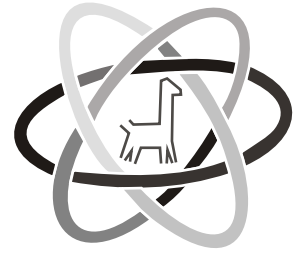


La arqueometría en Argentina y Latinoamérica

Silvana Bertolino
Roxana Cattáneo
Andrés D. Izeta
(editores)

2010





La arqueometría en Argentina y Latinoamérica

Silvana Bertolino
Roxana Cattáneo
Andrés D. Izeta
(editores)

2010



Permitida su reproducción, almacenamiento y distribución por cualquier medio, total o parcial, con el permiso previo y por escrito de los autores y/o editores. Se pueden reproducir párrafos citando al autor y editorial.

Hecho el depósito que marca la ley 11.723

Primera edición: Diciembre de 2010

Bertolino, Silvana

La Arqueometría en Argentina y Latinoamérica / Silvana Bertolino; Roxana Cattaneo; Andrés Izeta. - 1a ed. - Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Filosofía y Humanidades, 2010.

382 p.; 29 x 20 cm.

ISBN 978-950-33-0849-3

1. Arqueología. 2. Arqueometría. I. Cattaneo, Roxana II. Izeta, Andrés III. Título
CDD 930.1

Fecha de catalogación: 20/12/2010



Reconocimiento-Sin Obra Derivada CC BY-ND

Diseño de interior: Andrés D. Izeta (CONICET, Museo de Antropología, FFyH, UNC)

Diseño de Tapa: Agustín Massanet (Museo de Antropología, FFyH, UNC)

ISBN: 978-950-33-0849-3

Impreso en Argentina

Printed in Argentina

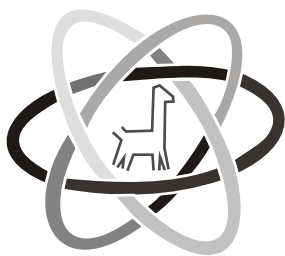
ÍNDICE

Índice.....	5
Palabras iniciales.....	9
Listado de evaluadores.....	11
Una visión de la arqueometría en Argentina y Latinoamérica en el nuevo milenio. <i>Silvana Bertolino, Roxana Cattáneo y Andrés D. Izeta</i>	15
SECCIÓN 1	21
Caracterización petrográfica del conjunto cerámico del “Paradero 1” de Cañada Honda (Provincia de Buenos Aires) <i>Gabriel Eduardo Acuña</i>	23
Determinación de elementos traza en cerámicas arqueológicas del Lago Triful. Áreas de aprovisionamiento y circulación. <i>Verónica Aldazábal, Rita Plá y Rodrigo Ivernizzi</i>	29
Composición mineralógica y química y posible proveniencia de cerámica pre y post-hispánica del valle del Rio Copacabana, NO de Córdoba. <i>Silvana R.A. Bertolino, Udo Zimmermann, Victor Galván y Andrés Laguens</i>	35
Una nueva tecnología en Cazadores - Recolectores Transicionales de la Puna argentina. Caracterización de un recipiente con fibra vegetal. <i>María B. Cremonte, Irma L. Botto, María E. Canafoglia, Salomón Hoczman, María F. Rodríguez, Carlos A. Aschero y Delia Gazzoli</i>	43
Calcita secundaria postdeposicional en cerámicas arqueológicas Sanagasta (ca. AD 900 - AD 1200) e Inka (ca. AD 1480 - AD 1532): Identificación a través de MEB-EDS e implicancias para los análisis tecnológicos (Abaucán, Tinogasta, Catamarca, Argentina) <i>Guillermo A. De La Fuente y Alejo C. Carreras</i>	49
Sectorización del espacio, cerámica y cronología relativa. Análisis comparativos en un asentamiento agrícola multicomponente (Los Colorados, Catamarca) <i>Marco Giovannetti, María Cecilia Páez, Gregoria Cochero, Paula Espósito, G. Corrado, Josefina Spina y Fernando Franchetti</i>	55
Análise de fragmentos cerâmicos do Sambaqui do Bacanga (MA) através da técnica de Fluorescência de Raios X por Dispersão em Energia (ED-XRF) <i>Renato A. Ikeoka, Carlos R. Appoloni, Paulo S. Parreira, Fábio Lopes y Arkley M. Bandeira</i>	61
Aporte del análisis textural por porosimetría de mercurio a la caracterización de la cerámica ordinaria del sitio El Molino (Dpto. de Belén, Catamarca). <i>María Emilia Iucci, Cristina Volzone, Martín Morosi y Nora Zagorodny</i>	67
Valoración de atributos cerámicos para la evaluación de procesos de formación de sitios de tierras bajas del NOA <i>Mario G. Maldonado, L. del Valle Neder, Jimena Roldan y María M. Sampietro Vattuone</i>	73
Análisis petrográficos de la cerámica de Doncellas: Un nuevo aporte para el estudio del proceso de producción. <i>Martina Inés Pérez</i>	79
Estudios técnicos de materiales refractarios del Noroeste argentino. <i>Trinitat Pradell, Luis González y Geraldine Gluzman</i>	85
Análisis petrográfico de conjuntos cerámicos tardíos: un aporte a la identificación de estilos tecnológicos en el Valle del Bolsón (Belén, Catamarca) <i>Verónica Puente</i>	91
Variaciones en la composición química multielemental de materias primas cerámicas crudas y cocidas (Tinogasta, Catamarca, Argentina) <i>Norma Ratto y Rita Plá</i>	97

Petrografía de la cerámica arqueológica del Nordeste del Chubut (Patagonia Argentina). Primeros resultados. <i>Verónica Schuster</i>	103
Primeros análisis petrográficos de la cerámica del norte y oeste de La Pampa. <i>Alicia H. Tapia, Ana M. Aguerre y Patricia Solá</i>	109
SECCIÓN 2	117
Caracterización geoquímica de depósitos de obsidiana del centro de México con explotación prehispanica para estudios de procedencia de artefactos arqueológicos. <i>Denisse Argote Espino, Jesús Solé, Osvaldo Sterpone Canuto y Pedro López García</i>	119
¿Puntas de proyectil o cuchillos? Múltiples técnicas analíticas para una caracterización funcional de artefactos arqueológicos. <i>Pilar Babot, Roxana G. Cattáneo y Salomón Hocsman</i>	127
Los recursos líticos en el Sitio Y1SI de la localidad arqueológica Paso Mayor. <i>Cristina Bayón, Rodrigo Vecchi y Alejandra Pupio</i>	135
Relaciones entre variabilidad en la tecnología lítica y recursos faunísticos explotados en el Golfo de San Matías. Río Negro. <i>Marcelo Cardillo, Hernán Marani, Florencia Borella y Lucía Lípari</i>	141
Una Exploración de la variación métrica y morfológica en instrumentos de filo largo en Patagonia Meridional. <i>Marcelo Cardillo, Judith Charlin y Karen Borrazzo</i>	147
Fuentes primarias vs secundarias de aprovisionamiento lítico: Una comparación geoquímica (Pali Aike, Santa Cruz) <i>Judith Charlin y Massimo D’Orazio</i>	153
Caracterización de cuentas líticas provenientes del valle del Río Manso (Provincia de Río Negro) <i>Nicolás C. Ciarlo, Patricia Solá y Cristina Bellelli</i>	159
Estudio tecno-morfológico y análisis de procedencia de obsidianas recuperadas en el sitio formativo Tres Cruces I (Quebrada del Toro, Provincia de Salta, Argentina) <i>María Eugenia De Feo y María Celina Álvarez Soncini</i>	165
Acercamiento inicial a la variabilidad de afloramientos de vulcanitas en Antofagasta de la Sierra (Prov. de Catamarca, Puna Meridional Argentina) <i>Alejandra M. Elías, Pablo Tchilinguirian y Patricia Escola</i>	171
¿De dónde vienen?: Obsidianas de la localidad de Azampay (Dto. de Belén, Catamarca) <i>Marina Cecilia Flores y Martín Morosi</i>	177
Exame da sensibilidade analítica em sistemas PXRf para análises de obsidianas. <i>Galvão, T. D., Lopes, F. y Appoloni, C. R.</i>	183
Puntas de proyectil líticas de colección. Aportes para La arqueología de tierras bajas (Cuenca Tapia-Trancas, Tucumán, Argentina) <i>Jorge G. Martínez, Mario Caria, Eduardo Mauri y Cecilia Mercuri</i>	189
Relevamiento de la base regional de recursos líticos en las áreas de Santa Rosa de los Pastos Grandes y San Antonio de los Cobres, Puna de Salta. <i>Cecilia Mercuri</i>	197
Obsidianas: Huellas químicas en el bosque y la estepa de Norpatagonia Occidental. <i>Oscar Palacios, Cristina Vázquez y Adam Hajduk</i>	203
SECCIÓN 3	209
Utilización de recursos vegetales alimenticios en sitios arqueológicos de altura. El caso de Cueva de los Corrales 1 (El Infiernillo, Tafi del Valle, Tucumán, Argentina) <i>Guillermo A. Arreguez, C. Matías Gramajo Bühler y Nurit Oliszewski</i>	211
Rompiendo huesos para el puchero. Análisis de la fragmentación de un conjunto arqueofaunístico del Periodo Formativo del Valle de Yocavil. <i>Carlos R. Belotti López de Medina</i>	219

Estudio osteométrico de muestras arqueológicas de individuos subadultos de <i>Otaria flavescens</i> . Análisis del error intraobservador (EIO) <i>Florencia Borella, G. Lorena L'Heureux y Víctor Silva</i>	225
Fumando en la cocina. Determinación de contenidos por técnicas fisicoquímicas en dos pipas cerámicas del sitio Cardonal. <i>Ma. Fabiana Bugliani, C. Marilyn Calo y Ma. Cristina Scattolin</i>	231
Isótopos estables y manejo alimentario de camélidos durante el primer milenio A.D. en el valle de Ambato (Noroeste Argentino). <i>Andrés D. Izeta, Mariana Dantas, M. Gabriela Srur, M. Bernarda Marconetto y Andrés G. Laguens</i>	235
Donde hubo fuego ¿Cenizas quedan? Residuos de combustión en el sitio Piedras Blancas, Dpto. Ambato, Catamarca. <i>Henrik B. Lindskoug y Verónica A. Mors</i>	241
Restos vegetales de origen arqueológico e isótopos estables del carbono: Su posibilidad de uso en las reconstrucciones paleodietarias y paleoclimatológicas. <i>Augusto Tessone, Celeste Samec, Violeta Killian Galván y Héctor Panarello</i>	249
Estudios interdisciplinarios y la reconstrucción de eventos de mutilación dental en culturas prehispánicas de México. <i>Raúl Valadez Azúa, Mireya Montiel Mendoza, Gilberto Pérez Roldán y Carlos Serrano Sánchez</i>	255
SECCIÓN 4	261
Tecnología constructiva de anclas del siglo XVIII. Análisis de una pieza hallada en cercanías del naufragio Swift (1770), Puerto Deseado, Provincia de Santa Cruz. <i>Ciarlo, N. C., H. De Rosa, D. Elkin, H. Svoboda, D. Vainstub y L. Díaz Perdiguero</i>	263
Caracterización de componentes metálicos de textiles pertenecientes al patrimonio nacional. <i>S. B. Farina, G.S. Duffó, F. Marte, P. Villaronga y S. Di Lorenzo</i>	271
Análisis de termoalteración de un conjunto de clavos de un sitio arqueológico del barrio porteño de Floresta <i>Jésica L. Frustaci, Horacio M. De Rosa, María Florencia Caretti y María Clarisbel Lucchetta</i>	277
“¿Lo atamo con alambre?”. Caracterización de diversos tipos de alambres provenientes del puesto San Eduardo (La Pampa, comienzos del siglo XX) <i>C.G. Landa, H. M. De Rosa y E.G. Montanari</i>	281
SECCIÓN 5	287
Microvestigios e indicadores fisicoquímicos de actividades en un sitio arqueológico de cazadores recolectores pescadores. El sitio El Divisadero Monte 6 (General Lavalle, Buenos Aires) <i>Emilio Eugenio</i>	289
Determinaciones físico-químicas en suelos de los sitios Alamito (Campo de Pucará, Provincia de Catamarca) <i>Ma. Soledad Gianfrancisco, María Elena Puchulu y Patricia Cuenya</i>	295
Caracterización físico-química de sedimentos provenientes de fogones experimentales. <i>Débora M. Kligmann y Elena Díaz País</i>	303
Caracterización de materiales constructivos en tierra mediante estudios de laboratorio. <i>Gisela Spengler, Margarita Do Campo y Norma Ratto</i>	309
SECCIÓN 6	321
Identificación y análisis de pigmentos y pinturas en cerámicas arqueológicas Sanagasta (ca. AD 900 – AD 1200) e Inka (ca. AD 1480- AD 1532) a través de MEB-EDS y microespectroscopía de Raman (Abaucan, Tinogasta, Catamarca, Argentina) <i>Guillermo A. De La Fuente, Alejo C. Carreras, Juan Manuel Pérez Martínez, Sergio E. Martín y Alberto Riveros</i>	323
Cuantificación mineralógica de pigmentos pertenecientes a la Cultura Aguada mediante refinamiento Rietveld. <i>Víctor Galván, Silvana Bertolino, Gustavo Castellano, Andrés Laguens y Alberto Riveros</i>	331
Análisis arqueométrico de sustancias colorantes provenientes de contextos tempranos de las Sierras de Tandilia Oriental. <i>José Manuel Porto López y Diana Leonis Mazzanti</i>	337

SECCIÓN 7	343
Análisis arqueométrico de residuos en superficies cerámicas. <i>Verónica Judith Acevedo y Mariel Alejandra López</i>	345
Revalorizando las colecciones de textiles arqueológicos. Una mirada desde la conservación preventiva. <i>María José Fernández, María Julia Cardinal y Fernando D. Marte</i>	351
Biodeterioro en abrigos rocosos con arte rupestre del Sistema Serrano de Ventania (Provincia de Buenos Aires) <i>Patricia S. Guiamet, Fernando Oliva, Paola Lavin y Sandra G. Gómez de Saravia</i>	357
Tratamiento de metales arqueológicos con complejantes orgánicos. El caso de una medalla de la Plazoleta Bertole, Rosario, Santa Fe. <i>Adrián Ángel Pifferetti</i>	363
SECCIÓN 8	369
Análisis arqueométrico de las cuentas de vidrio de Pintoscayoc 1, Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina. <i>López Mariel Alejandra</i>	371
Lógica difusa: un método de clasificación de materiales arqueológicos. <i>Pedro López García y Denisse Argote Espino</i>	377
Cálculo de capacidad de riego e infiltración en represas y surcos prehispánicos de Caspinchango (Provincia de Catamarca) <i>Sonia Lanzelotti y Marcelo Lamamí</i>	383
Criterios, técnicas y estrategias geoarqueológicas de prospección en zonas selváticas de piedemonte y tierras bajas del NOA. <i>Mario G. Maldonado, L. del Valle Neder, Jimena Roldan y María M. Sampietro Vattuone</i>	389
Índice de autores.....	397



PALABRAS INICIALES

El presente volumen es el resultado de una selección de trabajos presentados al 3^{er} Congreso Argentino de Arqueometría. Este evento se llevó a cabo en la ciudad de Córdoba (provincia de Córdoba, Argentina) durante los días 22 al 25 de Septiembre de 2009. A continuación se detallan la estructura organizativa, instituciones organizadoras, auspiciantes, patrocinadores y los subsidios recibidos para la ejecución de la citada reunión académica.

Los Editores del presente volumen desean agradecer a las personas e instituciones que permitieron realizar el Congreso y obtener como resultado este libro. En especial agradecer al Dr. Gustavo Castellano por su valiosa colaboración en la edición de este volumen, como así también a la Dra. Carolina Scotto (Rectora de la UNC), Ing. Gabriel Tavella (Decano de FCFyN), Dr. Eduardo Staricco (presidente de la ANC), Dr. Daniel Barraco (Decano FAMAF), Dr. Andres Laguens, Mgter. Mirta Bonnin, Lic. Soledad Ochoa, Lic. Gabriela Srur, Lic. Eduardo Pautassi y a las empresas que apoyaron este evento (Chammas y Aldea Hostel)

COMISIÓN ORGANIZADORA

Presidentes: Dras. Silvana R. Bertolino y Cristina Vázquez, **Vice-Presidentes:** Dr José Riveros y Lic. Oscar Palacios, **Secretarios:** Lic. Victor Galván Josa y Sergio Ceppi, **Tesorero:** Lic. Silvina Limandri, **Vocales:** Dr. Edgardo D. Cabanillas, Dra. Roxana Cattaneo, Lic. Graciela Custo, Dr. Andrés Izeta, Dr. Andrés Laguens, Dra. Bernarda Marconetto, Lic. Ana María Maury, Lic. Graciela Mogensen, Lic. Francisco Pazzarelli, Dr. Germán Tirao.

COMITÉ CIENTÍFICO

Dra. Pilar Babot, Dra. Cristina Bellelli, Dra. Silvana Bertolino, Dr. Edgardo Cabanillas, Dra. Roxana Cattaneo, Dra. Beatriz Cremonete, Dr. Luis R. González, Dr. Andrés Izeta, Arq. Liliana Lolich, Dra. Mariel López, Dra. Marta Maier, Dra. María Estela Mansur, Dra. Bernarda Marconetto, Dr. Armando Márquez, Lic. Fernando Marte, Dr. Daniel Olivera, Lic. Oscar Palacios, Dr. Héctor Panarello, Dra. Cecilia Pérez de Micou, Dra. Norma Ratto, Dra. Marcela Sepúlveda, Dra. Cristina Vázquez, Dr. Hugo Yacobaccio

ORGANIZACIÓN

Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba
Museo de Antropología, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba
Comisión Nacional de Energía Atómica

AUSPICIOS

Instituto de Física "Enrique Gaviola" (IFEG), Facultad de Matemática, Astronomía y Física (UNC), Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC), Museo de Antropología (FFyH, UNC), Museo de Mineralogía (FCEFyN, UNC), Comisión Nacional de Energía Atómica, Facultad de Ingeniería (UBA), Universidad Nacional de San Martín, Sociedad Argentina de Antropología, Asociación de Arqueólogos Profesionales de la República Argentina, Centro Regional de Preservación y Conservación del Patrimonio Cultural en obras sobre Papel, Secretaría de Cultura de la Presidencia de la Nación, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Ministerio de Ciencia y Tecnología (Gobierno de la Provincia de Córdoba), Academia Nacional de Ciencias.

SUBSIDIOS

Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Matemática, Astronomía y Física

Ministerio de Ciencia y Tecnología del Gobierno de la Provincia de Córdoba

Comisión Nacional de Energía Atómica

Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica, Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica

Universidad Nacional de San Martín

Fundación Williams

ADHESIÓN Y BENEPLÁCITO

Legislatura de la Provincia de Córdoba (D10160/09)

Los trabajos del presente volumen han sido sometidos a doble revisión por pares evaluadores. La que sigue es la nómina de aquellos que colaboraron con los editores a los fines de garantizar la calidad académica de los trabajos. A todos ellos nuestro agradecimiento como editores del presente volumen.

LISTA DE EVALUADORES

Dra. **María del Carmen Aguirre**, Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Dra. **Denisse Argote Espino**, Instituto de Geofísica-Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Dra. **María del Pilar Babot**, Instituto Superior de Estudios Sociales e Instituto de Arqueología y Museo, Universidad Nacional de Tucumán. CONICET, Argentina.

Dra. **Bárbara Balesta**, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

Dr. **Ramiro Barberena**, Instituto Multidisciplinario de Historia y Ciencias Humanas – CONICET, Argentina.

Lic. **Cristina Bellelli**, CONICET, Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Lic. **Carlos Belotti**, CONICET, Museo Etnográfico Juan B. Ambrosetti, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Dra. **Silvana Bertolino**, Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba, CONICET, Argentina.

Dr. **Raúl Bertorello**, Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba, CONICET, Argentina.

Dra. **Adriana Blasi**, CIC. División Mineralogía y Petrología. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

Dra. **Rita Bonetto**, CINDECA, Universidad Nacional de La Plata, CONICET, Argentina.

Mgter. **Mirta Bonnin**, CONICET, Museo de Antropología, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Dr. **Mariano Bonomo**, CONICET, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

Dra. **Karen Borrazo**, Instituto Multidisciplinario de Historia y Ciencias Humanas – CONICET, Argentina.

Dr. **Oscar Bustos**, Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Dr. **Edgardo Cabanillas**, Comisión Nacional de Energía Atómica, Argentina.

Dra. **María Elena Canafoglia**, Facultad de Ciencias

Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

Dra. **Mariana Carballido**, CONICET, Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Argentina.

Lic. **Silvia Carrasquero**, INREMI, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

Dr. **Alejo Carreras**, Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba, CONICET, Argentina.

Dra. **Gisela Cassiodoro**, CONICET, Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Argentina.

Dr. **Gustavo Castellano**, Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba, CONICET, Argentina.

Dra. **Roxana Cattáneo**, CONICET, Museo de Antropología, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba.

Lic. **M. Teresa Civalero**, Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Argentina.

Lic. **Susana Conconi**, CETMIC, Fac. Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

Dr. **Nauris Dangavs**, Centro de Investigaciones de Suelos y Aguas de Uso Agropecuario (CISAUA), Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

Dra. **Mariana Dantas**, CONICET, Museo de Antropología, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Dr. **Guillermo de la Fuente**, Laboratorio de Petrología y Conservación Cerámica, Escuela de Arqueología, Universidad Nacional de Catamarca, CONICET, Argentina.

Dra. **Isabelle Druc**, Departamento de Antropología, Universidad de Wisconsin-Madison, EE.UU.

Dra. **Alejandra Elias**, CONICET, Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Argentina.

Dra. **Patricia Escola**, CONICET, Escuela de Arqueología, Universidad Nacional de Catamarca.

Dra. **Silvana Espinosa**, CONICET, Unidad Académica Rio Gallegos, Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Argentina.

Dr. **Luis Fabietti**, Facultad de Matemática, Astronomía

y Física, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Dra. **Mariana Fabra**, CONICET, Museo de Antropología, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Lic. **Nora Flegenheimer**, CONICET, Área de Arqueología y Antropología, Municipalidad de Necochea, Argentina.

Dra. **Nora Franco**, Instituto Multidisciplinario de Historia y Ciencias Humanas, CONICET, UBA, Argentina.

Lic. **Magdalena Frère**, Instituto de Arqueología. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Dr. **Germán Figueroa**, Museo de Antropología, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Lic. **Alejandra Gasco**, CONICET, Laboratorio de Geoarqueología, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.

Dr. **Marcos Gastaldi**, CONICET, Museo de Antropología, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Geól. **María Isabel Gianonne**, Jefa de Sección Análisis de Suelos, Área de Suelos y Laboratorio, Secretaría de Ambiente, Gobierno de la Provincia de Córdoba, Argentina.

Dr. **Martín Giesso**, Department of Anthropology, Northeastern Illinois University, EEUU

Dr. **Adolfo Gil**, Museo Municipal de Historia Natural de San Rafael, CONICET, Argentina.

Dra. **Julieta Gómez Otero**, Centro Nacional Patagónico, CONICET, Argentina

Dr. **Luis González**, Museo Etnográfico "J. B. Ambrosetti", Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Biól. **Gustavo Gudiño**, Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Dra. **Alina Guerreschi**, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, CONICET, Argentina.

Lic. **Gabriela Guraieb**, Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Argentina.

Dr. **Edwin A. Hernández Caraballo**, Departamento de Química y Suelos, Decanato de Agronomía, Programa de Ingeniería Agronómica, Universidad Centrocidental Lisandro Alvarado, Cabudare, Venezuela

Dr. **Salomón Hocsmán**, Instituto Superior de Estudios Sociales e Instituto de Arqueología y Museo, Universidad Nacional de Tucumán. CONICET, Argentina

Dra. **Ana Igaretta**, Departamento Científico de Arqueología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. Centro de Arqueología

Urbana, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Dra. **Perla Imbellone**, Instituto de Geomorfología y Suelos, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

Dr. **Andrés Izeta**, CONICET, Museo de Antropología, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Dra. **Débora M. Kligmann**, CONICET - Instituto de Arqueología, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Dr. **Andrés Laguens**, CONICET, Museo de Antropología, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Dra. **Marisa Lazzari**, Department of Archaeology, University of Exeter, UK.

Dra. **Marcela Leipus**, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

Dra. **G. Lorena L'Heureux**, Instituto Multidisciplinario de Historia y Ciencias Humanas, CONICET, Argentina.

Dra. **Mariel López**, Instituto de Arqueología. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Dra. **M. Sara López Campeny**, Instituto Superior de Estudios Sociales e Instituto de Arqueología y Museo, Universidad Nacional de Tucumán, CONICET, Argentina

Dr. **Pedro López García**, Centro INAH de Tlaxcala, México.

Dr. **Roberto Martino**, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, CONICET, Argentina.

Dra. **M. Bernarda Marconetto**, CONICET, Museo de Antropología, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Dr. **Jorge Martínez**, Instituto Superior de Estudios Sociales e Instituto de Arqueología y Museo, Universidad Nacional de Tucumán. CONICET, Argentina

Dr. **Hernán Muscio**, CONICET, Instituto de Arqueología, Facultad de Filosofía y letras, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Dra. **Nurit Oliszewski**, Instituto Superior de Estudios Sociales e Instituto de Arqueología y Museo, Universidad Nacional de Tucumán. CONICET, Argentina.

Lic. **Eduardo Pautassi**, Museo de Antropología, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Dra. **Cecilia Pérez de Micou**, CONICET, Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Ing. **Adrián Angel Pifferetti**, Universidad Tecnológica Nacional. Laboratorio de Estudio de Materiales y Tecnologías, Escuela de Antropología, FHya (Convenio

Universidad Tecnológica Nacional – Universidad Nacional de Rosario), Argentina.

Dr. **José Porto López**, Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales, Universidad Nacional de Mar del Plata, CONICET, Argentina.

Dra. **Gabriela Pozo López**, Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Lic. **Verónica Puente**, CONICET-PROHAL, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Dr. **Ignasi Queralt**. Laboratory of X-ray Analytical Applications. Institute of Earth Sciences “Jaume Almera”, CSIC, Barcelona, España.

Dr. **Marcos Quesada**, CONICET, Escuela de Arqueología, Universidad Nacional de Catamarca, Instituto Superior de Estudios Sociales e Instituto de Arqueología y Museo, Universidad Nacional de Tucumán.

Dra. **Norma Ratto**, Museo Etnográfico Juan B. Ambrosetti, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Dr. **José Riveros**, Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba, CONICET, Argentina.

Dr. **Jorge Sánchez**, Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba, CONICET, Argentina.

Lic. **Gisela Sario**, Museo de Antropología, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Dra. **Marcela Sepúlveda**, Departamento de Antropología, Universidad de Tarapacá, Arica, Chile

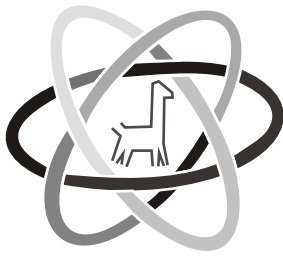
Lic. M. **Gabriela Srur**, CONICET, Museo de Antropología, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Dra. **Alicia H. Tapia**, Instituto de Arqueología, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Dr. **Jorge Trincavelli**, Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba, CONICET, Argentina.

Dra. **Silvana Urquiza**, Instituto Superior de Estudios Sociales e Instituto de Arqueología y Museo, Universidad Nacional de Tucumán. CONICET, Argentina.

Dr. **Udo Zimmermann**, Departamento de Ingeniería de Petróleo, Universidad de Stavanger, Stavanger, Noruega.



BIODETERIORO EN ABRIGOS ROCOSOS CON ARTE RUPESTRE DEL SISTEMA SERRANO DE VENTANIA (PROVINCIA DE BUENOS AIRES).

Patricia S. Guiamet^{1,2}, Fernando Oliva³, Paola Lavin^{1,4}, Sandra G. Gómez de Saravia^{1,5}

¹Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas, Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, CONICET, ²CONICET, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata, ³Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Centro de Estudios Arqueológicos Regionales, Facultad de Humanidades y Artes, Universidad Nacional de Rosario. ⁴CONICET. Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, ⁵CICBA. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de La Plata, pguiamet@inifta.unlp.edu.ar, fwoliva@fcnym.unlp.edu.ar, poli_lavin@yahoo.com.ar, sgomez@inifta.unlp.edu.ar

Resumen

Los procesos de biodeterioro afectan a diferentes materiales pertenecientes al patrimonio cultural arqueológico. Gran parte de las causas del biodeterioro son debidas a microorganismos de variada naturaleza que inician, aceleran y/o magnifican la acción de los agentes ambientales. El biodeterioro de materiales es ocasionado entre otras causas por los productos del metabolismo y material polimérico extracelular (MPE) excretado por microorganismos tales como bacterias, cianobacterias, hongos, levaduras y algas que forman una película denominada biofilm. Diferentes tipos de organismos se suman a los mencionados anteriormente, como líquenes, musgos, plantas vasculares y artrópodos. Los sitios con arte rupestre son recursos culturales arqueológicos, particularmente sensibles al biodeterioro debido a su alta exposición y atractivo. Los sitios localizados en cuevas o aleros están sometidos a una serie de procesos de desgaste natural muy difíciles de evitar, pero no exentos de prevenir y controlar. La presencia de microorganismos formando biofilms sobre las superficies rocosas, la participación de artrópodos, la presencia de animales superiores, la presencia del turismo, grafiti, vandalismo, alteración del microclima, presencia de infiltraciones de agua, agrietamiento, exfoliación de la roca, etc. provoca alteraciones sobre el arte. El objetivo de este trabajo fue estudiar los procesos de transformación en abrigos rocosos que presentan arte rupestre del Sistema Serrano de Ventania, provincia de Buenos Aires, Argentina. Estas investigaciones se llevaron a cabo mediante la realización de observaciones controladas, registros discriminados y estudios de agentes de deterioro, biológicos, microbiológicos y antrópicos. Los estudios revelaron una importante flora microbiana en la que las bacterias y hongos contribuirían marcadamente en los mecanismos de biodeterioro involucrando la producción de metabolitos ácidos que pueden potenciar los efectos agresivos de las condiciones climáticas. Se prevé obtener información sobre el estado del biodeterioro de estos sitios, fundamental para la planificación de un adecuado manejo de estos recursos.

Palabras clave: arte rupestre, biodeterioro, biopelícula, sistema serrano de Ventania.

El biodeterioro de materiales es ocasionado entre otras causas por los productos del metabolismo y material polimérico extracelular (MPE) excretada

por microorganismos tales como bacterias, cianobacterias, hongos, levaduras y algas que forman una película denominada biopelícula o

biofilm. Diferentes tipos de organismos se suman a los mencionados anteriormente, como líquenes, musgos, plantas vasculares y artrópodos [1] [2]. La MPE actúa como pegamento para el material particulado del ambiente (materia orgánica e inorgánica), incrementando el biodeterioro ocasionado por el biofilm. El biodeterioro está condicionado por factores ambientales tales como humedad relativa, temperatura así como también por la contaminación natural y antrópica. Gran parte de las causas del biodeterioro son debidas a microorganismos de variada naturaleza (cianobacterias, bacterias, hongos, algas microscópicas) que inician, aceleran y/o magnifican la acción de los agentes ambientales [2]. Sin embargo, muchas de las medidas empleadas para contrarrestarlos causan, a su vez, contaminación en el medio ambiente. Los procesos de biodeterioro afectan a diferentes materiales pertenecientes al patrimonio cultural de cada nación.

Los sitios con arte rupestre son recursos culturales, arqueológicos, particularmente sensibles al biodeterioro debido a su alta exposición y a los factores antrópicos que colaboran incrementando el aporte microbiano a los sitios. Los sitios localizados en cuevas o aleros están sometidos a una serie de procesos de desgaste natural muy difíciles de evitar, pero no exentos de controlar. La presencia de microorganismos formando biofilms sobre las superficies rocosas, la participación de artrópodos, la presencia de animales superiores provoca alteraciones sobre el arte, sumándose a esto, la presencia del turismo, grafiti, vandalismo, alteración del microclima, presencia de infiltraciones de agua, agrietamiento, exfoliación de la roca, etc.[3] [4] [5].

El objetivo de este trabajo fue realizar investigaciones en cuevas y aleros rocosos que presentan arte rupestre del Sistema Serrano de Ventania, provincia de Buenos Aires Argentina, mediante observaciones controladas de registros discriminados, y estudios biológicos, microbiológicos y antrópicos.

Los hongos pueden degradar la roca tanto química como mecánicamente [6] [7] [8]. Estos producen una amplia variedad de ácidos orgánicos e inorgánicos que pueden desmineralizar varios sustratos rocosos; deben mencionarse por ejemplo en "particular" los actinomicetes que atacan a los monumentos de arenisca. Las cianobacterias y las algas tales como: clorofitas, crisofitas y diatomeas forman costras pigmentadas que afectan a la roca y provocan el

deterioro físico y químico [9]. Las cianobacterias y bacterias epilíticas juegan un papel importante en la disolución del carbonato de la roca caliza, pudiendo provocar el desprendimiento de partes de la misma, debido a una disminución en la cohesión de los cristales alrededor de las colonias [9] [10] [11]. Los líquenes están asociados con el deterioro de la roca de una manera similar a los musgos y a las plantas superiores. En diferentes sitios de interés patrimonial de la provincia de Buenos Aires se han determinado con frecuencia y como especies mas comunes y ubicuas *Caloplaca citrina* y *Lecanora albescens* [12]. Estos líquenes pueden afectar las superficies tanto por acción mecánica de las hifas como por acción química por producción de ácido oxálico [13].

Los musgos a través de los rizoides, pueden penetrar en la roca provocando agujeros ("pitting") [14]. La acción de las plantas vasculares en el deterioro de la roca puede ser mecánica, a través del crecimiento de raíces, o química, por la acidez de las raíces y diversos exudados [15].

En este trabajo se consideran los procesos de transformación, a través de la realización de observaciones, registros discriminados y toma de muestras para realizar relevamientos microbiológicos, biológicos y de otros agentes de deterioro geofísicos, geoquímicos, y antrópicos que afectan a las Cuevas Parque Tornquist 1 y 2, Alero Corpus Christi y Cueva del Toro localizadas en el Sistema de Ventania (sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina) Los sitios presentados se localizan en el sector central del Sistema de Ventania, en el Parque Provincial Ernesto Tornquist, El origen de las estructuras rocosas en el sistema serrano se debe fundamentalmente a procesos tectónicos acontecidos a lo largo de su historia geológica [16]. Específicamente los sitios estudiados se localizan en la Sierra de la Ventana del sistema homónimo y su conformación está determinada fundamentalmente por una cuenca sedimentaria en donde predominan la serie cuarcita areniscas de la distintas formaciones, caracterizadas por presentar una amplia variedad de este tipo de rocas en cuanto a la textura y a la estructura interna [16]. Cabe mencionar que los sitios estudiados en todos los casos presentan pinturas rupestres de tipo abstracto rectilíneos pintado en color rojo y su asignación cronológica en términos amplios corresponde al Holoceno Final

Estos estudios comprenden las primeras

investigaciones microbiológicas realizadas en esta zona de la que no hay trabajos previos.

Sitios de muestreo

Fueron tomadas cinco muestras que se detallan a continuación:

Cueva Parque Tornquist 1: techo de la cueva. Sectores con exfoliación y área con colonización por musgos y líquenes (muestra 1- 2).

Cueva Parque Tornquist 2: pared de la cueva. Sector con presencia de líquenes, gramíneas y helechos (muestra 3).

Alero Corpus Christi: techo de la cueva. Sector con exfoliación, y precipitación de sales (muestra 4).

Cueva del Toro: pared de la cueva. Sector con agrietamientos e hidratación (muestra 5) [17].

Estudios Microbiológicos

Debido al valor cultural que revisten estas representaciones rupestres y a los graves problemas de preservación que presentan estos sitios, las muestras se obtuvieron cuidadosamente utilizándose técnicas no destructivas (muestreo por scraping) [18] para su posterior procesamiento en el laboratorio.

Paralelamente fueron realizados muestreos con cultivo "in situ" con la utilización de lámino-cultivos Envirocheck Contact YM ® sobre la superficie de las pinturas, con los que se puede efectuar una evaluación cuantitativa de la carga microbiana por superficie. Los lámino-cultivos fueron incubados a temperatura ambiente, durante 72 hs. para el crecimiento de bacterias y cinco días para hongos y levaduras. En el laboratorio, las muestras fueron sembradas en diferentes medios de cultivo para detectar la presencia/ausencia de bacterias acidificantes, bacterias reductoras de sulfitos y bacterias reductoras de sulfato y cuantificar microorganismos proteolíticos y amilolíticos [19].

Los resultados obtenidos demostraron que en el año 1999, en la Cueva Parque Tornquist 2 se observó como las poblaciones de líquenes iniciaban la colonización del soporte rocoso donde se hallaban las representaciones pintadas [20]. En el año 2004, con la incorporación de los estudios de biodeterioro se determinó un progresivo incremento de la formación de biofilms, los cambios en la apariencia

estética del sustrato en el año 2004 [21] fueron corroborados por los estudios microbiológicos efectuados en 2008. Estos estudios indicaban valores aceptables para lugares abiertos [21]. Los recuentos microbiológicos en el año 2008 fueron significativamente superiores los que a través de la utilización de lámino-cultivos Envirocheck Contact YM ® aportaron los siguientes valores: bacterias aeróbicas totales viables 3 UFC/cm², 40 UFC/cm², 80 UFC/cm² y 100 UFC/cm²; para hongos y levaduras se obtuvieron los siguientes resultados 1UFC/cm² 1UFC/cm² y 1.5 UFC/cm² respectivamente para cada muestra. Si bien los valores microbianos son bajos desde el punto de vista estrictamente microbiológico debe considerarse el ambiente en donde estos microorganismos desarrollan. La situación que se había observado por cambios en la apariencia estética del sustrato en el año 2005 [21] fue corroborada por los estudios microbiológicos efectuados en 2008.

En la cueva Parque Tornquist 1, al igual que en la cueva del Toro y el alero Corpus Christi se detectaron bacterias acidificantes y bacterias reductoras de sulfito (*Clostridium* sp.). En el alero Corpus Christi se detectaron bacterias reductoras de sulfatos. Estas comunidades microbianas podrían ejercer un efecto negativo sobre las pinturas en las zonas mencionadas [22] [23] además de alterar el sustrato rocoso subyacente y pueden modificar la composición química y mineralógica del soporte y afectando el deterioro de las pinturas. pudiendo modificar la composición química y mineralógica de ese basamento e intervenir en el deterioro de las pinturas. Pueden a su vez ocasionar alteraciones físicas en el tamaño de los poros de las rocas, cuarcitas-areniscas de la Sierra de la Ventania, fisuras y fracturación mecánica debido a los ciclos de hidratación y desecación que estos sufren a la largo del tiempo [24] así como inestabilidad química de las rocas, decoloración de las superficies y finalmente un efecto acidolítico y óxido reductivo con el consecuente debilitamiento de las estructuras minerales y la perturbación de las representaciones rupestres. Por otro lado, la compleja hidrología de los sitios en cuevas [25] y aleros interviene favoreciendo el establecimiento de biofilms, siendo los cambios en la infiltración de humedad intersticial y capilar, el consecuente deleznamiento, agrietamiento y exfoliación de la roca y la depositación de sales (acrecciones por presencia de sales ej: Tenadita (sulfato de sodio)) y otros componentes minerales (óxido de manganeso, óxido de hierro) los agentes

de mayor incidencia en estos procedimientos [4] [26] [1].

Estudios biogeofísicos y biogeoquímicos

En todas las cuevas estudiadas se ha detectado la acción de líquenes, algas y musgos, así como de gramíneas y helechos, tanto en los sectores de pared como de techo de las cuevas y aleros con un alto impacto sobre las representaciones rupestres en los sitios estudiados [17] [27]. Otros agentes biogeoquímicos y biogeofísicos de deterioro en los sitios estudiados son los animales superiores. Entre los registrados en el microambiente de las cuevas se destacan en primer lugar los murciélagos y en segundo lugar se ubican las aves. El guano de estos animales tiene un alto grado de acidez, lo cual puede provocar la acumulación de ciertos minerales sobre las rocas de las cuevas y alterar la composición química de las mismas, provocando además una alteración del mesoclima reinante en ella [27] [28] [29]. Con respecto a la presencia de otros animales dentro de las cuevas se destacan los roedores, cuyo registro se manifiesta a través de los excrementos encontrados. Otros mamíferos que podrían estar interfiriendo en la preservación de estos sitios son el ganado cimarrón (equinos) localizado dentro del predio del Parque Provincial Ernesto Tornquist, observándose un brillo particular de la roca de las paredes de los abrigos, que probablemente se deba a la frotación de estos animales [27] [28].

En todos los sitios considerados se muestrearon principalmente arácnidos, coleópteros e himenópteros, además de otros artrópodos. Estos agentes causan suciedad del sustrato rocoso arenístico-cuarcítico de la Sierra de la Ventana lo que puede provocar la degradación de las pinturas, aunque específicamente no se haya registrado en las observaciones controladas [28].

Conclusiones

Estos resultados revelaron una importante flora microbiana en la que las bacterias y hongos contribuirían marcadamente en los mecanismos de biodeterioro involucrando la producción de metabolitos ácidos que pueden potenciar los efectos agresivos de las condiciones climáticas.

El biofilm conjuntamente con los líquenes y musgos que desarrollan sobre superficies rocosas con arte

rupestre, representan un riesgo potencial para el patrimonio nacional, provincial y local.

Es importante continuar con estos estudios con el fin de implementar medidas de protección y prevención para preservar estos sitios arqueológicos.

Con estos estudios se prevé obtener información sobre el estado del biodeterioro de estos sitios ya que aún queda sin resolver una planificación para un adecuado manejo de estos recursos.

Agradecimientos: Los autores agradecen a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CICPBA, Res. 578/08) Universidad Nacional de la Plata (UNLP, Proyecto 11X 506, y 11N 578) la financiación de este trabajo.

Referencias

1. GÓMEZ DE SARAIVA S., 2001. Las cianobacterias en el biodeterioro de monumentos. En: H. Videla y C. Giúdice (Eds.) Memorias de las Jornadas Científico Tecnológicas sobre Preservación y Protección del Patrimonio Cultural Iberoamericano del Biodeterioro Ambiental. CYED. La Plata: 57-64.
2. GUIAMET P., 2001. Efectos de los contaminantes fúngicos y bacterianos en el biodeterioro de materiales estructurales. En: H. Videla y C. Giúdice (Eds.). Memorias de las Jornadas Científico Tecnológicas sobre Preservación y Protección del Patrimonio Cultural Iberoamericano del Biodeterioro Ambiental, La Plata: 49-56.
3. BOLLE E. C. WEBER, M. WYPYSKI y A. E. CHAROLA, 1995. Conservación del Arte Rupestre en el Parque Arqueológico y Natural de Cerro Colorado, Córdoba, Argentina. Administración y Conservación de Sitios de Arte Rupestre. Sociedad de Investigación del Arte Rupestre de Bolivia (SIARB) La Paz, Bolivia Contribuciones al Estudio del Arte Rupestre Sudamericano 4: 92-100.
4. MARTÍNEZ M., 2002. Participación de agentes microbianos en biodeterioro. En: H. Videla y L. K. Herrera (Eds.) Memorias del Curso sobre Prevención y Protección del Patrimonio Cultural Iberoamericano de los efectos del biodeterioro ambiental, Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), Medellín, Colombia: 11-22.
5. CASTELLANI F., 2005. The film crew. Nature 433(13): 100-101.
6. KOESTLER R.J., E.D. SANTORO, J. DRUZIK, F. PREUSSER, L.KOEPP y DERRICK M., 1988. Status

- report: Ongoing studies of the susceptibility of stone consolidants to microbiologically induced deterioration. In D.R. Houghton, R.N. Smith and H.O.W. Eggins (eds.): *Biodeterioration* 7. London: Elsevier: 441-448.
7. DE LOS RÍOS A. y C. ASCASO, 2005. Contributions of in Situ microscopy to the current understanding of stone biodeterioration. *International Microbiology* 8: 181-188.
8. GRIFFIN P. S., N. INDICTOR y R. J. KOESTLER, 1991. The biodeterioration of stone: a review of deterioration mechanisms, conservation case histories and treatment. *International Biodeterioration* 28: 187-207
9. ORTEGA-CALVO J. J., M. HERNANDEZ-MARINE y C. SAIZ-JIMENEZ, 1991. Biodeterioration of buildings materials by cyanobacteria and algae. *International Biodeterioration* 28: 165-186.
10. GAYLARDE P. M., C. C. GAYLARDE, P. S. GUIAMET; S. G. GOMEZ DE SARAVIA y H. A. VIDELA, 2001. Biodeterioration of Mayan buildings at Uxmal and Tulum, México. *Biofouling* 17: 41-45
11. GONZALEZ J. M., M. C. PORTILLO y C. SAIZ-JIMENEZ, 2008. Microbes Pose a Risk to Prehistoric Cave Paintings. *Microbe* 3: 72- 77
12. ROSATO V., 2001. Liqueños sobre materiales cementicios, rocas y materiales cerámicos. En: H. Videla y C. Giúdice (Eds.), *Memorias de las Jornadas Científico Tecnológicas sobre Preservación y Protección del Patrimonio Cultural Iberoamericano del Biodeterioro Ambiental*, CYTED La Plata: 49-56.
13. TRAVERSA L. P., R. LASI, S. S. ZICARELLI y V. G. ROSATO, 2000. Biodeterioro de morteros por acción de los líquenes. *Hormigón* 35: 39-48.
14. GARCIA DE MIGUEL J. M., L. SANCHEZ-CASTILLO, J. J. ORTEGA-CALVO, J. A. GIL y C. SAIZ-JIMENEZ., 1995. Deterioration of building materials from the Great Jaguar pyramid at Tikal, Guatemala. *Building and Environment* 30: 591-598.
15. SAIZ-JIMÉNEZ C., 1994. Biodeterioration of stone in historic buildings and monuments. En: Llewellyn G.C., Dashek W.V., O'Rear C.E. (Eds.), *Biodeterioration Research* 4, Plenum Press, New York: 587-603.
16. HARRINGTON H., 1947. Hojas Geológicas 33m y 34m. Sierras de Curamalal y de La Ventana. Provincia de Buenos Aires. Ministerio de Industria y Minería de la Nación.
17. GUIAMET P., F. OLIVA, M. GALLEGO y S GÓMEZ DE SARAVIA, 2008. Biodeterioration: An applied case for rock art in the Ventannia Hill System (Buenos Aires, Argentina). *O público e o privado*. *Fortaleza* 12: 105-120.
18. GAYLARDE C. C. y P.M. GAYLARDE, 1998. Improved non-destructive techniques for sampling and detection of pototrophic microorganisms on building surfaces. *LATINCORR 98 NACE*, International, Houston, Texas: 1-6.
19. GUIAMET P., P. LAVIN, P. SCHILARDI y S.G. GÓMEZ DE SARAVIA, 2007. Microbiodeterioro de pinturas rupestres un problema aún sin resolver. *Revista Argentina de Microbiología* 39(1): 184.
20. OLIVA F., 2000. En: M. Podestá y M. De Hoyos (Eds.) *Arte en las Rocas. Arte Rupestre, menhires y piedras de colores en Argentina*, Buenos Aires: 143-158.
21. GALLEGO M., P. GUIAMET, S. GÓMEZ DE SARAVIA y M. MONTAL, 2006. Estudios preliminares sobre el deterioro que afecta al arte rupestre del Sistema Serrano de Ventania (Provincia de Buenos Aires). *V Jornadas Arqueológicas Regionales, Resúmenes*, Buenos Aires: 36.
22. GONZÁLEZ J.M., M.C. PORTILLO y C. SAIZ-JIMENEZ, 2008. Microbes pose a risk to prehistoric cave paintings. *Microbe* 3(2): 72-77.
23. PORTILLO M.C. y J. M. González, 2009. Sulphate-reducing bacteria are common members of bacterial communities in Altamira Cave, Spain. *Sciences of the total environment*. 407(3): 1114-1122.
24. GU J. y D. R. MITCHELL, 2006. Biodeterioration. En: *The prokaryotes Vol. 1 Symbiotic Associations, Biotechnology, Applied Microbiology*. Springer, EE.UU: 864-903
25. AUGÉ M., 2003. *Regiones Hidrogeológicas. República Argentina y provincias de Buenos Aires, Mendoza, Santa Fé*. EBBok. Edición Propia. La Plata
26. VIDELA H., 2001. Deterioro atmosférico y biodeterioro microbiológico del patrimonio cultural. En: H. Videla y C. Giúdice (Eds.). *Memorias Jornadas Científico Tecnológicas sobre Preservación y Protección del Patrimonio Cultural Iberoamericano del biodeterioro ambiental*, La Plata: 31-48.
27. GALLEGO M. y F. OLIVA, 2005. Evaluación de agentes de deterioro biológicos y culturales en los sitios en cuevas y abrigos rocosos del Sistema Serrano de Ventania, Provincia de Buenos Aires. *Revista de la Escuela de Antropología, Universidad Nacional de Rosario* 11: 131-146.
28. GALLEGO M. y M. C. PANIZZA, 2005. Aproximaciones a los problemas de deterioro del arte rupestre. *El Sistema Serrano de Ventania (Provincia de Buenos Aires, Argentina), como caso de estudio*. 1º Congreso Latinoamericano de Antropología: *Problemas de Arqueología Latinoamericana*, Rosario, 4:1-15.
29. SHAHACK-GROSSA R., F. BERNA, P. KARKANAS

y F. WEINER, 2004. Bat guano and preservation of archaeological remains in cave sites. *Journal of Archaeological Science* 31: 1259-1272.