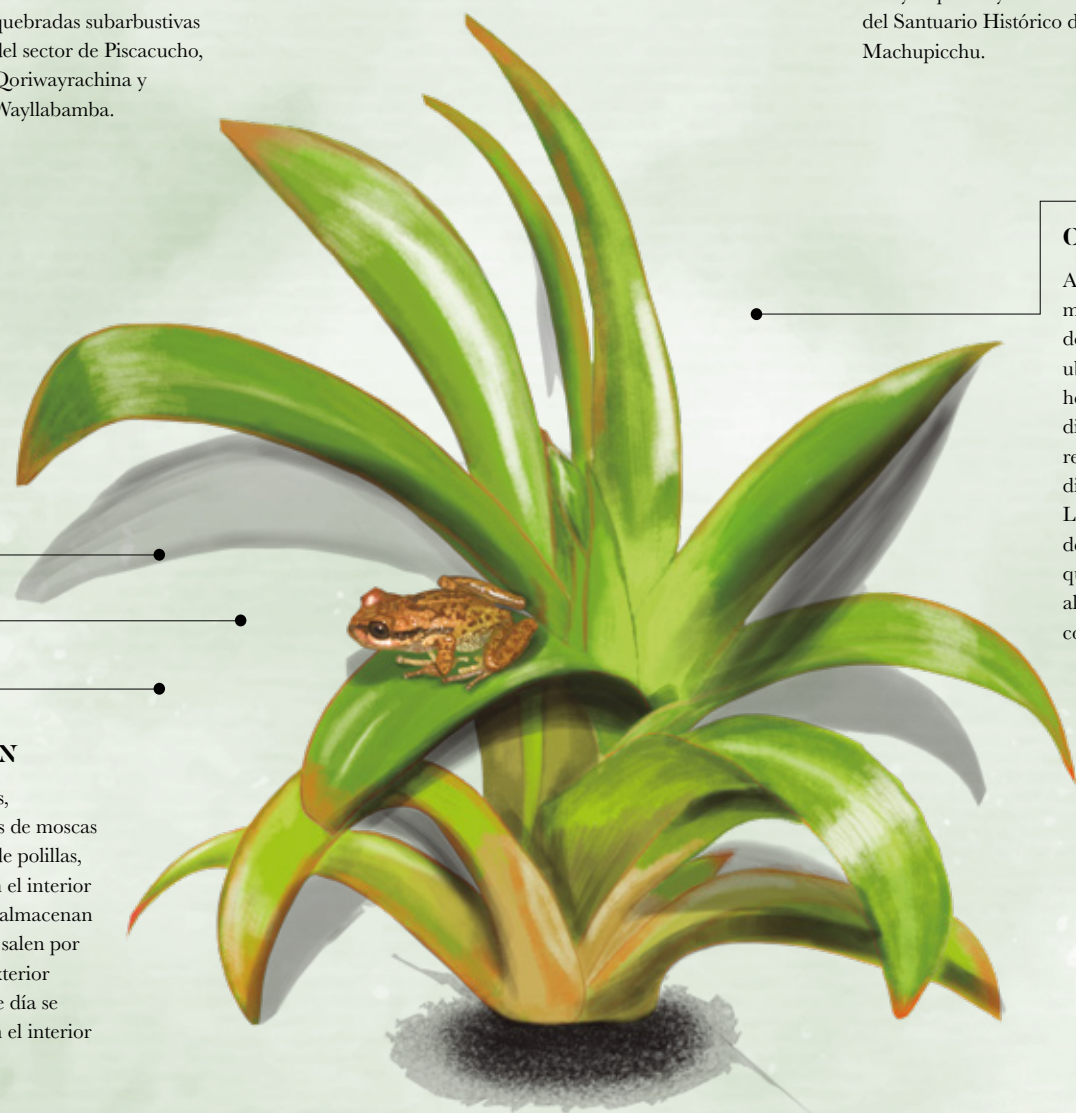
Al igual que otras ranas marsupiales del mismo género, desarrollan larvas en una bolsa ubicada en la parte dorsal de la hembra, siendo la reproducción directa sin presencia de renacuajo, es decir, nacen directamente pequeñas ranitas. La mayor parte de su vida se desarrollan entre las bromelias, que por su estructura anatómica almacenan agua y se constituyen como refugios.

CARACTERÍSTICAS

Especie endémica de Cusco que habita en el interior de bromelias terrestres del género *Tillandsia* ubicadas en pequeñas quebradas con vegetación subarbustiva. Es pequeña, de color amarillo claro a amarillo dorado con algunas manchas color marrón oscuras en la parte dorsal y lateral del cuerpo, y una mancha longitudinal notoria desde el hocico cruzando los ojos hacia el tímpano. No existe mucha diferencia entre la coloración de los adultos con los juveniles.

ALIMENTACIÓN

De pequeños insectos, principalmente larvas de moscas o dípteros y adultos de polillas, que se encuentran en el interior de las bromelias que almacenan agua. Por lo general, salen por las noches hacia el exterior para alimentarse y de día se mantienen ocultas en el interior de las bromelias.





Conservación

Machupicchu siempre en la visión del Gobierno Regional del Cusco

JEAN PAUL BENAVENTE



La *llaqta* de Machupicchu: el turismo sostenible es imprescindible para que se mantenga esta monumental obra de arqueología para las generaciones futuras.

Conversar acerca de Machupicchu ha sido un reto más que intelectual, casi siempre con un sinfín de preguntas. Una de las interrogantes de significado integral que me obligan a responder continuamente es: ¿qué es Machupicchu en tiempos actuales?

Machupicchu representa un espacio territorial marcado de historia, hechos y porvenires que difícilmente se puede eludir cuando se proyecta en el tiempo. Su aprecio es parte inherente desde todos los aspectos para el cusqueño y estimula en el foráneo el deseo de conocerlo.

Su nombre evoca más allá de la cultura y naturaleza, un tejido económico y social que se convierte en reto para las generaciones cada vez que se conversa de su administración o se discute de su gestión. Jamás será suficiente un superlativo bien puesto porque Machupicchu es una joya que necesita de cuidado, de lustre y de valor en experiencias.

Sin embargo, a veces las preguntas pueden girar en torno a ‘¿cuál es la imagen proyectada de Machupicchu en la gestión del gobierno regional?’. La respuesta se concentra en un compromiso del Gobierno Regional de Cusco al respeto, cuidado y asertivo aprovechamiento para estudiarlo más, conocerlo con ahínco, poseer la sabiduría para poder manejarlo con criterio, llevar adelante ideas que impliquen que Machupicchu contribuya al bienestar de la población, cuya medida no solo es económica sino también de identidad.

De Machupicchu deseamos comprender su territorialidad enmarcada en el área natural protegida del mismo nombre, despejar la incertidumbre dada que la historia solo quiso enseñarnos un pedacito de su espacio más es-

piritual y ceremonioso, pero cuya realidad engloba sus más de treinta y siete mil hectáreas en una gran variedad de ecosistemas y pisos ecológicos. Nos será difícil cumplir ese deseo si es que no pensamos en nuevos modelos de gestión, nuevas formas de visita, de consumo cultural o natural, o creación de nuevas experiencias.

Para explicar la visión integradora de una gestión de Machupicchu como área natural protegida debemos visualizar dos aspectos de importancia:

1. Que implique un aprovechamiento más allá de la extensión del santuario, articulando espacios territoriales que nos lleven a comprender el valor de una nueva biosfera, espacio de protección suprarregional, involucrando áreas naturales protegidas y parques arqueológicos como Choquequirao. El sustento de este circuito ideal tiene como base la propuesta de conectividad Mollepata-Santa Teresa por abra Camas. Dicha conexión vial permitiría integrar dos *llaqtas* de dos cuencas diferentes y permitir combinaciones de visitas tanto ingresando por Cusco hacia Machupicchu, ya sea por ferrocarril o por el denominado acceso amazónico, y continuando el viaje hacia Choquequirao; o, también de forma inversa, generando una multi segmentación o nichos de mercado por la diversa vocación del territorio. Para lograr un aprovechamiento más extensivo, debemos repensar que la marca Machupicchu, ya no es solamente la *llaqta* de Machupicchu, sino un espacio ampliado al cual se le reconoce indistintamente por donde se presenten los flujos de visita: “*Ud., está visitando el destino Machupicchu*”.

Para lograr el circuito ideal es preciso preparar el territorio. Una de las piezas de conectividad es la vía Santa María-Santa Teresa, ya en proceso de ejecución y que permite consolidar a corto plazo el denominado acceso amazónico, para lo cual se debe poner en ‘mesa’ las conexiones más creativas desde la zona de Intiwatana (Km 122) hacia la *llaqta* y/o Machupicchu pueblo. Otra de las piezas de conectividad está relacionada a la viabilidad de la zona Chaullay-abra Camas-Macropujio, que tendría en implementación la construcción de un túnel de 1,5 km. Posterior a estas intervenciones se podrá analizar en prospectiva la mejor alternativa de transporte a Choquequirao, tomando en cuenta que ya se tiene caminos peatonales desde la zona de Yanama y desde la región de Apurímac.

Este modelo de gestión permitiría encajar la dinámica que provocará la movilidad de visitantes del aeropuerto internacional de Chinchero, tanto por su localización como por las nuevas modas de visita.

2. Mejorar los servicios turísticos, como lograr una diversificación de los productos turísticos al interior del Santuario Histórico de Machupicchu, es en el inmediato plazo una tarea que no está postergada; al contrario, está en constante planteamiento. Lograr estimular una nueva demanda natural por el camino peatonal denominado ‘piso de valle’ (ruta 4) como alternativa a los tramos que se venden más en el mercado y que generalmente está encapsulada, como las dos rutas más populares de la red de caminos inka del santuario. El camino

de piso de valle (ruta 4) debería ser apertura a una nueva experiencia para nuevos segmentos de caminantes, quienes de allí incluso podrían continuar hacia el acceso amazónico con el fin de integrar otros espacios territoriales. En el caso de los servicios, es en la actualidad una búsqueda de consensos y buenas prácticas, tanto de los beneficiarios como de las empresas en todos los niveles. Se deben lograr cambios sustanciales en las operaciones de muchos años por nuevas opciones, y eso debe incluir nuevos operadores de ferrocarriles, nuevas oportunidades y condiciones de aprovechamiento.

¿Qué esperamos de Machupicchu como espacio territorial bajo un nuevo modelo? Un aprovechamiento diferenciado considerando a nuevos tipos de viajeros, nuevas tendencias conectadas en la generación Bicentenario, la que posteriormente debe ser la responsable de presentar en el ojo del mundo a “*Machupicchu para todos*”, posiblemente en un espacio ampliado de territorio consolidando por fin: ¡Una nueva reserva de biosfera!

Solo quisiera que el mensaje de Machupicchu esté fundamentado en las tareas coordinadas de los actores claves, de ellos depende que se module mejor dicho mensaje y que de sus voces pueda siempre escucharse que todo se realice de manera planificada. Así estaremos seguros de que el mejor aprovechamiento será sostenible en el tiempo.

Mejorar los servicios turísticos, como lograr una diversificación de los productos turísticos al interior del Santuario Histórico de Machupicchu, es en el inmediato plazo una tarea en constante planteamiento.



Monumento arqueológico de Phuyupatamarca en medio del bosque nublado de selva alta.



Fujo de los visitantes en la lagta de Machupicchu, demostrando la alta demanda por visitar el principal destino turístico del Perú.



Flores de diferentes especies de Puya.

Las plantas arrosetadas del género Puya (llamadas en quechua achupallas) son un ejemplo de la singularidad de las especies de los Andes tropicales, que pueden ser apreciadas dentro del Santuario Histórico de Machupicchu, además de que son fuente importante de alimentos para los picaflores (por el néctar) y para los osos andinos.

Conservación mediante el ecoturismo

JOSÉ KOECHLIN



Bomarea formosissima.

Declarado Patrimonio de la Humanidad por la Unesco en 1983 y una de las Siete Maravillas del Mundo Moderno en el 2007, el Santuario Histórico de Machupicchu puede definirse como un prodigio arqueológico. No obstante, su riqueza natural aún no es apreciada en su real dimensión, si consideramos que se trata del hábitat natural de diversas especies nativas y en riesgo, como el oso andino (*Tremarctos ornatus*), la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) y diversas especies endémicas de aves y orquídeas, por citar algunos ejemplos. Asimismo, 21 tipos de ecosistemas se encuentran presentes en Machupicchu.

13 806 ha de la superficie total de Machupicchu (37 302 ha) es cubierta por un bosque de nubes, un entorno compuesto por arbustos, helechos, lianas, bromelias y orquídeas. Los bosques de nubes tropicales juegan un rol ecológico fundamental por sus altos índices de endemismo. La diversidad de especies arbóreas se explica por un clima húmedo con neblina persistente a nivel del suelo, originada por luz solar reducida y por baja evapotranspiración. En ecosistemas montanos y premontanos, la fauna nativa tiene un rol crucial en las dinámicas del bosque como agentes de polinización por vía de la dispersión de semillas.

Sin embargo, estamos ante uno de los ecosistemas más frágiles y amenazados. La pérdida de los bosques de nubes es un riesgo latente que ocurre por diversos factores, como crecimiento poblacional y uso no regulado de tierras para pastoreo, tala o agricultura, lo cual conduce a diversas alteraciones del hábitat y otras consecuencias.

A continuación, presentamos el modelo replicable de Inkaterria, pionera del ecoturismo y del desarrollo en el Perú desde el año 1975, y sus esfuerzos en pos de la conservación del bosque de nubes de Machupicchu.

RESTAURACIÓN DEL BOSQUE DE NUBES

Tras coproducir el filme clásico de Werner Herzog *Aguirre, la ira de Dios* (1972), a fin de promover el turismo en el Perú a través del cine, José Koechlin concibió Inkaterria en las áreas naturales protegidas que retrata la película: la Amazonía peruana y Machupicchu.

Hacia 1976, José Koechlin inició negociaciones para adquirir un área de diez hectáreas en Machupicchu Pueblo, frente al río Vilcanota. Se trataba de un terreno previamente utilizado como aserradero, con pastizales para criar ganado y con plantaciones de té (preservadas para la producción de té orgánico bajo técnicas ancestrales). El área más degradada comprendía tres hectáreas del Km 110 del trayecto ferroviario Ollantaytambo-Machupicchu, donde el ganado había erosionado el suelo. Una vez adquiridos los derechos de propiedad, Inkaterria inició labores de reforestación en 1980 con el objetivo de restaurar ecosistemas, incluyendo el hábitat del gallito de las rocas (*Rupicola peruvianus*).

Desde 1978, Inkaterria produce inventarios de flora y fauna para determinar la línea de base y medir el impacto del ecoturismo sobre áreas naturales protegidas. Se trata del primer paso para determinar los objetivos de la restauración y conservación de un entorno como el bosque de nubes de Machupicchu.

Las iniciativas de reforestación buscaron inicialmente la recuperación de especies botánicas propias de la zona, con el objetivo de atraer las aves nativas en busca de alimento; una vía para promover el turismo de observación de aves en Machupicchu. La tarea fue lograda por medio de la observación y el conocimiento provisto por las comunidades locales. Yanay argoz (*Nectandra furcata*), pisonay (*Erythrina falcata*), pacaemona (*Inga adenophylla*), palma de bambú (*Chusquea spp.*), chalanque (*Myrsine pseudocrenata*) o platanillo (*Heliconia sp.*), como también varias especies de heliconias, bromelias y helechos, fueron algunas de las plantas nativas cultivadas para recuperar la composición florística.

La polinización natural se fomentó desde un inicio como mecanismo para atraer aves, mariposas y otros agentes polinizadores. Ejemplo de ello es un lek hallado en la propiedad, donde los gallitos de las rocas machos compiten en un ritual antes del apareamiento con las hembras. El rol del gallito de las rocas en la conservación del bosque es crucial, pues su dieta consiste en frutas, con semillas que no logran ser procesadas por su sistema digestivo y acaban siendo dispersadas a lo largo de su territorio.

Inkaterra Machu Picchu Pueblo Hotel se define por una arquitectura tradicional, con casitas de adobe escondidas entre cascadas, caminos de piedra y jardines que preservan la estructura florística del entorno. En sus áreas, la ONG Inkaterra Asociación ha registrado 214 especies de aves, 111 de mariposas, 372 de orquídeas nativas y 98 de helechos, mientras que 20 especies de

orquídeas, 2 bromelias 1 mariposa han sido descritas como nuevas para la ciencia. Dicho plan integral de manejo ambiental ha permitido que Inkaterra Machu Picchu Pueblo Hotel sea considerado uno de los entornos de mayor diversidad biológica dentro de un área urbana a nivel mundial.

Desde su inauguración en 1991, Inkaterra Machu Picchu Pueblo Hotel cuenta con una amplia variedad de experiencias de viaje, inspiradas en sus iniciativas de investigación científica y conservación del bosque de nubes.

MACHUPICCHU DESTINO DE OBSERVACIÓN DE AVES

Destaca los esfuerzos de Inkaterra por hacer de Machupicchu uno de los principales destinos para la observación de aves. De las 443 especies de aves identificadas en Machupicchu, 214 han sido registradas a la fecha en las áreas de influencia de Inkaterra. Esta data representa un crecimiento del 20 % a la diversidad de aves, en comparación con el inventario realizado en el año 2005. Evidencia del impacto positivo del ecoturismo, pues confirma que las aves y la presencia humana pueden coexistir de manera armoniosa. El número de viajeros de Inkaterra Machu Picchu Pueblo Hotel ha seguido aumentando sin perturbar los ecosistemas, como se evidencia por el incremento de nuevas especies registradas tanto en el santuario histórico como dentro de la propiedad de Inkaterra.

Actualmente, se ha logrado que los jardines del hotel constituyan el hábitat de especies endémicas,

Las iniciativas de reforestación buscaron la recuperación de especies botánicas propias de la zona, con el objetivo de atraer las aves nativas en busca de alimento; una vía para promover el turismo de observación de aves en Machupicchu.



Codorniz enmascarada (Odontophorus balliviani).



Hembra de tunki o gallito de las rocas (*Rupicola peruvianus*).



Carpintero olivo y dorado (*Colaptes rubiginosus*).



Una hembra y dos juveniles de mayupato o pato de los torrentes (*Merganetta armata*).

como el colibrí verdiblanco (*Amazilia viridicauda*), el frutero enmascarado (*Pipreola pulchra*) o el cucarachero inka (*Pheugopedius eisenmanni*), además de especies representativas, como el gallito de las rocas (*Rupicola peruvianus*), el relojero andino (*Momotus aequatorialis*), el barbudo versicolor (*Eubucco versicolor*), el quetzal dorado (*Pharomachrus auriceps*) o el pato de los torrentes (*Merganetta armata*) incluyendo 18 especies de colibríes.

A fin de promover el Perú como principal destino para la observación de aves, Inkaterria diseñó el World Birding Rally. Esta competencia internacional fue celebrada en cuatro ediciones, siguiendo dos circuitos: la ruta noramazónica, que comprende 1503 km en 9 días por las regiones de Lambayeque, Cajamarca, Amazonas y San Martín; y la ruta Inkaterria, una travesía de seis días, a lo largo de 800 km, desde la Amazonía de Madre de Dios hasta el bosque de Machupicchu.

Diseñada para validar los inventarios de aves, este evento sin precedentes logró generar conciencia sobre el valor de la diversidad biológica del Perú y la posibilidad de su conservación a través de actividades eco-amigables, como la observación de fauna. Fue un aliciente para establecer más reservas locales a fin de conservar especies endémicas, y para fomentar rutas migratorias seguras a través de la Alianza del Pacífico. Asimismo, demostró su capacidad para mejorar la calidad de vida de las comunidades locales a través del manejo sostenible del entorno. Oportunidades de carrera relacionadas al ecoturismo que reducen la migración y salvaguardan las culturas locales.

Confirmando al Perú como un destino privilegiado respecto a su diversidad de aves, el World Birding Rally promovió nuevas rutas de *birdwatching*, como también inclusión social y la diversificación de la propuesta turística.

HÁBITAT DEL OSO ANDINO

La única especie de oso de Sudamérica y el mamífero arbóreo más grande del neotrópico, el oso andino (*Tremarctos ornatus*), se hizo mundialmente famoso por inspirar a uno de los personajes más amados de la literatura infantil, el Paddington Bear. Sin embargo, la Lista Roja de la UICN clasifica su estado de conservación como Vulnerable, principalmente por pérdida de hábitat. Considerada una especie paraguas, su conservación influye directamente en el ecosistema de otras especies. Al ser un animal territorial, el oso andino es un agente polinizador con un rol fundamental en las dinámicas del bosque. Dispersa semillas que se quedan pegadas a su pelaje cuando se alimenta de frutas, bulbos de orquídea o bromelias. Si bien su hábitat se distribuye por la región occidental de los Andes desde Venezuela a Bolivia, podemos decir que el oso andino es una especie icónica para el bosque de Machupicchu.

En alianza con el Smithsonian Institution, el Centro de Conservación del Oso Andino en Inkaterria Machu Picchu Pueblo Hotel nació en el 2001 para rehabilitar especímenes de osos hallados en condiciones de cautiverio inadecuadas, con el objetivo de realizar estudios sobre el comportamiento de esta especie y su conservación en el bosque de nubes.



La colección de orquídeas nativas más grande del mundo se encuentra en Machu Picchu Pueblo Hotel. En las fotos: *Epidendrum ardens*, *Epidendrum pachytilum*, *Cyrtorchilum rhodoneurum* y *Epidendrum aff. secundum*.

El oso andino es uno de los principales atractivos naturales del santuario y, a la vez, de gran relevancia para la conservación.

Esta iniciativa en coordinación con el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado permitió que Inkaterra Asociación colaborase con Wildlife Conservation Society en la publicación de la Estrategia Nacional para la Conservación del Oso Andino de Machupicchu, modelo replicable para otros programas de manejo de fauna en la región.

LA MAYOR COLECCIÓN DE ORQUÍDEAS NATIVAS

La restauración del bosque de nubes ha permitido preservar en los jardines de Inkaterra Machu Picchu Pueblo Hotel la colección de orquídeas nativas más grande del mundo, según la American Orchid Society. De las 372 especies registradas –algunas de las cuales aún no han sido identificadas–, 20 han sido descritas como nuevas para la ciencia por investigadores propios y asociados a Inkaterra.

Un banco de germoplasma ha sido desarrollado por Inkaterra para repoblar el bosque de nubes de Machupicchu en caso de desastre natural, pues las inundaciones e incendios forestales son amenazas constantes a los ecosistemas de Machupicchu.

El enfoque de desarrollo sostenible de Inkaterra ha sido certificado con el Control Union Green Choice Sustainable Tourism Standard (2012), convirtiéndose en la primera empresa turística del mundo en recibir esta acreditación. Además de las iniciativas de conservación, Inkaterra también se enfoca en la educación para promover el valor de la biodiversidad en la comunidad

de Machupicchu, fomentando el uso sostenible de los recursos naturales. Talleres para escolares y sus familias son organizados cada año, además de conferencias en hospitalidad y ecoturismo. En Inkaterra Machu Picchu Pueblo Hotel, el 85 % de sus trabajadores proviene de áreas locales, a fin de fomentar el turismo como una de las principales fuentes de desarrollo.

MACHUPICCHU CARBONO NEUTRO

Comprometida con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas –entre los cuales se promueve la mitigación de emisiones CO2 como medida preventiva contra el calentamiento global–, hoy Inkaterra se propone una nueva meta: hacer de Machupicchu la primera maravilla, el primer destino del Perú y el primer destino turístico del mundo que alcance la certificación Carbono Neutro.

Este compromiso climático para Machupicchu, que busca reducir las emisiones en 45 % hacia el año 2030 y alcanzar la carbono neutralidad (cero emisiones) para el año 2050, responde a los lineamientos del Acuerdo de París.

Dicho esfuerzo es impulsado por una alianza estratégica entre Inkaterra, Grupo AJE, Green Initiative, la Municipalidad de Machupicchu, Sernanp y el Ministerio del Ambiente. Una coalición nacida a partir de una severa crisis en el manejo de residuos en Machupicchu, por la cual en el 2016 Unesco evaluó la inclusión de la ciudadela inka en la lista de Patrimonios Mundiales en Riesgo.

La primera respuesta de esta alianza estratégica comandada por Inkaterra se dio en el 2017, con la dona-

Este compromiso climático para Machupicchu, que busca reducir las emisiones en 45 % hacia el año 2030 y alcanzar la carbono neutralidad (cero emisiones) para el año 2050, responde a los lineamientos del Acuerdo de París.



El valle del Urubamba en San Miguel, mostrando los diferentes tipos de vegetación que mantiene los stocks de carbono del Santuario Histórico de Machupicchu.



Macho de luychu o venado de cola blanca (*Odocoileus peruvianus*).



Rana de cristal (*Nymphargus pluvialis*).

ción de una máquina compactadora para procesar siete toneladas diarias de residuos plásticos, luego transportados por tren a plantas de reciclaje en Cusco. Dos años más tarde, Inkaterra y AJE entregaron al Sernanp una planta compactadora de residuos plásticos destinada para la limpieza y el reciclaje en el camino inka, la ruta de *trekking* más famosa de Sudamérica.

Luego, la Planta de Transformación de Aceite en Biodiésel y Glicerina se inauguró en el 2018 dentro de Inkaterra Machu Picchu Pueblo Hotel. De acuerdo con estudios, un litro de aceite vegetal usado contamina mil litros de agua. A fin de evitar su derrame en el caudal del Vilcanota, se promueve la recolección de aceite de los hogares y establecimientos de Machupicchu para producir veinte galones diarios de combustible biodiésel. Mensualmente, son tratados seis mil litros de aceite. De este proceso se obtiene una glicerina libre de químicos, utilizada por la Municipalidad de Machupicchu para la limpieza de las aceras y pisos de piedra.

La tercera iniciativa para fomentar una economía circular en Machupicchu fue la inauguración de la primera Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos. Esta tecnología innovadora comisionada al Grupo Alimenta, tiene la capacidad de procesar a través de pirólisis (descomposición química a altas temperaturas en ausencia de oxígeno, sin emisión de carbono) ocho toneladas de residuos al día para generar biocarbón, fertilizante natural que ayudará a la reforestación del bosque de nubes andino y contribuirá con la productividad agrícola en Machupicchu. Se prevé el uso de biocarbón para la re-

forestación de un millón de árboles de quina en Machupicchu, especie icónica presente en el escudo nacional y con propiedades medicinales, cuyo cultivo ayudará a prevenir desastres naturales en Machupicchu.

Los peruanos gozamos el privilegio de tener este patrimonio cultural y natural de la humanidad, lo cual conlleva la gran responsabilidad de cuidarlo para las futuras generaciones. Esta alianza estratégica para hacer de Machupicchu un destino carbono neutro es un ejemplo de innovación por diversas razones. Es un caso de éxito sobre las metas que pueden alcanzarse cuando los sectores público y privado trabajan de la mano. Con el apoyo de la comunidad local, hemos logrado el primer destino de América Latina con una economía circular, a través del manejo sostenible de sus residuos. Ahora tendremos la primera Maravilla del Mundo Moderno que mida su huella de carbono a fin de frenar el cambio climático, por lo que será percibida como un modelo de gestión a nivel mundial.

Retos de la gestión como área natural protegida

ERNESTO ESCALANTE VALENCIA



Complejo Arqueológico de Sayaqmarka. El Santuario Histórico de Machupicchu es un lugar con manifestaciones naturales y culturales del máximo valor universal.

Como lo ha mostrado considerablemente este libro, el Santuario Histórico de Machupicchu es un lugar con manifestaciones naturales y culturales del máximo valor universal. Ninguno de estos factores puede mantenerse por separado y es la presencia de ambos la que le otorga su singularidad y constituye los valores universales excepcionales que han ameritado su reconocimiento como Patrimonio Natural y Cultural de la Humanidad.

La conservación y protección de este maravilloso lugar es una tarea que a diario tiene como prioridad el Estado, dado que se mantienen presiones que ya estaban presentes al momento de su establecimiento como área natural protegida en 1981. No obstante, hubo grandes avances y cambios en la gestión del santuario histórico, llegando a controlar las amenazas que ponen en riesgo el estado de conservación, y con una agresiva propuesta para su restauración y recuperación de áreas afectadas, al tiempo que ha habido mejoras notables en el manejo de la problemática del lugar, teniendo como aliado importante a la población local.

Nominalmente, un área natural protegida suele considerarse como un espacio meritorio de conservación de biodiversidad, en donde las presiones a manejar provienen de la zona exterior (la zona de amortiguamiento), donde la presencia humana es mínima o no existente, y donde existe una administración unificada dedicada a la tarea de manejar esta biodiversidad bajo el mandato establecido en la Ley de Áreas Naturales Protegidas. Considerando todo esto, como área protegida el Santuario Histórico de Machupicchu es muy atípico, dado que:

- Existe un importantísimo conjunto de monumentos arqueológicos, especialmente la *llaqta* de Machupicchu, que se considera una de las mayores manifestaciones arquitectónicas y culturales a nivel global (una de las 7 maravillas modernas del mundo). Para la conservación y manejo apropiado de estos monumentos, existe una institucionalidad dedicada: el Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu, perteneciente al Ministerio de Cultura y cuyo mandato es diferente, aunque complementario, a la institucionalidad establecida para la conservación de la biodiversidad.

- En este sentido, la gestión conjunta del patrimonio natural y cultural a través de organismos adscritos o pertenecientes a ministerios diferentes en un territorio compartido, ha llevado a que a veces esta gestión tenga miradas disímiles, además de que se presentan marcos institucionales diferenciados y no siempre compatibles. El gran reto consiste en la fuerte necesidad de armonizar la gestión entre el Santuario Histórico de Machupicchu (perteneciente al Sernanp) y el Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu (perteneciente al Ministerio de Cultura) en un marco colaborativo de frente común, dado que, como se indicó antes, las manifestaciones naturales y culturales no pueden entenderse por separado.

- Además, el reconocimiento del Santuario Histórico y el Parque Arqueológico de Machupicchu como

Los ecosistemas antrópicos en el santuario muestran el pasado y presente de la ocupación humana en el territorio. Arriba: el camino inka y el monumento arqueológico de Patallaqta. Abajo: el puente San Miguel y el entorno urbano de Machupicchu Pueblo.

Patrimonio Mixto de la Humanidad por la Unesco ha implicado una serie de compromisos asumidos a nivel internacional para la protección de este patrimonio, y orientando las acciones de conservación hacia estándares de nivel internacional. Con mucho, estos compromisos constituyen la principal muestra del gran interés internacional que tiene la conservación de los monumentos arqueológicos y la biodiversidad en el mismo territorio; de hecho, el Santuario Histórico de Machupicchu como área natural protegida es reconocido además como parte del Corredor de Conservación Vilcabamba-Amboró y el *hotspot* de biodiversidad de los Andes Tropicales, implicando mayores compromisos.

- Este patrimonio cultural es producto de una presencia humana milenaria en el área. Esta presencia humana existe también actualmente, demostrado en una población rural de más de 800 personas extendida mayormente en los principales valles, el centro urbano actual de Machupicchu Pueblo que alberga a más de 4500 personas, infraestructuras industriales como la Central Hidroeléctrica de Machupicchu, el ferrocarril e infraestructura de servicio turístico como el hotel Sanctuary Lodge y la carretera Hiram Bingham, todo esto dentro del Santuario Histórico de Machupicchu. Esto ha implicado que la gestión por conservación se enfoque predominantemente hacia el interior del área natural protegida, manejando presiones que esencialmente se dan des-

de adentro e implicando esfuerzos de gestión muy diferentes a los de un área natural típica.

- Varias de estas presiones están relacionadas con la importancia que tiene el Santuario Histórico y Parque Arqueológico de Machupicchu como principal destino para el turismo en el Perú y, por lo tanto, con fuerte interés para el desarrollo regional y nacional. La presión por más infraestructuras y actividades turísticas para corresponder a un aumento de la demanda que ha sido continuo (al menos hasta el año 2020) y por regular el número de visitantes ha implicado todo un conjunto de actividades por parte de ambas instituciones para la gestión del uso público del área.

- Con el fin de lograr una gestión participativa con involucramiento de los diferentes actores, dentro del mandato establecido en la Ley de Áreas Naturales Protegidas, existe un organismo de gestión participativa, el Comité de Gestión, que agrupa a los actores con intereses dentro del santuario y su zona de amortiguamiento. Pero la gran importancia nacional e internacional de Machupicchu ha implicado que el rango de actores estratégicos va más allá de los típicos para cualquier ANP (generalmente actores locales e institucionales de nivel regional) e incluye a actores nacionales como otros ministerios y empresas privadas de accionar nacional. Esto ha llevado a agrupar a los actores públicos en la Uni-



La represa de Machupicchu, preexistente al área natural protegida.





El trabajo del Sernanp para establecer alianzas, regular el uso público y mostrar su presencia. Arriba: miembros del Comité de Gestión y reunión del mismo. Abajo: sensibilización al personal de apoyo en Pacaymayo Alto (camino inka) y desfile institucional en Machupicchu Pueblo.

dad de Gestión de Machupicchu - UGM, una instancia del más alto nivel de coordinación.

Como resultado de estas particularidades, surge el gran reto de gestionar la conservación del patrimonio natural y cultural del SHM-PANM contrapesando las demandas e intereses que buscan su aprovechamiento como base para el desarrollo a niveles local, regional y nacional; en primer lugar, desde la perspectiva del sector turismo, tratando de lograr un desarrollo compatible con su conservación. Este reto se ha manifestado desde antes de su creación como área natural protegida y reconocimiento por la Unesco, y los planes maestros desarrollados desde entonces han buscado la armonización de estas metas que a veces estuvieron en conflicto.

De especial importancia consiste compatibilizar la conservación con el uso público del área. El uso público se define como el conjunto de prácticas y actividades que se derivan del uso y disfrute por parte de las personas que acuden a los espacios protegidos, con el fin principal de disfrutar de sus valores naturales, ambientales, estéticos, paisajísticos y culturales; en este sentido, el uso público incluye la divulgación, educación y orientación y la recreación e interpretación. Esto último se resume en la búsqueda de una mejor gestión del turismo en el futuro.

Ya se indicó antes que ha habido avances en los últimos años en la gestión del santuario; desde la perspectiva de la conservación de la biodiversidad, estos avances se pueden resumir en los siguientes temas:

- *Una respuesta más rápida y efectiva frente a los incendios forestales.* En los últimos años, el personal del Sernanp se ha capacitado en forma continua como guardaparques bomberos forestales para poder afrontar los incendios, los cuales con mucho son la mayor amenaza a la biodiversidad del santuario. El nivel de entrenamiento que tienen ha llevado a que sean reconocidos a nivel nacional y que hayan apoyado incluso en otros países. Además, se ha desarrollado todo un sistema de comando para enfrentar estas incidencias. Esto ha llevado a que el personal del Parque Arqueológico y de la Municipalidad de Machupicchu también se entrene como bomberos forestales.

- *Un mejor seguimiento a los proyectos de desarrollo de infraestructura dentro del Santuario Histórico de Machupicchu.* Desde el establecimiento del sistema de evaluación de impacto ambiental, se ha desarrollado una mejor capacidad de evaluar los proyectos debido al impacto sobre el área natural protegida al tiempo que hay una mejor normatividad para el desarrollo de los instrumentos de gestión ambiental. Esto ha permitido afrontar el reto de regular mejor las necesidades de proyectos, dado que en los últimos cinco años se ha tenido que realizar 226 opiniones técnicas. Además, se han podido establecer mecanismos de articulación con el gobierno local y otros actores a fin de que puedan cumplir la normativa ambiental.



Arriba izquierda: Conferencia sobre orquídeas en el año 2011. Arriba derecha: Guardaparques voluntarios en desfile institucional. Abajo izquierda: Monitoreo de flora y fauna. Abajo derecha: Trabajo en la gestión de residuos sólidos.

Labores de Sernanp en control y vigilancia para conservar la biodiversidad del área natural protegida.



Los incendios silvestres representan la principal amenaza a la biodiversidad de Machupicchu. La labor de control ha implicado el entrenamiento del personal guardaparque como bomberos, con una alta eficacia en este trabajo.

- *Mejores medios de seguimiento para la conservación del santuario*, expresado en herramientas como el análisis de efectos sobre la flora y fauna por actividades antrópicas, protocolos de monitoreo sobre elementos de la flora y fauna que han permitido establecer por ejemplo el porcentaje de ocupación del oso andino dentro del santuario; una aplicación mayor de herramientas de monitoreo remoto para tener una mejor idea de la cobertura de los ecosistemas; y un mejor sistema de determinación de las necesidades en vigilancia y control.

- *Un enfoque de gestión centrado en disminuir conflictos y en buscar un trabajo más activo en conjunto con los actores, especialmente locales*. Esto ha llevado a una mejor gestión participativa, expresada en cómo se ha duplicado el número de actores que colaboran en la gestión del área natural protegida (de 42 actores en el 2013 a 85 en el 2019), y que ha permitido un mejor trabajo en la regulación del uso público del área.

- *Una mejor regulación del turismo*, demostrada en el proceso de otorgamiento de 232 títulos habilitantes otorgados a las agencias de viaje y turismo para la prestación de servicios turísticos en la red de caminos inka, lo que implica un conjunto de compromisos para la conservación del santuario; que nos permite entrar en un proceso para la certificación internacional como destino sostenible, a esto debe añadirse el trabajo continuo en el acceso amazónico

y la regulación del ingreso a la *llaqta* para el cuidado del patrimonio arqueológico.

- *El trabajo continuo en la recuperación de ecosistemas a través de la reforestación con plántones de especies nativas*, llevando a un promedio de intervención de 40 hectáreas al año, a través del trabajo en viveros forestales que utilizan el banco de semillas forestales *in situ* en el santuario, lo que está llevando a realizar un proyecto de inversión pública en reforestación que va a ampliar el rango de acción en este trabajo, y a promover que los actores propongan la iniciativa de un millón de árboles para la reforestación del santuario y su zona de amortiguamiento.

- *El trabajo en la gestión de residuos sólidos en la red de caminos inka*, implementado a través del trabajo con personal



Incendio silvestre en la zona de amortiguamiento, en Willqar. El control de los incendios involucra la necesidad de un trabajo conjunto con las instituciones del territorio y la población local.

local entrenado, como operadores de mantenimiento de servicios, que ha llevado a una reducción de 79 % de residuos sólidos arrojados en la red de caminos inka y de 15 % en la generación de estos residuos, aplicando todo un sistema de segregación apuntalado con la nueva normatividad sobre plásticos de un solo uso dentro de áreas naturales protegidas.

• *La búsqueda del aumento del conocimiento sobre el Santuario Histórico de Machupicchu*, lo que ha llevado al desarrollo de 30 investigaciones, la mayoría de ellas prioritarias para la gestión del área protegida, así como a brindar apoyo a la investigación científica a través del trabajo conjunto, la firma de convenios con instituciones académicas (destacando los convenios con la Universidad Andina del Cusco, el Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña y la Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba) y la promoción de investigaciones desde el programa de guardaparques voluntarios.

Aún existen bastantes retos, enfocados ahora hacia una mejor gestión territorial y conectividad natural que va mucho más allá del santuario, que es la propuesta de Reserva de Biosfera Machupicchu-Choquequirao, un sueño anhelado por muchos. El camino trabajado demuestra que es posible vencer este tipo de retos, por medio de un trabajo colaborativo con todos los actores que se encuentran en el espacio de nuestra área natural protegida.



Retratos de guardaparques

SUSY SANDRA MANTILLA HUARAC / OSWALDO FUENTES HUAMÁN



La guardaparque Sandra Mantilla.

Susy Sandra Mantilla Huarac

Mi nombre es Susy Sandra Mantilla Huarac, hija y hermana de una familia de cinco integrantes, orgullosa de mis raíces y de mi familia por la cual lucho a diario. Soy guardaparque del Santuario Histórico de Machupicchu hace ya más de seis años, de profesión Guía Oficial de Turismo.

En el 2010 hice mi voluntariado en el santuario donde pude descubrir mi vocación en la conservación del medio ambiente. En el 2014 ingresé a trabajar como guardaparque y, en el transcurso de mi trabajo, pude capacitarme en varios aspectos relacionados a la conservación de un área natural protegida (ANP), por ejemplo, me formé como bombera forestal llevando varios cursos relacionados al tema. El Santuario Histórico de Machupicchu es el ANP pionera en formación y capacitación de bomberos forestales; estamos en constante capacitación para poder atender efectivamente cuando se presente cualquier evento.

Me capacité en el programa Smart y pude ser instructora, por lo cual pude participar en el 2016 del encuentro de guardaparques a nivel internacional en Denver, Colorado (Estados Unidos); asimismo, pude visitar varias áreas naturales protegidas a nivel nacional y poder capacitar a compañeros guardaparques en el manejo del programa Smart con el apoyo de la WCS y Sernanp.

Uno de los retos que he pasado, y del cual me siento orgullosa, es haber participado en la capacitación del monitoreo del oso andino en el Santuario Histórico de Machupicchu, ya que es una de las áreas pioneras en realizar esta actividad. Al participar de este monitoreo

pude aprender y descubrir muchas de mis habilidades, demostrar que nosotras las mujeres también tenemos la fuerza y la capacidad para desenvolvernos en estas actividades y enfrentar y superar algunos miedos. Pude conocerme aún más y saber de lo que soy capaz.

El trabajo de guardaparque es visto como un trabajo para hombres, por eso busco mostrar que este trabajo no solo es exclusivo para un género, las mujeres también podemos desempeñarnos igual o mejor. Por eso, cada día es un reto, cada día debo actualizar mis conocimientos, capacitarme para poder responder adecuadamente ante las presiones que se presentan en el ANP. Interactúo a diario con miles de turistas de todo el mundo, donde puedo transmitirles un poco de mi conocimiento, compromiso y vocación en la conservación del medio ambiente.

Como mujer creo que este trabajo me ha dado satisfacción personal y profesional, a pesar de encontrarme lejos de mis seres queridos. Pasé por pérdidas familiares que me derrumbaron y puso a prueba mi compromiso con la conservación, pero aun así saqué fuerza y entereza para continuar. Este trabajo nos va formando el carácter. En este trayecto, he conocido personas que han compartido sus experiencias conmigo, personas que creen en mi capacidad y fortaleza y no dudan en que realizaré correctamente mi trabajo, poniendo su confianza en mí, personas que no ven la diferencia de género y trabajamos a la par.

Aunque, también he conocido personas que dudan de mis capacidades y fortalezas por el simple hecho de ser mujer. Nuestra sociedad sigue siendo machista, pero eso me impulsa a demostrarles lo contrario.

La conservación de nuestro patrimonio natural para las futuras generaciones es la satisfacción más grande que pueda tener como guardaparque, el saber que eres parte de un gran equipo que tiene una gran responsabilidad y que cada día luchamos y nos esforzamos por cumplir nuestros objetivos a pesar de las adversidades.

Oswaldo Fuentes Huamán

Mi nombre es Oswaldo Fuentes Huamán, tengo 31 años, nací en el sector Cusichaca, distrito de Machupicchu, provincia de Urubamba, en la región Cusco. Cursé mis estudios primarios y secundarios en la provincia de Urubamba, posteriormente culminé mi carrera técnica de mecánica automotriz en Senati, formación que me ayudó a obtener mi primera experiencia laboral.

En el 2014 retorné a mi pueblo natal, donde realicé algunas actividades en beneficio a mi sector y en el 2015 vi el anuncio de voluntariado convocado por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado y decidí participar en él. Fue allí que me di cuenta de que deseaba ser parte de los actores que promueven la conservación de nuestros recursos naturales y culturales, algo que anteriormente desconocía pese a ser un poblador del mismo santuario.

En el 2016 ingresé a trabajar en el Sernanp como guardaparque del Santuario Histórico de Machupicchu, lo que me permitió que a lo largo de estos años pueda aprender muchos temas de interés sobre la conservación

de la biodiversidad y de nuestro medio ambiente, que hoy en día se ven amenazados por acciones de tala indiscriminada, quemas, entre otros.

Al percibir de cerca la belleza paisajística y variedad de flora y fauna que uno visualiza diariamente en esta labor, nació en mí el interés de plasmar estas hermosas experiencias mediante fotografías, para que quedaran como evidencias reales de que estamos rodeados de una inmensa riqueza biológica y cultural que debemos valorar y cuidar, para que de esta manera las futuras generaciones también la puedan disfrutar y se pueda aprovechar el potencial de los recursos para el desarrollo de la región, además de que pueda ser el medio de registro de algunas especies que se encuentran en peligro de extinción, que nos permita monitorearlas constantemente y se promuevan cambios positivos en la mentalidad de la sociedad.

Como es de conocimiento general, el Perú cuenta con una de las 7 maravillas modernas del mundo, situación que ha traído muchos beneficios al sector turismo. Por eso, es de suma importancia que estos beneficios también sean equitativos con la población aledaña, procurando que se puedan ofrecer servicios adicionales a los que existen actualmente y, por consiguiente, se diversifique la oferta turística, en la que participen las instituciones públicas y privadas competentes.

Por lo tanto, como poblador activo del santuario y, a la vez, ser parte de la directiva de mi sector, busco alternativas que fomenten el desarrollo sostenible dentro de mi distrito que no afecten el ANP, sino más bien que nos ayuden a mejorar como personas y sociedad.

Al percibir de cerca la belleza paisajística y variedad de flora y fauna que uno visualiza en esta labor, nació en mí el interés de plasmar estas hermosas experiencias en fotografías, para que quedaran como evidencias de que estamos rodeados de una inmensa riqueza biológica y cultural.



El guardaparque Oswaldo Fuentes.



Cascada de agua en Wiñaywayna.



Cañón del río Urubamba cerca de Cedrobamba.

Visión a futuro

JOSÉ CARLOS NIETO NAVARRETE



Mantener la integración entre la naturaleza y los conjuntos arqueológicos para su disfrute en el futuro.

El establecimiento del Santuario Histórico de Machupicchu como área natural protegida surgió fruto del compromiso ineludible del Estado peruano por preservar su patrimonio cultural y natural, reconociendo que los monumentos arqueológicos no podían ser comprendidos sin el paisaje natural y belleza escénica que lo rodea.

Las reflexiones vertidas en este libro sobre cómo la biodiversidad se concentra en el majestuoso e histórico paisaje de la selva alta, resalta la conexión naturaleza-hombre-cultura que hoy requerimos rescatar y fortalecer. Más aún cuando nos encontramos en un punto de quiebre que requiere cambios en nuestra relación con la naturaleza, en cómo la apreciamos, la conservamos y la aprovechamos sosteniblemente.

Para mantener la dualidad de lo natural y sagrado que posee el Santuario Histórico de Machupicchu, el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (Sernanp) viene trabajando bajo estándares de planificación estratégica plasmados en planes maestros que, desde la década de los 90 responden a la promoción de un área natural protegida que permite el acceso al espacio-tiempo andino sagrado, con especial identidad socio-cultural que prioriza la integración de cosmovisiones milenarias.

Con el paso de los años, gracias al trabajo articulado con diversas autoridades, el santuario se ha consolidado como eje de la Red de Parques Arqueológicos e integrante principal del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (Sinanpe), incluyendo las distintas perspectivas que responden a necesidades loca-

les, regionales y nacionales. Todo ello ha valido para que el santuario obtenga diversos reconocimientos nacionales e internacionales.

El mantener el reconocimiento como Sitio de Patrimonio Cultural y Natural permitirá seguir contribuyendo con la conservación de la sagrada *llaqta* de Machupicchu, la montaña de Machupicchu, el Waynapicchu, la Red de Caminos Inka y los sitios arqueológicos. También mejorará la preservación de sus ecosistemas que han sido retratados cuidadosamente en esta publicación, destacando la belleza de sus nevados, pajonales, bosques secos y húmedos, así como sus ríos, quebradas y las especies que habitan en el santuario como el oso de anteojos, el mismo que se puede ver paseando en la *llaqta*.

Nuestra visión a futuro busca la conservación efectiva de los ecosistemas en el marco de la gestión adaptativa, tomando en cuenta que ya no se puede hablar simplemente de “mantener” los ecosistemas sino de prepararlos para los actuales tiempos, en los cuales el cambio climático implica un nuevo conjunto de desafíos a vencer. Como institución, debemos analizar en qué medida las especies y los procesos ecológicos del santuario se conservarán a futuro, en base a los requerimientos de sus poblaciones, demostrando la efectividad de nuestras acciones de conservación.

Satisfacción personal, así como del Sernanp, ha sido que cada desafío sea abordado con respuestas asertivas que permiten mejorar la gestión del santuario. Por ejemplo, al día de hoy se ha conseguido implementar un



Campaña de reforestación "Un millón de árboles para Machupicchu": plantación (arriba) y vivero con plántones (abajo). La restauración ecológica es esencial para recuperar la naturaleza y mantener los bosques del santuario.

sistema multisectorial y efectivo de control de incendios forestales (principal amenaza para nuestra diversidad biológica), complementado con una prevención efectiva de estas amenazas.

El santuario constituye un espacio en el que se puede desarrollar diversas actividades, es por ejemplo uno de los principales centros para realizar investigación, tanto la arqueológica como la centrada en la diversidad biológica. Por eso se debe seguir promoviendo más facilidades para la investigación y fortalecer el trabajo articulado con la academia. Es importante sistematizar esta información para que pueda ser utilizada en la toma de decisiones de la gestión del área natural protegida, así como para brindar soporte a otras localidades. Nuestro objetivo es tener un centro de información de nivel mundial y de libre acceso para la población.

Actualmente se viene realizando la restauración ecológica, que ha empezado exitosamente con los procesos de reforestación con especies nativas, el cual debe extenderse aún más hasta lograr la restauración de los bosques que cubrían las laderas del valle del Vilcanota, especialmente los bosques secos, considerando también los bosques del valle del Alto Urubamba. Esta restauración debe erradicar las diferentes especies exóticas invasoras.

Siendo el turismo una de las principales actividades que se desarrolla en el santuario, es necesario fortalecerla, pues es una de las mejores estrategias de conservación, siempre que sea de manera sostenible, y de esta manera lograr que esta joya de los Andes amazónicos



El trabajo de conservar el santuario depende de la alianza entre los diferentes actores locales, regionales y nacionales en diferentes escalas. En la foto, autoridades de Machupicchu, funcionarios del Sernanp y del Comité Gestión.

sea certificada a nivel internacional como destino turístico sostenible, lo que además requiere de una estrategia integral de desarrollo turístico que incluya otras formas de turismo y que involucre también a la población local. Desde el Sernanp nuestro compromiso es seguir articulando a las autoridades y la sociedad civil como pilares indiscutibles del mencionado desarrollo.

Un próximo reto conjunto es la creación de la Reserva de Biosfera de Machupicchu-Choquequirao que, a través de una visión integral del paisaje, permitirá la conectividad ecológica a través de otras modalidades de conservación, la efectiva integración del patrimonio cultural en una visión centrada en redes, la integración del ordenamiento territorial para cumplir el objetivo de la zona de amortiguamiento y el ordenamiento turístico hacia el entorno mayor para poder disminuir la actual presión turística y extender los beneficios de Machupicchu hacia las poblaciones circundantes.

La consolidación de cada uno de estos objetivos podrá conseguirse siempre que se trabaje de manera conjunta y articulada con el Ministerio de Cultura, el Gobierno Regional de Cusco, los gobiernos locales que se encuentran en el ámbito del santuario y su zona de amortiguamiento, especialmente la Municipalidad Distrital de Machupicchu, las diferentes organizaciones sociales, pero sobre todo con la población local, quienes junto a los guardaparques del Sernanp y vigilantes del Ministerio de Cultura protegen este legado del Perú para el mundo.

Sigamos trabajando que el futuro está a la vista.

Se viene realizando la restauración ecológica, que ha empezado con los procesos de reforestación con especies nativas, el cual debe extenderse hasta lograr la restauración de los bosques que cubrían las laderas del valle del Vilcanota.



Las nuevas generaciones deben pronto asumir el reto de conservar a Machupicchu para el futuro.



El equipo del Sernanp, constituido por guardaparques, especialistas, reforestadores y operadores de mantenimiento, todos trabajando por el futuro del área natural protegida.



Catarata en el sector de Mandor.

Referencias bibliográficas

Machupicchu, vista desde el templo de la Cruz.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Alfaro, L., Paiva, G., Espinoza, H., Monteagudo, A. & Chávez, W. (2018). Dinámica, biomasa aérea y variables poblacionales de dos parcelas permanentes en bosques montanos de Wiñaywayna, Santuario Histórico de Machupicchu, Cusco, Perú. *Arnaldoa*, *25*(2), 631-652.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Angles, V. (1984 [1972]). *Machupicchu. Enigmática ciudad inca*. Lima: Industrial Gráfica.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Astete, F., Ziólkowski, M. & Kościuk, J. (2018). On Inca Astronomical Instruments: The Observatory at Inkaraqay. El Mirador (National Archaeological Park of Machu Picchu, Peru). *Estudios Latinoamericanos*, *36*(37), 161-176.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Astete, F.; Bastante, J. & Echevarría, G. (2016). Quilcas en el Santuario Histórico de Machupicchu-Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu: análisis y perspectivas arqueológicas. *Haucaypata, Investigaciones Arqueológicas del Tahuantinsuyo*, *5*(11), 62-86.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Ayte, A. (2019). *Diversidad Florística y Faunística de los Tramos y Trochas de Acceso al Sector Wiñaywayna - Santuario Histórico de Machupicchu, Urubamba - Cusco*. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Barbour, T. & Noble, G. K. (1921). Amphibians and reptiles from southern Peru collected by the Peruvian expedition of 1914–1915 under the auspices of Yale University and the National Geographic Society. *Proc. US Natl. Mus.*, 58 (2352): 609–620.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Barbour, T. (1913). Reptiles collected by the Yale Peruvian expedition of 1912. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philad.* 1913: 506.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Barreda, L. (2009). Entrevista al doctor Luis Barreda Murillo. *Valicha. Portal del Cusco*. Recuperado el 14 de diciembre de 2020, de http://valicha.com/web/historia-y-patrimonio/30-historia-2009/102-entrevista-al-doctor-luis-barreda-murillo.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Bastante, J. (2016). Investigaciones interdisciplinarias en la llaqta de Machupicchu. *Arqueología y Sociedad*, *32*, 267-276.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Bastante, J. (2018a). Informe final. Programa de Investigaciones Arqueológicas e Interdisciplinarias en el Santuario Histórico de Machupicchu (PIAISHM) 2014-2017. Cusco: Ministerio de Cultura-DDCC.

Bastante, J. (2018b). Los trabajos de las expediciones peruanas de Yale en la Llaqta de Machupicchu. *Estudios Latinoamericanos*, *36*(37), 27-67.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Bastante, J. & Fernández, A. (2018). Avances de las investigaciones interdisciplinarias en Machupicchu. *Revista Haucaypata*, *13*, 34-59.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Bauer, B. (2000 [1998]). *El espacio sagrado de los incas. El sistema de ceques del Cuzco*. Cusco: Centro Bartolomé de las Casas.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Beck, E., Bendix, J., Kottke, I., Makeshin, F. & Mosandl, R. (eds.) (2008). Gradients in a Tropical Mountain Ecosystem of Ecuador. Springer, Berlin. 522 pp.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Berlepsch, H. & Stolzmann, J. (1906). Rapport sur les nouvelles collections ornithologiques faites au Pérou par M. Jean Kalinowski. *Ornis*, 13: 63-133.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Bingham, H. (1930). *Machu Picchu, A Citadel of the Incas*. New Haven: Yale University Press.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Blas, J. (2015). *Diversidad, rescate y conservación de orquídeas en el proyecto Central Hidroeléctrica Chaglla*. Lima: Fondo Editorial de la UNMSM.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Bruner, L. (1913). Results of the Yale Peruvian expedition of 1911 Orthoptera (Acridiidae short-horned locusts). *Proceedings United States Natural History Museum*, 44: 177-187.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Burger, R. (2004). Scientific Insights into Daily Life at Machu Picchu. En Burger, R. & Salazar, L. *The 1912 Yale Peruvian Scientific Expedition Collections from Machu Picchu: Human and Animal Remains* (pp. 85-106). New Haven: Yale University.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Buse, H. (1978). *Machu Picchu*. Lima: Universo.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Cabada, E. (2008). *El calendario solar de Machupicchu y otras incógnitas*. Lima: Gráfica Retai.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Cabieses, F. (1983). *Machu Picchu. Una ciudad sagrada (Apuntes etnohistóricos)*. Lima.

Carrasco, F. (1968). Lista preliminar de insectos del Departamento de Entomología (1). *Revista de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*, *2*, 177-191.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Castelnau, F. L. de L. (1855). Expédition dans les parties centrales de l’Amérique du Sud, de Rio de Janeiro a Lima, et de Lima au Para; exécutée par ordre du gouvernement Français pendant les années 1843 a 1847, sous la direction du Comte Francis de Castelnau. *Septième Partie. Zoologie. P. Bertrand, Paris*, 1-467.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Caudell, A.N. 1913. Results of the Yale Peruvian Expedition of 1911. Orthoptera (Eclusive of Acridiidae). *Proceedings United States National Museum*, 41 (1956): 347-358.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

CDC-UNALM (2002). *Biodiversidad del Santuario Histórico de Machupicchu: estado actual del conocimiento*. Tovar, A., Cruz, Z. & Morán, C. (eds.), Lima: Profonampe-Programa Machu Picchu.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Ceballos Benduzú, I. 1981. Los mamíferos colectados en el Cusco por Otto Garlepp. *Boletín de Lima* (16-18): 108-119.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Ceballos Bendezú, I. 1994. *Fauna del Santuario Histórico de Machupicchu*. En: E. Echevarria-Huarcaya, ed. *Machupicchu, Devenir Histórico y Cultural*. Editorial universitaria UNSAAC, Cusco, Perú. Pp.79-89.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Chamberlin, R. 1916. Results of the Yale Peruvian Expedition of 1911. The Arachnida. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 60 (6): 177-299.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Chaparro, J.C. (1998). *Evaluación y determinación de los Saurios del Santuario Histórico de Machupicchu. Seminario curricular*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Chapman, F.M. 1921.The distribution of bird life in the Urubamba Valley of Peru. A report on the birds collected by the Yale University-National Geographic Society’s Expeditions. *Bulletin of the United States National Museum*. 1–138.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Chávez Ballón, M. (1971). Cuzco y Machu-Pijchu. *Revista Wayka*, *4*(5), pp.1-4.

Chepstow-Lusty, A.J., Bennett, K.D., Fjeldsâ, J., Kendall, A., Galinao, W. & Tupayachi Herrera, A. (1998). Tracing 4000 years of environmental history in the Cuzco area, Peru, from the pollen record. *Mountain Research and Development*, *18*(2), 159-172.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Christenson, E. (2003). *Machu Picchu: Orchids: A manual to the orchids of the Machu Picchu Historical Sanctuary*, PROFONANPE and Machu Picchu Program.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Cieza de León, P.(2005 [1553]). *La crónica del Perú*, 2ª parte. Lima: PUCP.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Cobo, B. (1892 [1653]) *Historia del Nuevo Mundo*, t. III. Sevilla: Biblioteca de Autores Españoles.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Cook, O. F. (1916). Agriculture and native vegetation in Peru. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 6 (10): 284-293.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Cosío, J. (1912). Una excursión a Machupiccho, ciudad antigua. *Revista Universitaria*, *I*, 2, 2-22.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Cuesta, F., Peralvo, M. & Valarezo, N. (2009). *Los bosques montanos de los Andes Tropicales. Una evaluación regional de su estado de conservación y de su vulnerabilidad a efectos del cambio climático*. Quito: Programa Regional Ecobona-Intercooperation.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

DDC/CUSCO (2014). *Caracterización de la diversidad biológica del SHM*. Mesa temática IV.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Dearborn, D. & White, R. (1982). Archaeoastronomy at Machu Picchu. En Aveni, A. & Urton, G., *Ethnoastronomy and Archaeoastronomy in the American Tropics. Annals of the New York Academy of Sciences*, *285*, 249-259.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Dearborn, D. & White, R. (1983). The ‘Torreon’ at Machu Picchu as an Observatory. *Archaeoastronomy. Journal for the History of Astronomy*, *5*, S37-S49.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Dearborn, D., Schreiber, K. & White, R. (1987). Intímachay: A December Solstice Observatory at Machu Picchu, Peru. *American Antiquity*, *52*(2), 346-352.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Deloya, A. (2014). Estado actual del conocimiento: diversidad, importancia y grupos funcionales. En Deloya, A. & Covarrubias-

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Melgar, D. (eds.). *Escarabajos del estado de Guerrero (Coleoptera: Scarabaeoidea)*. México D. F.: S y G editores, 1-23.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

DGFF (1977). *Vademecum Forestal. Dirección General Forestal y de Caza*. Lima: Ministerio de Agricultura.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Dourojeanni, M. (1976). *Machu Picchu and Peru’s national system of conservation units*. Washington D. C.: Parks, 1(2), 8-11.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Dourojeanni, M. (2017). Santuarios históricos: ¿Qué son? ¿Para qué sirven? *SPDA Actualidad Ambiental*. Recuperado el 14 de diciembre de 2020, de https://www.actualidadambiental.pe/santuarios-historicos-que-son-para-que-sirven-escribe-marc-dourojeanni/

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Dourojeanni, M. (2018). *Áreas Naturales del Perú: el comienzo*. Lima: Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Dourojeanni, M. & Ponce, C. (1978). *Los Parques Nacionales del Perú*. Madrid: Incafo.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Dourojeanni, M., Salazar, A., Bohorquez, J., Malca, G. & Ríos, M. (1973). *Recursos Naturales y Desarrollo Turístico en Cuzco y Puno*. Lima: Universidad Nacional Agraria.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Dressler, R. (1990). *The Orchids Natural History and Classification*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts and London, England.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Dyar, H.G. (1913). Results of the Yale Peruvian expedition of 1911. Lepidoptera. *Proceedings United States National Museum*, 45 (2006): 627-649.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Eaton, G. (1990 [1916]). *La colección del material osteológico de Machu Picchu*. Lima: Rumi Maqui Editores.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Eigenmann, C. H. 1927. The American Characidae. *Mem. Mus. Comp. Zool. XLIII*: 311-358; 417-428.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Emmons L.H. (1999). A new genus and species of abrocomid rodent from Peru (Rodentia: Abrocomidae). *American Museum Novitates*, 3279: 1-14.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Emmons, L.H. & Feer, F. (1999). *Mamíferos de los bosques húmedos de América Tropical, Una guía de campo*. Fundación Amigos de la Naturaleza. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Escobar, F. & Chacón de Ulloa., P. (2000). Distribución espacial y temporal en un gradiente de sucesión de la fauna de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae, Aphodiinae) en un bosque tropical montano, Nariño, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, *48*, 961-975.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Farrington, I. (1984). *La economía vertical del valle de Cusichaca (Cusco, Perú) y sus implicancias prehistóricas*. Lima: CCTA.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Figuroa, J. & Stucchi, M. (2002). *Situación actual del oso andino en el Santuario Histórico de Machu Picchu y zonas adyacentes. Cusco - Perú*. Estudio preliminar. GTZ-FANPE, Proyecto Oso Andino - Perú.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Figuroa, J. (2013). Revisión de la dieta del oso andino *Tremarctos ornatus* (Carnívora: Ursidae) en América del Sur y nuevos registros para el Perú. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, *15*(1), 1-27.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Flórez, J. & Quispe, B. (2001). *Biología, ecología y conservación de Tunki (Rupicola peruwiana) en el Santuario Histórico de Machupicchu*. Informe Final – INRENA.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Fowler, H. (1945). *Los peces del Perú, Catálogo sistemático de los peces que habitan en aguas peruanas*. Lima. Museo de Historia Natural Javier Prado.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Galiano, W. (1995). *Decálogo Normativo para la Conservación, Desarrollo y Manejo del del Santuario Histórico de Machupicchu Opciones: 3:4-7*. Cusco: Inandes.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Galiano, W. (1997). *Tasas de Deforestación sobre la Diversidad Arborea del Santuario Histórico de Machupicchu*. Cusco: Informe Proyecto Multidisciplinario UNSAAC.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Galiano, W. (2000). *Situación Ecológico-Ambiental del Santuario Histórico de Machupichu. Una Aproximación*. Cusco: Programa Machupicchu.

Vista panorámica de Machupicchu, Perú.

Galiano, W. (2005). *Diagnóstico y propuesta para la conservación de la biodiversidad del Santuario Histórico de Machupicchu y Zona de Amortiguamiento. Informe final de consultoría*. Cusco: Inrena.

Pacheco, V., Salas, E., Cairampoma, L., Noblecilla, M., Quintana, H., Ortiz, F., Palermo, P. & Ledesma, R. (2007). Contribución al conocimiento de la diversidad y conservación de los mamíferos en la cuenca del río Apurímac, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 14 (2), 169-180.

Pardo, L. (1941). Machupijchu. Una joya arquitectónica de los incas. *Revista del Instituto Arqueológico*, 8(9), 1-110.

Pardo, L. (1961). Machupicchu. Una joya arquitectónica de los incas. *Revista del Museo e Instituto Arqueológico*, 19, 223-298.

Pavlich, M. (1976). Ascomycetes y Basidiomycetes del Perú I. Con énfasis en especies de la Ceja de Montaña y Selva Tropical. *Memorias del Museo de Historia Natural “Javier Prado”, 17: 1-88.*

Peyton, B. (1980). Ecology distribution and food habits of Spectacled bear, *Tremarctos ornatus*, in Peru. *Journal of Mammalogy*, 61(4), 639-52.

Peyton, B. (1983). Uso del hábitat por el oso frontino en el Santuario Histórico Machu Picchu y zonas adyacentes en el Perú. En *Símposio Conservación y Manejo de la Fauna en Latinoamérica* (Aguilar, P. ed.), Arequipa, pp. 22-31.

Piperno, D., Clary, K. H., Cooke, R.G., Ranere, A.J. & Weijand, D. (1985). Preceramic maize in central Panama: Phytolith and pollen evidence. *American Anthropologist*, 87 (4): 871-878.

Pozo, G. (1997). *Tasas de deforestación en el Santuario Histórico de Machu Picchu*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Reinhard, J. (2002 [1991]). *Machu Picchu. El centro sagrado*. Cusco: Insitituto Machu Picchu.

Ricalde, D. (1984). *Diagnóstico de la Problemática del Santuario Histórico de Machupicchu*. Seminario Curricular, Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Roque, J. & León, B. (2006). Orquidaceae endémicas del Perú En: Libro Rojo de las plantas endémicas del Perú. León *et al.*, (Ed). *Revista Peruana de Biología, Número Especial 13(2): 759-878.*

Rockefeller, A. (2015). México, el país con más diversidad de hongos. *NTR -REFORMA*, recuperado el 28 de diciembre de 2020, en http://ntrzacatecas.com/2015/09/27/mexico-el-pais-con-mas-diversidad-de-hongos/

Rohwer, S.A. 1913. Results of the Yale peruvian Expedition of 1911. Hymenoptera, Superfamilies Vespoidea and Sphecoidea. Proceedings United States National Museum, 44 (1960): 439--454

Rostworowski, M. (1993 [1962]). Nuevos datos sobre tenencia de tierras reales en el incario. En *Ensayos de historia andina. Élites, etnias, recursos* (pp. 105-146). Lima: IEP.

Rowe, J. (1990 [1987]). Machupicchu a la luz de los documentos del siglo XVI. *Revista Kintus*, 4, 12-20.

Rubio, M. (2013). Machu Picchu se llamaba Patallacta. *El Antoniano*, 23(122), 140-148.

Salazar, L. (2004). Machu Picchu. Mysterious Royal Estate in the Cloud Forest. En Burger, R. & Salazar, L. (eds.), *Machu Picchu: Unveiling The Mystery of the Incas* (pp. 21-47). New Haven: Yale University Press.

Salazar, L. (2007). Machu Picchu’s Silent Majority: A Consideration of the Inka Cemeteries. En Burger, R., Morris, C. & Matos, R. (eds.), *Variations in the Expression of Inka Power* (pp. 165-183). Washington D. C.: Dumbarton Oaks.

Sánchez, M. (1977). *Estudios arqueológicos en uno de los centros ceremoniales del sitio de Machupicchu*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cusco.

Sánchez, M. (1989). *De las sacerdotisas, brujas y adivinas de Machu Picchu*. Lima: Editorial Sánchez.

Sarmiento de Gamboa, P. (1942 [1572]). *Historia de los incas. Segunda parte de la historia general llamada india*. Buenos Aires: Emecé.

Schulenberg, T. & Awbrey, K. (eds.) (1997). *The Cordillera del Cóndor Region of Ecuador and Peru: A Biological Assessment*. Washington DC: Conservation International.

Slater F.L. & Salvin, O. (1876). On Peruvian birds collected by Mr. Whitely. Part IX. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 15-19.

Sernanp (2014). *Plan Maestro del Santuario Histórico de Machupicchu 2015-2019*. Diagnóstico y Anexos. Ministerio del Ambiente, Ministerio de Cultura.

Shoobridge, D. (2004). *Perfil de Área Protegida - Perú. Santuario Histórico de Machu Picchu, Parks Watch - Perú*, Duke University. Septiembre 2004.

Stejneger, L. (1913). Results of the Yale Peruvian expedition of 1911. *Batrachians and reptiles*. Geographic Society. Proceedings U.S. National Museum, 45: 541-547.

Suelli, E. (2016). *Programa de Investigaciones Arqueológicas e Interdisciplinarias del SHM–PANM/DDC/CUSCO Investigación palinológica en la Llaqta de Machupicchu*. Informe final.

Thompson L.G., Mosley-Thompson, E., Grootes, P.M., Pouchet, M. & Hastenrath, S. (1984). Tropical glaciers: potencial for ice core paleodimatic reconstructions. *Journal of Geophysical Research*, 89(03): 4638-4646.

Titschack, E. (1951). Reisebericht. En Fisher, J. *Beitrage zur fauna Perus*.

Thomas, O. 1920. Report of the Mammalia collected by Mr. Edmund Heller during the Peruvian Expedition of 1915 under the auspices of Yale University and the National Geographic Society. *Proceedings of the United States National Museum*, 2333:217- 249.

Trager, J. (1983). A New *Paratrechina* (Hymenoptera: Formicidae) from Machu Picchu, Peru. *The Florida Entomologist*, 66(4), 482-486.

Trutmann, P. (2012). *The forgotten mushrooms of ancient Peru*. Lima: Global Mountain Action.

Tschudi, J.J. von. (1845). Reptilium conspectum quae in republica Peruana reperiuntur er pleraque observata vel collecta sunt in itenere. *Archiv für Naturgeschichte*, 11 (1): 150-170.

Tuomisto, H. Ruokolainen, K., Aguilar, M. & Sarmiento, A. (2003). Floristic Patterns along a 43-km Long Transect in an Amazonian Rain Forest. *Journal of Ecology*, 91(5), 743-756.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos (2016 [1942]). *Expedición al Vilcamayo, 1942. Segunda parte: Cusco y Apurímac*. Cuadernos de Investigación del Archivo Tello N° 14. Lima: UNMSM-Museo de Arqueología y Antropología.

Valcárcel, L.E. (1929 [1928]). Sinopsis de Machupijchu. *Revista Universitaria*, 57, 89-103.

Valcárcel, L.E. (2009 [1964]). *Machu Picchu. El más famoso monumento arqueológico del Perú*. Lima: Fondo de Cultura Económica.

Valencia, A. & Gibaja, A. (1992). *Machu Picchu: la investigación y conservación del monumento arqueológico después de Hiram Bingham*. Cusco: Municipalidad del Qosqo.

Valencia, G. (2002). Los Coleoptera Scarabaeoidea (Insecta) del Santuario Histórico de Machupicchu (86-113). En: *Informe Final Proyecto de Investigación “Ampliación del inventario de biodiversidad zoológica del Santuario Histórico de Machupicchu”*. Cusco: Programa Machu Picchu, Asociación de Conservación para la selva sur & Museo de Historia Natural de la UNSAAC.

Valenzuela, L., Monteagudo, A., Calatayud, G., Farfán, J., Suelli, E., & Huamatupa, I. (2014). *Árboles de Machupicchu, Cusco-Perú*. Jardín Botánico de Missouri. RAINFOR, FotW y CCSD 1-290.

Valenzuela, L., Vásquez, R., Rojas, R., Villalba, M., Phillips, O., López, G., Chama, V., Monteagudo, A., Bellota, D., Huilca, Y. & Pallqui, N. (2015). Línea base para el monitoreo de la vegetación en la Reserva Comunal El Sira (RCS). *Arnaldoa*, 22(1), 243-268.

van der Werff, H. & Consiglio, T. (2004). Distribution and conservation significance of endemic species of flowering plants in Peru. *Biodiversity & Conservation*, 13(9), 1699-1713.

Vargas, C. (1943). Flora de la región descubierta por la expedición The Viking Fund. Revista Universitaria, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 84.

Vargas, C. (1965). Orchids of Machu Picchu. Cusco, Peru. *American Orchids Society Bulletin*, 34: 960-966.

Vargas, C. (1992). Flora del Santuario Histórico de Machupicchu. En: E. Echevarria-Huarcaya, ed. Machupicchu, Devenir Histórico y Cultural. Editorial universitaria UNSAAC, Cusco, Perú. pp. 23-38.

Verano, J. (2003). Human Skeletal Remains from Machu Picchu: A Reexamination of the Peabody Museum’s Collections from the Peruvian Expedition of 1912. En: Burger, R. & Salazar, L. (eds.), *The 1912 Yale Peruvians Scientific Expedition Collections from Machu Picchu: Human and Animal Remains*. Yale University Publications in Antropology, 85, 65-117.

Walker, B. & Fjeldså, J. (2002). *Guía de campo de las aves de Machupicchu*. Lima: Profonanpe.

Walker, B. & Ricalde, D. (1988). Aves de Machu Picchu y alrededores. *Boletín de Lima*, 58, 69-79.

Weberbauer, A. (1945). *El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos*. Estación Experimental Agrícola de La Molina, Lima, 776 pp.

Wright, K. & Valencia, A. (2006 [2000]). *Machu Picchu. Maravilla de la ingeniería civil*. Lima: UNI.

Ziołkowski, M., Kosciuk, J. & Astete, F. (2013). Astronomical Observations at Intimachay (Machu Picchu): A New Approach to an Old Problem. *Slovene Anthropological Society*, 391-404.



Camino Inca cerca de Pujupatamarca.



Camino Inca cerca del abra de Warmiwañusca.



Nevado Verónica, zona de amortiguamiento del Santuario Histórico de Machupicchu.

Autores



MARC DOUROJEANNI

Ingeniero agrónomo y forestal, Doctor en Ciencias. Ex Decano y profesor emérito de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria de La Molina. Fue Director General Forestal y de Fauna del Perú, Vicerrector de la Universidad San Martín de Porres y profesor del Centro de Altos Estudios Militares del Perú. Fundó y presidió ProNaturaleza. Ha sido Consejero y Vicepresidente de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), Vicepresidente de la Comisión Mundial de Áreas Protegidas (CMAP), miembro del World Resources Institute (WRI) y de otras organizaciones internacionales. Es autor de 21 libros y centenas de artículos científicos.



JOSÉ M. BASTANTE

Arqueólogo con estudios concluidos de maestría en Gestión del Patrimonio Cultural y de doctorado en Ciencias Sociales en la especialidad de Historia en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Miembro del Colegio de Arqueólogos del Perú y la American Society of Archaeology. Ha realizado cursos y participado en eventos académicos en Perú, Estados Unidos, México, Polonia, Ecuador, Indonesia e Italia. En 2013, director del Programa de Investigaciones Arqueológicas e Interdisciplinarias en el Santuario Histórico de Machupicchu y, a partir de 2019, jefe del Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu. Cuenta con numerosas publicaciones acerca de arqueología e historia de Machupicchu.



JOSÉ ISRAEL ARAGÓN

Biólogo de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Especialista coordinador del Santuario Histórico de Machupicchu a cargo de monitoreo biológico, SIG e investigación. Especialista en ecología geográfica y paisajística en Andes y Amazonia y en ecología de aves y mamíferos andinos y amazónicos. Autor de *Ecología Geográfica del Cusco* con experiencia en ordenamiento territorial y evaluaciones ecológicas.



GLORIA CALATAYUD

M.Sc. Biodiversidad y Conservación en Áreas Tropicales, Universidad Internacional Menéndez Pelayo (España). Bióloga egresada de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC). Docente de la Escuela Profesional de Biología de la UNSAAC y consultora en proyectos de conservación, paisajismo, manejo de viveros para plantas nativas y huertos orgánicos. Miembro de la Sociedad Botánica del Cusco. Coautora de *Flórmula de la Reserva Ecológica Inkaterra* y *Árboles de Machupicchu*. Ha descrito alrededor de 22 especies nuevas para la ciencia. Tiene como principal interés de estudio a la subtribu Pleurothallinidae y los helechos arborescentes.



MARÍA E. HOLGADO ROJAS

Bióloga-Magister en Ciencias con mención en Ecología y Recursos Naturales por la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC). Doctora en Biología Ambiental por la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Docente Principal de la Escuela Profesional de Biología de la UNSAAC. Responsable del Centro de Investigación y Producción de Hongos Alimenticios y Medicinales (CIPHAM). Presidenta de la Sociedad Botánica del Cusco. Miembro de la Organización para las Mujeres en la Ciencia (OWSD), dependencia de la Unesco. Investigadora adscrita al Renacyt-Concytec.



EFRAÍN SUCLLI MONTAÑEZ

Biólogo de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, magister en Ciencias con mención en Ecología y Recursos Naturales. Estudios de Doctorado en Conservación y Restauración del Medio Natural por la Universidad Centro Panamericano de Estudios Superiores México. Es autor y coautor de varios artículos científicos y de los libros *Flórmula de la Reserva Ecológica Inkaterra* y *Árboles de Machupicchu*. Sus investigaciones están orientadas a la elucidación de la economía vegetal prehispanica y la reconstrucción paleoambiental en los Andes del sur peruano.



JOSÉ ANTONIO OCHOA

Biólogo de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Doctor en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina). Tiene dos postdoctorados: uno del American Museum of Natural History de New York y otro del Departamento de Zoología del Instituto de Biociencias de la Universidad de São Paulo (Brasil). Es docente universitario y curador de Arachnida del Museo de Biodiversidad del Perú. Es autor de diferentes artículos de investigación sobre biodiversidad, conservación, sistemática y biogeografía, con especial atención en arácnidos.



ABEL MONTEAGUDO

Biólogo de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Investigador de la Red Amazónica de Inventarios Forestales (Rainfor) y curador del Herbario Vargas Cuz. Autor y co-autor de artículos científicos y libros, como *Flórmula de la Reserva Ecológica Inkaterra*, *Árboles de Machupicchu*, *Catálogo de Árboles del Perú*, *Primer Catálogo de los Árboles de la Amazonia de Madre de Dios*. En veinte años de investigación y exploraciones, ha instalado numerosas parcelas permanentes en el Perú, registrando más de 30 000 colecciones botánicas depositadas en diferentes herbarios del país.



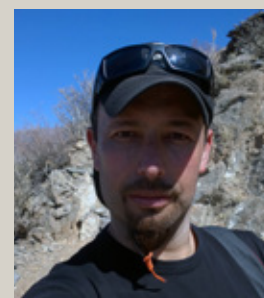
RENÉ FARFÁN

Biólogo de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco con estudios de maestría en la UNSAAC y doctorado en la UNSA. Fue docente de la facultad de Ingeniería Agroecológica en la UNSAAC, parte del comité editor de la revista Qeuña, integrante de la Sociedad Botánica del Cusco y responsable del componente Natural de Parques Arqueológicos de Choquequirao, Ollantaytambo y zonas arqueológicas de Espinar y La Convención. Labora como especialista en biodeterioro de Monumentos Arqueológicos e integrante del equipo formulador de planes maestros en la Dirección de Cultura Cusco. Fue vice Decano y Decano (e) del Colegio de Biólogos del Perú.



GORKY VALENCIA

Curador en el área de insectos del Museo de Biodiversidad del Perú e investigador del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Más de veinte años en la investigación entomológica, especialmente en escarabajos Coleoptera Scarabaeoidea y mariposas andino tropicales Lepidoptera Rhopalocera. Con estudios de biología en la UNSAAC, ha participado en investigaciones y publicaciones sobre insectos del santuario y otras realizadas en el país y el extranjero. Promueve la conservación, ecomercados y capacitación en entomología.



JUAN CARLOS CHAPARRO

Licenciado y magister en Biología por la Universidad Internacional Menéndez Pelayo. Presidente de la Asociación Herpetológica del Perú, director y curador de la Colección Herpetológica del Museo de Biodiversidad del Perú y consultor en estudios ambientales. Autor y coautor de 54 artículos científicos, notas, capítulos de libros y libros revisados por pares sobre herpetología y aracnología. Su interés se centra en la taxonomía, biodiversidad, sistemática, filogenia, conservación, biogeografía de historia natural, patrones de distribución y evolución, utilizando anfibios y reptiles como modelos biológicos en el Neotrópico.



JOSÉ LUIS VENERO G.

Biólogo de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y Doctor en Ciencias Biológicas de la Universidad de Sevilla (España). Ocupó los cargos de: entomólogo zonal (Chiclayo), especialista en investigaciones (Reserva Nacional Pampa Galeras), investigador (Estación Biológica de Doñana, España), investigador (Dirección General de Investigación Forestal y Fauna, Lima), director de conservación y jefe de la Unidad de Investigación (Cenfor IX, Cusco). Docente Principal, jefe de área de Ecología, coordinador de la Maestría de Ecología y Recursos Naturales, y director del Museo de Historia Natural en la UNSAAC. Tiene 130 publicaciones científicas. Investiga en entomología, ornitología, especies forestales andinas y conservación. Tiene dedicada la especie *Trichisibus veneroi*.



EDUARDO DANIEL COŚÍOS

Biólogo especializado en biodiversidad y conservación, con experiencia en investigación sobre ecología y conservación de fauna en general y en identificación y monitoreo de mamíferos y aves. Maestría en Zoología con especialidad en Ecología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y Doctorado en Biología, con especialidad en Genética de poblaciones de la Universidad de Montreal. Interés particular en el estudio de la biodiversidad en general, la determinación del estado de conservación de especies de vertebrados, el estudio de sus distribuciones y estructuras poblacionales y las relaciones entre fauna y seres humanos, así como en genética poblacional y fauna invasora.



ROBERT MÁRQUEZ

Biólogo de la Universidad de Los Andes de Venezuela y maestría en Ciencias Biológicas de la Universidad de Chile, Candidato a Doctor en Manejo de Recursos Ambientales de la Universidad de Cornell (Estados Unidos). Más de veinte años de experiencia en estudios de historia natural, manejo y conservación de poblaciones de grandes mamíferos, principalmente el oso andino.



JOYCE VITORINO

Bióloga de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, con estudios de maestría en Cambio Climático y Desarrollo Sostenible y cursos de especialización en ornitología, biodiversidad, comportamiento y conservación de la biodiversidad. Diplomados en gestión ambiental, residuos sólidos y saneamiento básico. Con más de diez años de experiencia en proyectos de investigación, estudios de biodiversidad, evaluación de impacto ambiental, agricultura orgánica urbana, línea de base ambiental y monitoreo biológico. Presenta como línea de investigación la ornitología con énfasis en aves andinas y amazónicas. Es curadora de Ornitología del Museo de Biodiversidad del Perú.



JEAN PAUL BENAVENTE

Gobernador Regional del Cusco. Con estudios de pregrado en Economía en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC). Fue docente de dicha universidad desde 1999. Maestría en Economía y Políticas Públicas en la Universidad Torcuato Di Tella y Globalización y Procesos Económicos y Sociales en la Universidad del País Vasco en convenio con la UNSAAC. Durante 2007-2010, ocupó los cargos de Director Regional de Comercio Exterior y Turismo del Gobierno Regional de Cusco y Gerente de Desarrollo Económico del Gobierno Regional de Cusco.



JOSÉ KOECHLIN

Fundó Inkaterra en 1975, empresa pionera del ecoturismo y desarrollo sostenible como base económica para la conservación de la biodiversidad, donde se promueve investigación científica para la conservación rentable, la educación y el crecimiento económico de las comunidades locales. Entre sus principales logros destacan el registro de 814 especies de aves en las zonas de manejo de Inkaterra; la descripción de 365 especies de hormigas (récord mundial) por el biólogo E. O. Wilson en Inkaterra Reserva Amazónica; el Centro de Rescate del Oso Andino, a beneficio de la única especie de oso del Hemisferio Sur; la colección de orquídeas nativas más grande del mundo (372 especies); y la propuesta técnica para la creación de la primera reserva marina del Perú en el mar tropical de Cabo Blanco.



ERNESTO ESCALANTE

VALENCIA
-
Biólogo de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Doctor con mención en Biología Ambiental y Magíster en Ciencias con mención en Gerencia, Auditoría y Gestión Ambiental. Estudios de especialización en áreas naturales protegidas y cambio climático, gestión pública, resolución de conflictos, entre otros. Con amplia experiencia en gestión pública, actualmente es jefe del Santuario Histórico de Machupicchu, sitio Patrimonio Mundial Mixto. Fue jefe de la Reserva Comunal AmaraKaeri, el Santuario Nacional de Megantoni y jefe (e) del Parque Nacional del Manu, sitio Patrimonio Mundial Natural y Reserva de Biosfera.



ROBERTO QUISPE

Biólogo de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, con experiencia en conservación de diversidad biológica, manejo de recursos naturales y monitoreo biológico. Experiencia como consultor/investigador en proyectos de línea base, inventarios de mamíferos, identificación de especies cinegéticas e implementación de instrumentos de gestión ambiental dentro y fuera de áreas naturales protegidas. Actualmente es especialista en el Santuario Histórico de Machupicchu, con las responsabilidades del área de monitoreo biológico, control y vigilancia.



OSCAR MUJICA

Biólogo de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco con especialidad en Ecología. Ha dirigido diferentes proyectos de investigación sobre biodiversidad y conservación en el Santuario Histórico de Machupicchu y el Parque Nacional del Manu. Fotógrafo especializado en naturaleza, cuyo enfoque principal es la biodiversidad de áreas protegidas. Autor de diversos artículos para revistas nacionales e internacionales; además, es autor de tres guías sobre la fauna del Manu. Es coordinador de proyectos en la Sociedad Zoológica de Fráncfort-Perú.



JUVENAL SILVA

Biólogo de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Investigador de campo en los Andes nororientales y del sur del Perú en la ONG Asociación Ecosistemas Andinos. Desde 2007, es coordinador de programas en la Sociedad Zoológica de Fráncfort-Perú, donde ha implementado proyectos en apoyo a la gestión de numerosas áreas naturales protegidas en temas de control y vigilancia, monitoreo biológico, turismo, entre otros. Promotor en la declaración del colibrí cola de espátula (*Loddigesia mirabilis*) como ave regional de Amazonas y del lobo de río (*Pteronura brasiliensis*) como especie emblemática de Madre de Dios. Es autor de diferentes capítulos en libros y guías del Parque Nacional del Manu.



JOSÉ CARLOS NIETO NAVARRETE

Director de la Dirección de Gestión de Áreas Naturales Protegidas – Sernanp. Ingeniero agrónomo con más de diez años de experiencia en administración, planificación y gestión integral de Áreas Naturales Protegidas, Reservas de Biosfera y Sitios de Patrimonio Mundial. Se ha desempeñado como jefe del Santuario Histórico de Machupicchu, el Parque Nacional del Manu, la Reserva Nacional Tambopata y el Parque Nacional Bahuaja Sonene. Experiencia de trabajo y negociación con comunidades y organizaciones locales, cooperación internacional y sector privado.



