



# Minerales para los muertos: yeso y hematita en entierros prehispánicos de Patagonia meridional

**Ivana L. OZÁN<sup>1</sup>, Sebastián ORIOLO<sup>1</sup>, Gabriela L. L'HEUREUX<sup>2</sup> y Burkhard SCHMIDT<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales de Buenos Aires (IGEBA), Buenos Aires.

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Humanidades y Artes (FHUMyAR-UNR), Instituto Multidisciplinario de Historia y Ciencias Humanas (IMHICIHU), CONICET, Buenos Aires.

<sup>3</sup>Mineralogy Department, Geoscience Center, Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen, Alemania.

Emails: ivanalozan@gmail.com, soriolo@gl.fcen.uba.ar, lorenalheureux@gmail.com, burkhard.schmidt@geo.uni-goettingen.de

**Editor:** Alfonsina Tripaldi

Recibido: 6 de agosto, 2019

Aceptado: 22 de noviembre, 2019

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es caracterizar la composición mineralógica y geoquímica del ocre asociado a restos humanos de unos 3800 años de antigüedad, en una cueva ubicada en el campo volcánico Pali Aike (Santa Cruz). Los resultados de espectroscopía Raman sobre estos ocre muestran presencia de yeso y hematita. Las altas concentraciones de azufre y las relaciones molares de azufre/calcio obtenidas por  $\mu$ XRF también apoyan el registro de yeso. La presencia de dicho mineral en la preparación de pinturas rojas no se registra en otros contextos arqueológicos del área (i.e., arte rupestre y material de molienda), ni en los basaltos frescos o alterados de la cueva. De estos resultados, se interpreta que la inclusión de yeso para la elaboración de ocre debió ser intencional, tal vez por sus características reológicas, a saber, plasticidad, adherencia y rigidez en el secado. Las propiedades bactericidas del yeso también pudieron haber contribuido a su elección como aditivo. La ubicua presencia de minerales asociados a facies evaporíticas en márgenes de lagunas efímeras y permanentes del campo volcánico Pali Aike plantea la posibilidad de un aprovisionamiento local e inmediato de yeso por parte de las poblaciones humanas pasadas. La combinación de yeso y hematita para la preparación de pinturas rojas se registra en otro entierro localizado a unos 230 km al norte, para el mismo rango temporal. Estos resultados analíticos apoyan hipótesis previas, vinculadas con grandes redes de interacción y movilidad de grupos humanos en el sur de Santa Cruz para comienzos del Holoceno tardío.

**Palabras clave:** Espectroscopía Raman, geoquímica,  $\mu$ XRF, Campo volcánico Pali Aike, Arqueología, Holoceno tardío.

## ABSTRACT

*Minerals for the dead: gypsum and hematite in pre-hispanic burials of southern Patagonia.*

The present work aims to analyze the mineralogy and geochemistry of the ochre associated with human remains of about 3800 years old, located in a cave of the Pali Aike volcanic field (Santa Cruz). Raman spectroscopy shows a clear presence of gypsum and hematite, whereas high concentrations of sulphur and molar ratios of sulphur/calcium obtained by  $\mu$ XRF also support the gypsum record. The presence of this mineral in the preparation of red paintings is neither recorded in other archaeological contexts of the area (i.e., rock art and grinding material), nor in the fresh or altered basalts from the cave. Thus, it is interpreted that the gypsum inclusion to produce ochre should have been intentional, maybe due to the mineral rheology, characterized by plasticity, adhesion and, rigidity. Its bactericidal properties could, additionally, account for the incorporation of gypsum as an additive. The ubiquitous presence of minerals associated with evaporitic facies in ephemeral and permanent lacustrine margins of the Pali Aike volcanic field offers the possibility of local gypsum provisioning by past human populations. The combination of gypsum and hematite for the preparation of red paints is

recorded in a contemporaneous human burial located about 230 km to the north. Therefore, present analytical results support previous hypotheses, related with large human networks across southern Santa Cruz, for the beginning of the late Holocene.

**Keywords:** Raman spectroscopy,  $\mu$ XRF geochemistry, Pali Aike volcanic field, Archaeology, Late Holocene.

## INTRODUCCIÓN

El uso estético y simbólico de los colores a partir de sustancias minerales se ubica en el listado de características que definen el difuso comienzo de la conducta humana moderna (e.g. Mayer et al. 2009, Bar-Yosef et al. 2009, Duarte 2014), con registros que alcanzan unos 140000 años de antigüedad (e.g. Marean et al. 2007, Henshilwood et al. 2011, D'Errico et al. 2012, Moyo et al. 2016, Wolf et al. 2018). Sin embargo, la utilización de colorantes minerales no habría sido una actividad exclusiva del *Homo sapiens*, ya que existen registros de pigmentos rojos asociados a contextos neandertales (e.g. Zilhão et al. 2010, Roebroeks et al. 2012). En particular, los "ocres" (mezcla de minerales en cuya composición predominan los óxidos y/o oxihidróxidos de  $\text{Fe}^{3+}$ , cromógenos responsables de coloraciones amarillas, anaranjadas, marrones y rojizas características del cromóforo  $\text{Fe}^{3+}$ ), constituyen los pigmentos más utilizados a lo largo del tiempo y en todos los continentes.

Los ocres, constituidos mayormente por hematita y/o goethita, han tenido fines muy diversos en las poblaciones humanas: artísticos (e.g. Hernanz et al. 2012, Aubert et al. 2014), cosméticos/ terapéuticos (e.g. Pabst et al. 2010, Scott 2016), rituales (e.g. Arriaza et al. 2005, Einwögerer et al. 2006), como protección contra el sol, el viento (Musters 1911[1873], Guiside 1982[1931], Dixie 1996[1880], Lista 1999[1879]) y los insectos; para preservar materiales orgánicos (Gusinde 1982[1931]) y hasta como sustancia antiséptica (Rifkin 2011, 2015).

El estudio de los ocres arqueológicos ha requerido la aplicación de técnicas analíticas mineralógicas y geoquímicas, que ofrecen información composicional de utilidad para discutir fuentes de obtención de materia primas, procesos de manufactura y procesos postdeposicionales, tanto en artefactos, como en arte rupestre, restos óseos/ moluscos y estructuras arquitectónicas, entre otros (e.g. Pomiès et al. 1998, Maier et al. 2007, Eiselt et al. 2011, Bonneau et al. 2012, Roebroeks et al. 2012, Prieto et al. 2016, Moyo et al. 2016, Brook et al. 2018). Durante las últimas décadas, estos estudios han sido favorecidos por el desarrollo de técnicas microanalíticas no destructivas tales como la espectroscopía Raman y la micro-fluorescencia de rayos X ( $\mu$ XRF), que permiten análisis

con una alta resolución espacial (i.e. medición controlada de áreas muy pequeñas, de unos pocos micrones) y requieren sólo pequeñas cantidades de muestra (e.g. Janssens et al. 2000, Bronk et al. 2001, Edwards y Chalmers 2005, Vandenameele et al. 2007, Sawczak et al. 2009, Bersani et al. 2016, Secchi et al. 2018). En este contexto, métodos analíticos provenientes de la física y química, contribuyen no sólo al campo de las geociencias, sino también a la resolución de problemáticas relacionadas con la arqueología y la conservación, mientras que estas últimas ponen a prueba la capacidad analítica de los primeros, expandiendo sus campos de aplicación y favoreciendo su constante desarrollo.

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados de espectroscopía Raman y  $\mu$ XRF de ocres encontrados en una camada vegetal sobre la que apoyaban los restos humanos hallados en el sitio arqueológico Orejas de Burro 1 (OB1). Dicho entierro tiene más de 3700 años de antigüedad y está ubicado en el campo volcánico Pali Aike, Provincia de Santa Cruz, Argentina (Fig. 1a). Estos datos analíticos son discutidos en el marco de la información disponible sobre entierros prehispanicos de Patagonia meridional.

## Arqueología del campo volcánico

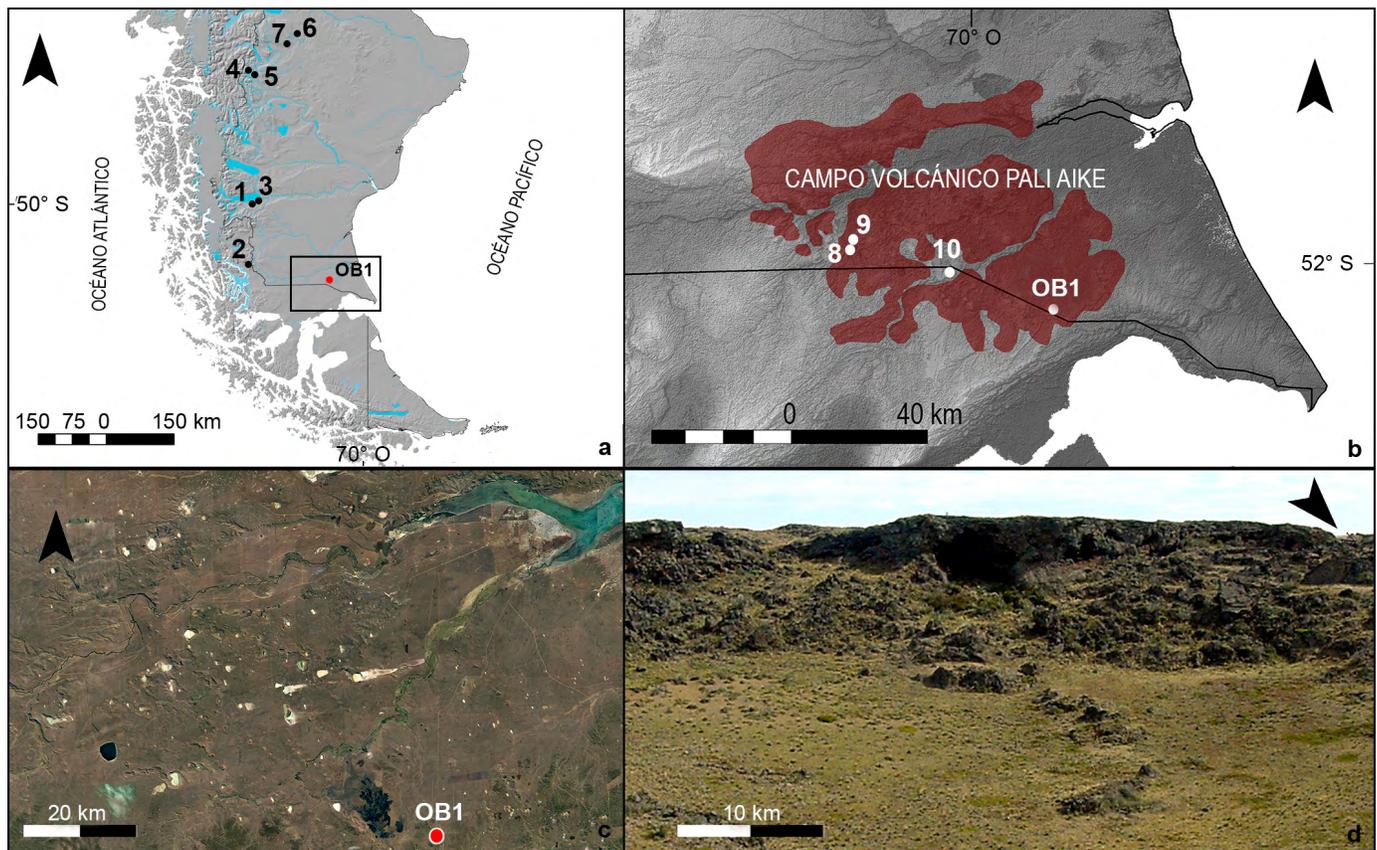
El campo volcánico Pali Aike forma parte de una extensa meseta basáltica, con lavas de edades que van del Plioceno al Holoceno temprano. La región presenta cientos de centros volcánicos monogénicos que alcanzan una altura máxima de 180 m s.n.m., correspondientes a basaltos alcalinos, basanitas y basaltos olivínicos subordinados (D'Orazio et al. 2000; Fig. 1b). Con algunas variaciones, las reconstrucciones paleoclimáticas para el Holoceno señalan condiciones semiáridas y frías, que definen un ambiente de estepa (Oliva et al. 2001, Mayr et al. 2007, Kliem et al. 2013). Para esta región, las investigaciones arqueológicas indican la existencia de poblaciones cazadoras-recolectoras con alta movilidad y baja demografía desde finales del Pleistoceno hasta la llegada de los europeos, conectadas en una red de interacción supra-regional con grupos humanos y ambientes de más de 600 km de distancia, al menos desde el Holoceno tardío (e.g. Barberena 2008, Borrero et al. 2009, Charlin y Borrero 2012, Pallo 2017).

El sitio OB1 corresponde a una cueva de unos 60 m<sup>2</sup>, ubi-

cada en el interior de un cono volcánico aportillado del campo volcánico Pali Aike (Fig. 1b-d). Este reparo fue visitado de forma recurrente por poblaciones humanas durante el Holoceno tardío, para llevar a cabo múltiples tareas (i.e. preparación y consumo de alimentos, confección de herramientas e inhumaciones humanas) en todas las estaciones del año (Barberena 2008, L'Heureux 2008, Charlin 2009, L'Heureux y Kaufmann 2012). Estudios realizados sobre la fauna recuperada en el sitio y los análisis isotópicos de los huesos humanos inhumados indicaron que los circuitos de movilidad de los grupos que ocuparon la cueva comprendían espacios litorales, principalmente los relacionados con las costas del estrecho de Magallanes, ubicado unos 17 km al sur de OBI (Barberena 2008, L'Heureux 2008).

En OB1 se identificaron dos inhumaciones, una de las cuales fue excavada por aficionados en la década de 1970 y no es considerada en el presente trabajo (Guerra de Fretes 1977). En el año 2003 se retomaron los trabajos en la cueva en el marco de las investigaciones arqueológicas sistemáticas (Borrero et al. 2004, Barberena 2008, Borrero

y Charlin 2010), que identificaron en el sector más profundo de la cueva un entierro "primario" (i.e. inhumaciones sin posterior exhumación y re-entierro de los cuerpos), integrado por cinco individuos: un adulto joven, un adulto mayor (ambos masculinos), dos infantes de diferente sexo y un neonato indeterminado (Fig. 2a). Las características estratigráficas y las edades disponibles señalan que la inhumación fue sincrónica, alrededor del 3720-3980 cal. AP (calibrado en OxCal v. 4.3.2; Bronk Ramsey 2009; a partir de  $^{14}\text{C}$  3565 ± 45 AP - Ua-23097- Barberena, 2008). Estos cinco individuos se encontraban dispuestos muy próximos entre sí, en una única fosa, cubiertos de modo intencional por grandes bloques de basalto y sedimentos (Barberena et al. 2006, L'Heureux y Barberena 2008). En la inhumación se destaca una superficie vegetal de depositación antrópica con abundantes restos de ocre hallada por debajo de los cuerpos y huesos de fauna asociados (Fig. 2b-e). Entre los sedimentos que sepultaban los huesos humanos también se hallaron restos de cueros (Fig. 2d). Los individuos adultos se encontraron completos, en posición anatómica y con buen estado de conservación,



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio y otros sitios mencionados en el texto. a) Mapa Patagonia meridional con la ubicación del sitio Orejas de Buro 1 (OB1), 1- Sitio Río Bote 1 (Franco et al. 2012, 2017), 2- Sitio Cueva Lago Sofia (Prieto 1991), 3- Chorrillo Malo (Belardi et al. 2000), 4- Cerro Casa de Piedra 5 (Aschero 1983), 5- Cerro de los Indios (Aschero et al. 1999), 6- Cueva de las Manos (Iñiguez y Gradín 1977), 7- Alero Cárdenas (Barbosa y Gradín 1986); b) En sombreado rojo, campo volcánico Pali Aike (modificado de D'Orazio et al. 2000), 8- Sitio Bella Vista 1 (Manzi et al. 2019), 9- Sitio Potrero de las Pinturas (Charlin 2014, Manzi et al. 2019), 10- Sitio Cerro Sota (Bird 1983, 1988); c) Imagen satelital modificada de Google Earth con un detalle de las lagunas permanentes y efímeras del área, en cuyas márgenes se observan facies evaporíticas (e.g. haluros, sulfatos y carbonatos) de colores blanquecinos; d) Vista panorámica de la cueva OB1.



**Figura 2.** a) Planta de excavación; b) Húmero distal derecho del individuo masculino infantil ( $8 \pm 2$  años) con abundante ocre, marcas de roedores y daños postdeposicionales por compresión con las rocas de la estructura del enterramiento; c) Punzón confeccionado sobre un cúbito de albatros (*Diomedea* sp.) con decoración incisa -paralela y oblicua- con restos de ocre en su interior; d) Restos de cueros hallados a 60 cm de profundidad; e) Restos de vegetales con ocre recuperados por debajo de la pelvis del individuo masculino infantil ( $8 \pm 2$  años); f) Vegetales con restos de ocre recuperados por debajo de la pelvis del individuo masculino adulto medio-mayor (45-50 años); g) Bloque caído con restos de ocre correspondiente al sitio Potrero de las Pinturas (figura 1b, Charlin et al. 2019). H) Instrumento de molienda (mano y yunque) con restos de ocre hallado en el sitio Bella Vista 1 (Borrazzo et al. 2019, Manzi et al. 2019, Oriolo et al. 2019).

mientras que los inmaduros registraban una composición y estado de conservación variable. Con la información bioantropológica registrada no se pudo determinar la causa de muerte de los individuos (L'Heureux y Barberena 2008).

Las inhumaciones de OB1 son consistentes con las modalidades de entierro descritas para Patagonia meridional, caracterizadas por la ausencia de grandes espacios formales de entierro (i.e. cementerios) y una baja estandarización de la práctica mortuoria, asociada con individuos aislados o en bajo número. La información arqueológica regional también muestra prácticas primarias de inhumación y la re-utilización de los espacios de entierro para el desarrollo de otras actividades domésticas, no vinculadas con los muertos. En Patagonia meridional también es muy común el registro de chenques (i.e. pilas de rocas sobre restos humanos), la incorporación de algún tipo de ajuar funerario (e.g. cuentas de collar, artefactos decorados de roca y hueso) y la aplicación de ocre sobre los cuerpos; mientras que existe evidencia ambigua o escasa de prácticas de cremación o alteración térmica intencional (e.g. Bird 1983, 1988, Prieto 1993/94, Massone 1996, Goñi y Barrientos 2000, Guichón et al. 2001, L'Heureux et al. 2003, Martín 2006, García Guráieb 2010, L'Heureux y Amorosí 2010, L'Heureux y Barberena 2008, Franco et al. 2012, 2017, Reyes et al. 2012, Zilio 2017).

## METODOLOGÍA

Con el objetivo de caracterizar la composición de los pigmentos utilizados en la inhumación, se tomó una muestra del ocre encontrado sobre las capas vegetales dispuestas por debajo de los restos humanos (Fig. 2e-f). Para efectuar los análisis, se extrajo aproximadamente un volumen de 0.2 cm<sup>3</sup> de restos de ocre de los restos vegetales. En este volumen, integrado por fragmentos de distintos tamaños (Fig. 3a), se realizaron cuatro mediciones de espectroscopía Raman (i.e. *R1*, *R2*, *R3*, *R4*, Fig. 3a), en áreas menores a 10 µm de diámetro; y dos mediciones de µXRF (i.e. *F1*, *F2*, Fig. 3b), en áreas de ~1.5 mm<sup>2</sup>.

Para obtener información sobre la composición química de óxidos mayoritarios y su distribución, se llevaron a cabo mediciones de µXRF con un espectrómetro Bruker M4 Tornado del Departamento de Mineralogía de la Georg-August-Universität Göttingen (Alemania), equipado con un tubo Rh de rayos X (condiciones operativas: 50 kV, 200 µA) y dos detectores de deriva de silicio con una resolución espectral de 145.

El haz de rayos X se enfoca sobre la superficie de la muestra a través de un sistema óptico policapilar y alcanza un diáme-

tro focal de 20 µm en el plano focal. Las mediciones alcanzan una profundidad de hasta 150 µm para elementos mayoritarios (Na a Fe), si bien la mayor parte de la señal proviene de los sectores cercanos a la superficie de la muestra. Los elementos que pueden ser medidos varían de Na a U, con límites de detección que dependen del elemento a analizar: miles (Na, Mg) a decenas (Cu, Zn) de ppm. La cuantificación a través de mapas de distribución de elementos se lleva a cabo mediante el análisis de parámetros fundamentales del espectro total. Para los elementos mayoritarios, se utilizó una calibración basada en un conjunto de 50 muestras naturales y sintéticas de vidrios de composición aluminosilicática conocida, con estándares de laboratorio.

Para la interpretación de la información obtenida, se utilizaron datos de µXRF correspondientes a una muestra con presencia de hematita producto de la alteración del basalto local, una muestra cuya composición es representativa de los basaltos frescos del área y otras dos muestras con hematita provenientes del arte rupestre local y de un instrumento utilizado para moler los pigmentos (Fig. 2g y h, respectivamente). Estas muestras de referencia fueron analizadas recientemente por Oriolo et al. (2019), y provienen de los sitios arqueológicos Potrero de las Pinturas y Bella Vista 1 localizados en distintos sectores dentro del campo volcánico Pali Aike (Fig. 1b).

Los análisis de espectroscopía Raman se llevaron a cabo con un espectrómetro confocal Horiba Yvon Jobin LabRam HR800UV acoplado a un microscopio Olympus BX41, en el Departamento de Mineralogía de la Georg-August-Universität Göttingen (Alemania). Las mediciones se realizaron utilizando un láser HeNe de 633 nm con 20 mW en la salida del láser. Con el objetivo de evitar el daño o la alteración de las muestras, el láser fue atenuado con filtros grises (10 o 25% de transmisión) aplicando 1-2 mW en la muestra. El láser fue enfocado con objetivos de 50 a 100x, lo que resulta en una resolución lateral de ca. 1 µm. Los espectros fueron medidos con una rejilla de 600 l/mm y una cámara Andor CCD de 1024 x 256 pixels. La combinación de los parámetros de adquisición utilizados resultó en una dispersión inferior a 1.3 cm<sup>-1</sup> por pixel. Los espectros fueron analizados utilizando el software LabSpec 5, usando como referencia la banda de 520.4 cm<sup>-1</sup> de una placa de silicio.

## RESULTADOS

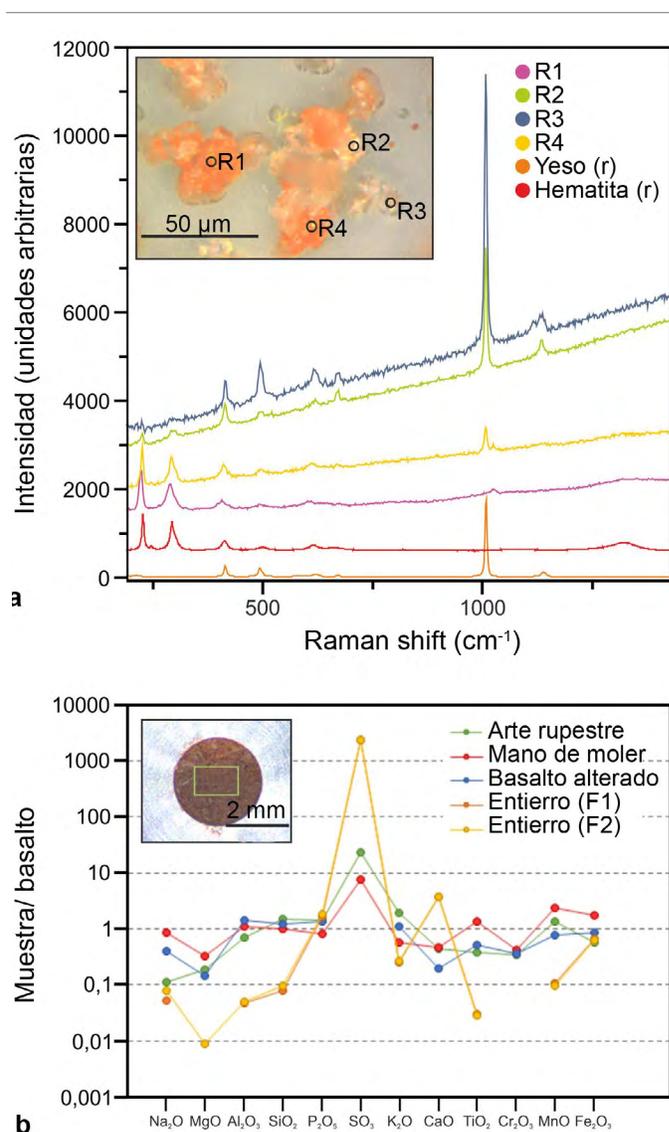
Los resultados obtenidos a través de espectroscopía Raman muestran la clara presencia de yeso y hematita (Fig. 1a). La distribución de ambos minerales en las muestras sugiere

que la hematita se presenta como pátinas en granos de yeso. El registro de este último se verifica por las altas concentraciones de S y las relaciones molares de S/Ca cercanas a 1 obtenidas a través de  $\mu$ XRF, lo cual indicaría que la mayor parte de ambos elementos estaría presente formando yeso. Asimismo, es probable la presencia subordinada de otro sulfato, indicada por una débil señal a  $1025\text{ cm}^{-1}$  (R1 y R4, Fig. 3a). A su vez, se observa un incremento de la fluorescencia con el aumento de la frecuencia, posiblemente como resultado de la transformación de materia orgánica desordenada debido a la radiación del láser. Por su parte, los análisis de  $\mu$ XRF muestran una composición considerablemente diferente a las reportadas por Oriolo et al. (2019) para muestras naturales (i.e., basaltos frescos y meteorizados) y modificadas por acción antrópica (i.e., arte rupestre y mano de moler) de otros sectores del campo volcánico Pali Aike (Fig. 3b, Cuadro 1), cuya signatura geoquímica refleja la alteración de los basaltos bajo condiciones oxidantes: empobrecimiento relativo de Mg y Ca por lixiviación, retención de Fe en forma de óxidos e hidróxidos, y conservación de elementos inmóviles como Al y Ti, entre otros. En contraposición, las muestras del entierro presentan un marcado empobrecimiento relativo en elementos inmóviles como Al y Ti, así como también en elementos

**Cuadro 1.** Resultados analíticos de óxidos mayoritarios para dos mediciones de  $\mu$ XRF en OB1 (porcentaje en peso).

	F1	F2
Na <sub>2</sub> O	0.181	0.272
MgO	0	0.062
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.714	0.772
SiO <sub>2</sub>	3.804	4.613
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.093	1.172
SO <sub>3</sub>	49.945	49.368
K <sub>2</sub> O	0.346	0.364
CaO	36.518	36.318
TiO <sub>2</sub>	0.079	0.076
MnO	0.016	0.015
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.304	6.969

tales como Na, Mn, Si y Mg, si bien este último también se encuentra ligeramente empobrecido en las muestras de los sitios arqueológicos de referencia. A su vez, las muestras del entierro muestran un marcado enriquecimiento relativo en S y, en menor medida, en Ca. Este último elemento se encuentra empobrecido en las muestras analizadas por Oriolo et al. (2019), en especial la de los basaltos meteorizados, producto de una alta tasa de meteorización química. Por lo tanto, la composición del pigmento analizado del entierro de OB1 se diferencia claramente de aquella descrita en los sitios ar-



**Figura 3.** a) Espectros de Raman representativos de las muestras analizadas, donde se observa la presencia de yeso y hematita. Se incluyen también los espectros de referencia (r) de dichos minerales. Los círculos (R1, R2, R3, R4) indican las áreas analizadas de la muestra de OB1; b) Composición de óxidos mayoritarios normalizados a basalto fresco de la meseta de Pali Aike (Oriolo et al. 2019). Muestras analizadas en OB1 (F1 y F2) y de referencia, tanto antropogénicas (“Arte rupestre” y “Mano de moler”; ver figura 2g y h) como naturales (“Basalto alterado”) de otras áreas del campo volcánico Pali Aike (Oriolo et al. 2019). El recuadro ilustra las áreas analizadas de la muestra de OB1.

queológicos Potrero de las Pinturas (i.e. arte rupestre) y Bella Vista 1 (i.e. mano de moler), así como también del producto de la meteorización de los basaltos locales (Oriolo et al. 2019).

## DISCUSIÓN

Si bien hay numerosas evidencias analíticas que registran hematita como cromógeno para la preparación de pintura en

Patagonia (Iñiguez y Gradín 1977, Aschero 1983, Barbosa y Gradín 1986, Belardi et al. 2000, Boschín et al. 2002, 2011, Wainwright et al. 2000, 2002, Fiore et al. 2008, Vázquez et al. 2010, Sepúlveda 2011, Franco et al. 2012, Massafiero et al. 2012, Carden et al. 2014, Brook et al. 2018, Rousaki et al. 2018), la interpretación de la presencia de yeso en los ocre ha sido algo problemática, ya que podría ser un posible producto de alteración de los componentes de la pintura y/ o del sustrato, o de origen biogénico (Boschín et al. 2011, Sepúlveda 2011, Massafiero et al. 2012, Carden et al. 2014, Brook et al. 2018, Rousaki et al. 2018). Sólo en unos pocos casos de Patagonia puede sostenerse la aplicación intencional de yeso como aditivo en pinturas rupestres, a saber, en los sitios Cerro Casa de Piedra 5 (Aschero 1983, Barbosa y Rial 1983), Chorrillo Malo (Belardi et al. 2000) y Alero Cárdenas (Barbosa y Gradín 1986) (Fig. 1a), desde principios del Holoceno medio hasta el tardío. Si bien también se reporta yeso en los sitios Cerro de los Indios (Aschero et al. 1999, Wainwright et al. 2002) y Cueva de las Manos (Iñiguez y Gradín 1977, Wainwright et al. 2002, Fig. 1a), no existen argumentos claros que descarten un origen biogénico del yeso, sobre todo para el caso de Cueva de las Manos, donde los afloramientos que operan como soporte del arte rupestre se encuentran atravesados por potentes venas de yeso (Geuna com. pers. 2019).

Para el caso presentado aquí, se puede argumentar que la búsqueda y aplicación de yeso en la preparación de los ocre para la inhumación debió haber sido intencional. Esta afirmación está basada en que, la presencia de yeso en este entierro no puede explicarse como producto de alteración de la roca de la cueva, ya que ésta no muestra señales de enriquecimiento en azufre y/o calcio (Fig. 3b). Por otro lado, la muestra analizada no procede de sedimentos teñidos, sino de una camada de vegetación impregnada por los restos de ocre utilizados para teñir los cuerpos o sus envoltorios (Bird 1988), razón por la cual la presencia de yeso tampoco podría explicarse por contaminación procedente de sedimentos. La inclusión de yeso en la pintura no habría sido con el propósito de obtener una coloración blanca, ya que fue mezclado con hematita cuya coloración es dominante a pesar de constituir una pátina, sino que podría haber sido utilizado por sus características reológicas, que otorgan gran plasticidad y adherencia a las mezclas, a la vez que presenta rigidez en el secado (Aschero 1983, Mayer 1991, Paunero 1992) y ciertas propiedades bactericidas, tendientes a desacelerar la bioactividad que causa la putrefacción de la materia orgánica debido a la disminución de la humedad ambiental y a la deshidratación de los microorganismos (Gusinde 1982[1931], Rifkin 2011, 2015, Bergadà et al. 2015). Por otro lado, la información dis-

ponible señala que la combinación de yeso y hematita no fue elegida para la realización de pinturas rupestres en el campo volcánico Pali Aike (Oriolo et al. 2019), por lo que sus ventajas, utilitarias o simbólicas, parecen relacionarse sólo con contextos funerarios/rituales de la región.

Al respecto, en los relatos del viajero inglés George Musters se menciona para las poblaciones Tehuelches del sur de Santa Cruz que *“En ocasiones de ceremonia, en las fiestas de nacimiento, por ejemplo, y para los bailes, los hombres se adornan además con pintura blanca ó yeso en polvo, que humedecen y con lo que se frotan las manos, haciéndose con los cinco dedos marcas en el pecho, en los brazos y en las piernas (...) Poco después del nacimiento se unta a la criatura con yeso húmedo”* (Musters (1911[1873]), p. 226, p. 275).

En la región, existen numerosas lagunas, algunas permanentes desarrolladas en los cráteres de los antiguos aparatos volcánicos, y otras de tipo efímero (Mazzoni y Rabassa 2010, Fig. 1c). El ambiente semi-árido de la región y el carácter salobre de las lagunas ofrece un contexto adecuado para la formación de facies evaporíticas en los márgenes de dichos cuerpos lagunares, con presencia de haluros, sulfatos y carbonatos (Solá et al. 2013, Vuillemin et al. 2013, Aristegui et al. 2015). En este sentido, puede justificarse el aprovisionamiento local de yeso, cuya coloración blanquecina ofrece una señal conspicua para su detección y recolección. En este sentido, cabe destacar que el padre salesiano Antonio Tonelli, a principios del siglo XX, describe a las márgenes del lago Fagnano, en Tierra del Fuego, como área de aprovisionamiento de “pigmentos blancos” para la utilización de pinturas corporales entre los Onas o Selk’nam (Tonelli 1926), grupos etnográficos de la isla para momentos de contacto hispano-indígena. Experimentaciones en curso para concentrar yeso a partir de sedimentos lacustres locales permitirán discutir si la hipótesis de aprovisionamiento local es factible.

Resta mencionar que en un entierro múltiple del sitio arqueológico Río Bote 1, a unos 230 km al noreste de OB1, también se verificó por medio de difracción de rayos X la mezcla de yeso y hematita para la preparación de ocre con fines funerarios (Franco et al. 2012). A estas similitudes se suma la contemporaneidad de ambos entierros, que a su vez se asemejan en sus modalidades de entierro y cronología a otros 16 individuos inhumados en la región, en los sitios Cerro Sota y Cueva Lago Sofía (Barberena 2008, Franco et al. 2012, 2017, Bird 1983 1988, Prieto 1991, L’Heureux y Barberena 2008, L’Heureux y Amorosi 2010, Fig. 1a y b). En este sentido, los resultados analíticos aquí presentados apoyan las hipótesis planteadas, vinculadas con grandes redes de interacción entre grupos humanos en el sur de la provincia de Santa Cruz, des-

de comienzos del Holoceno tardío (e.g. Belardi y Goñi 2006, Barberena 2008, Borrero et al. 2009, Charlin y Borrero 2012, Franco et al. 2012, 2017, Pallo 2017, Borrazzo et al. 2019, Manzi et al. 2019).

## CONCLUSIÓN

En este trabajo se analizó la composición de pigmentos rojos hallados en una camada vegetal, sobre la que apoyaban restos humanos de un entierro primario múltiple, de unos 3800 años cal. AP, ubicados en una cueva del campo volcánico Pali Aike. Los resultados de  $\mu$ XRF y espectroscopía Raman señalaron la presencia de yeso y hematita. La evaluación contextual permite plantear que el yeso fue incluido de modo intencional en la preparación de lo muertos para el rito de inhumación, tal vez para mejorar ciertas propiedades de la pintura, probablemente antes de ser aplicada sobre los cuerpos humanos, tiñendo los sedimentos y las camadas vegetales infrayacentes. La disponibilidad de sulfatos en los márgenes de lagunas permanentes o efímeras del área permite hipotetizar que el aprovisionamiento del yeso pudo haber sido local y de fácil acceso, mientras que la hematita se encuentra ampliamente distribuida como producto de la meteorización de los basaltos de la región. A escala regional, la similitud de los datos obtenidos con otros contextos funerarios, de la misma edad, apoyan las hipótesis planteadas acerca de grandes redes de interacción entre las poblaciones que habitaron el sur de Santa Cruz para los últimos 4000 años.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se desarrolló en el marco del proyecto PICT-ANPCyT 2014-2061. Agradecemos a Liliana Manzi por su ayuda en la discusión de los datos etnográficos, a Andrés Latorre, por brindarnos su conocimiento respecto a las cualidades de los minerales en la manufactura de pinturas y al Dr. Luis A. Borrero por permitirnos analizar los materiales recuperados en el sitio OB1 excavado bajo su dirección. Finalmente, agradecemos también a Patricia Solá, un revisor anónimo y a Alfonsina Tripaldi, cuyos comentarios ayudaron a mejorar notablemente el trabajo.

## REFERENCIAS

Ariztegui, D., Thomas, C. y Vuillemin, A. 2015. Present and future of subsurface biosphere studies in lacustrine sediments through scientific drilling. *International Journal of Earth Sciences* 104(6): 1655-1665.

Arriaza, B., Doubrava, M., Standen, V. y Haas, H. 2005. Differential mortuary treatment among the Andean Chinchorro fishers: Social inequa-

lities or in situ regional cultural evolution?. *Current Anthropology* 46(4): 662-671.

Aschero, C.A. 1983. Pinturas rupestres en asentamientos cazadores-recolectores: dos casos de análisis aplicando difracción de rayos-X. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 10: 291-306.

Aschero, C., De Nigris, M., Torres, M. F., Guraieb, G., Goñalons, G. M. y Yacobaccio, H. 1999. Excavaciones recientes en Cerro de los Indios 1, Lago Posadas (Santa Cruz): nuevas perspectivas. *Soplando en el Viento. III Jornadas de Arqueología de la Patagonia, Actas: 269-286*, Buenos Aires.

Aubert, M., Brumm, A., Ramli, M., Sutikna, T., Saptomo, E.W., Hakim, B., Morwood, M.J., van den Bergh, G.D., Kinsley, L., Dosseto, A. 2014. Pleistocene cave art from Sulawesi, Indonesia. *Nature* 514(7521): 223.

Barberena, R. 2008. Arqueología y biogeografía humana en Patagonia Meridional. *Sociedad Argentina de Antropología*, 476 p., Buenos Aires.

Barberena, R., Blasi, A. y Castiñeira, C. 2006. Geoarqueología en Pali Aike: Cueva Orejas de Burro 1 (Patagonia, Argentina). *Magallania* 34(1): 119-138.

Bar-Yosef, D.M., Vandermeersch, B. y Bar-Yosef, O. 2009. Shells and ochre in Middle Paleolithic Qafzeh Cave, Israel: indications for modern behavior. *Journal of Human Evolution* 56(3): 307-314.

Barbosa, C. y Rial, E. 1983. Análisis mineralógico por difracción de Rayos X de muestras de pinturas del Cerro Casa de Piedra, Sitio CCP5 (Provincia de Santa Cruz, Argentina). *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología* 10: 307-311.

Barbosa, C. E. y Gradin, C. 1986. Estudio composicional por difracción de rayos X de pigmentos del Alero Cárdenas, Provincia de Santa Cruz. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 17: 143-171.

Belardi, J. B., Súnico, A. y Puebla, D. 2000. Análisis de pigmentos minerales y sus fuentes potenciales de aprovisionamiento en el área del Lago Roca (Sector Chorrillo Malo), Provincia de Santa Cruz (Argentina). *Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Ciencias Humanas* 28: 291-304.

Belardi, J. B. y Goñi, R. 2006. Representaciones rupestres y convergencia poblacional durante momentos tardíos en Santa Cruz (Patagonia argentina). El caso de la meseta del Strobel. En: Fiore, D. y Podestá, M. (eds.), *Tramas en la Piedra. Producción y usos del arte rupestre*. Sociedad Argentina de Antropología, 85-94, Buenos Aires.

Bergadà, M.M., Poch, R.M. y Cervelló, J.M. 2015. On the presence of gypsum in the archaeological burial site of Cova des Pas (Menorca, western Mediterranean). *Journal of Archaeological Science* 53: 472-481.

Bersani, D., Conti, C., Matousek, P., Pozzi, F. y Vandenabeele, P. 2016. Methodological evolutions of Raman spectroscopy in art and archaeology. *Analytical Methods* 8: 8395-8409.

Bird, J. 1983. Enterratorios paleoindios con cremación en las cuevas de

- Palli Aike y Cerro Sota en Chile Meridional. *Anales del Instituto de la Patagonia* 14: 55-66.
- Bird., J. 1988. *Travels and Archaeology in South Chile*. University of Iowa Press, 356 p., Iowa.
- Bonneau, A., Pearce, D.G. y Pollard, A.M. 2012. A multi-technique characterization and provenance study of the pigments used in San rock art, South Africa. *Journal of Archaeological Science* 39: 287-294.
- Borrazzo, K., L'Heureux, G.L., Cirigliano, N., Ozán, I.L., Pallo, M.C. y Manzi, L. 2019. Arqueología del Interfluvio Gallegos-Chico (Santa Cruz, Argentina): Nuevas prospecciones. En: Gómez Otero, J., Svoboda, A. y Banegas, A. (eds.), *Arqueología de la Patagonia: El pasado en las arenas*. Instituto de Diversidad y Evolución Austral, 271-282, Puerto Madryn.
- Borrero, L.A. y Charlin, J. 2010. Arqueología del campo volcánico Pali Aike. En: Borrero, L.A. y Charlin, J. (eds.), *Arqueología de Pali Aike y Cabo Vírgenes (Prov. Santa Cruz, Argentina)*. CONICET-IMHICIHU, 9-30, Buenos Aires.
- Borrero, L.A., Manzi, L.M., L'Heureux, G.L., Martín, F.M., Franco, N.V., Charlin, J., Barberena, R. y Campan, P.A. 2004. Arqueología del Campo de Lava Pali Aike. XV Congreso Nacional de Arqueología Argentina, Actas: 368, Río Cuarto.
- Borrero, L.A., Barberena, R., Franco, N., Charlin, J. y Tykot, R. 2009. Isotopes and Rocks: Geographical Organization of Patagonian Hunter-Gatherers. *International Journal of Osteoarchaeology* 19: 309-329.
- Boschín, M.T., Seldes, A.M., Maier, M. y Casamiquela, R.M. 2002. Análisis de las fracciones inorgánica y orgánica de pinturas rupestres y pastas de sitios arqueológicos de la Patagonia septentrional argentina. *Zephyrus* 55: 183-198
- Bronk, H., Röhrs, S., Bjeoumikhov, A., Langhoff, N., Schmalz, J., Wedell, R. 2001. ArtTAX – a new mobile spectrometer for energy-dispersive micro X-ray fluorescence spectrometry on art and archaeological objects. *Fresenius' Journal of Analytical Chemistry* 371: 307-316.
- Bronk Ramsey, C. 2009. Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon* 51(1): 337-360.
- Brook, G.A., Franco, N.V., Cherkinsky, A., Acevedo, A., Fiore, D., Pope, T.R. 2018. Pigments, binders, and ages of rock art at Viuda Quenzana, Santa Cruz, Patagonia (Argentina). *Journal of Archaeological Science, Reports* 21: 47-63.
- Charlin, J. 2009. Estrategias de aprovisionamiento y utilización de las materias primas líticas en el campo volcánico Pali Aike (Prov. Santa Cruz, Argentina). *Archaeopress*, 512 p., Oxford.
- Charlin, J. 2014. Nuevos Sitios con Representaciones Rupestres en la Localidad Potrok Aike (Santa Cruz, Argentina). *Magallania* 42: 185-198.
- Charlin, J., Borrero, L.A. 2012. Rock art, inherited landscapes, and human populations in Southern Patagonia. En McDonald, J. y Veth, P. (eds.), *A companion to rock art*. John Wiley & Sons, 381-397, West Sussex.
- D'Errico, F., Moreno, R.G. y Rifkin, R.F. 2012. Technological, elemental and colorimetric analysis of an engraved ochre fragment from the Middle Stone Age levels of Klasies River Cave 1, South Africa. *Journal of Archaeological Science* 39(4): 942-952.
- D'Orazio, M., Agostini, S., Mazzarini, F., Innocenti, F., Manetti, P., Haller, M.J. y Lahsen, A. 2000. The Pali Aike volcanic field, Patagonia: slab-window magmatism near the tip of South America. *Tectonophysics* 321: 407-427.
- Dixie, F. 1996[1880]. *A través de la Patagonia*. Ediciones de la Universidad de Magallanes, 234 p., Punta Arenas.
- Duarte, C.M. 2014. Red ochre and shells: clues to human evolution. *Trends in ecology & evolution* 29(10): 560-565.
- Edwards, H.G. y Chalmers, J.M. 2005. Raman spectroscopy in archaeology and art history. *Royal Society of Chemistry*, 635 p., Croydon.
- Einwögerer, T., Friesinger, H., Händel, M., Neugebauer-Maresch, C. y Simon, U. 2006. Upper Palaeolithic infant burials. *Nature* 444(7117): 285.
- Eiselt, B.S., Popelka-Filcoff, R.S., Darling, J.A. y Glascock, M.D. 2011. Hematite sources and archaeological ochres from Hohokam and O'odham sites in central Arizona: an experiment in type identification and characterization. *Journal of Archaeological Science* 38: 3019-3028.
- Fiore, D., Maier, M., Parera, S., Orquera, L. y Piana, E. 2008. Chemical analyses of the earliest pigment residues from the uttermost part of the planet (Beagle Channel region), Tierra del Fuego, southern South America. *Journal of Archaeological Science* 35: 3047-56.
- Franco, N.V., Guarido, A., Montenegro, T. y Ambrústolo, P. 2012. Variabilidad en la utilización de pigmentos en entierros humanos del Holoceno tardío en la cuenca superior del río Santa Cruz (Patagonia argentina). *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino* 17(2): 11-25.
- Franco, N.V., Brook, G.A., Guraieb, S.G., Mancini, M.V., Guarido, A.L. y Mehl, A. 2017. Reuse of burial sites during the late holocene: evidence from multiple human burials at the Río Bote 1 rockshelter, upper Santa Cruz river basin (southern Patagonia, Argentina). *Latin American Antiquity* 28(4): 476-494.
- García Guraieb, S., Goñi, R. y Tessone, A. 2015. Paleodemography of Late Holocene Hunter-Gatherers from Patagonia (Santa Cruz, Argentina): An Approach Using Multiple Archaeological and Bioarchaeological Indicators. *Quaternary International* 365: 147-158.
- Goñi, R. y Barrientos, G. 2000. Estudio de chenques en el Lago Salitroso, Provincia de Santa Cruz. En: Espinosa, S. (ed.), *Desde el País de los Gigantes*, Universidad Nacional de la Patagonia Austral, 161-175, Río Gallegos.
- Guerra de Fretes, E. 1977. Informe preliminar del hallazgo de restos humanos en una de las cuevas del paraje denominado "Monte Aymond". *Revista del Museo de Historia Natural de San Rafael IV (1/4):* 101-102.
- Guichón, R.A., Barberena, R. y Borrero, L.A. 2001. ¿Dónde y cómo aparecen los restos óseos humanos en Patagonia Austral? *Anales del Instituto de la Patagonia* 29: 103-118.
- Gusinde, M. 1982[1931]. *Los indios de Tierra del Fuego*. Los Selk'nam T.1 y 2. CAEA, 467 p., Buenos Aires.
- Henshilwood, C.S., D'Errico, F., Van Niekerk, K.L., Coquinot, Y., Jacobs,

- Z. y Lauritzen, S.E. 2011. A 100,000-year-old ochre-processing workshop at Blombos Cave, South Africa. *Science* 334(6053): 219-222.
- Hernanz, A., Gavira-Vallejo, J.M., Ruiz-López, J.F., Martin, S., Maroto-Valiente, Á. y de Balbín-Behrmann, R. 2012. Spectroscopy of Palaeolithic rock paintings from the Tito Bustillo and El Buxu Caves, Asturias, Spain. *Journal of Raman Spectroscopy* 43(11): 1644-1650.
- Iñiguez, M. y Gradin, C. J. 1978. Análisis mineralógico por difracción de rayos X de muestras de pinturas de la Cueva de las Manos, Estancia Alto Río Pinturas (provincia de Santa Cruz). *Relaciones*: 121-128.
- Janssens, K., Vittiglio, G., Deraedt, I., Aerts, A., Vekemans, B. y Vincze, L. 2000. Use of microscopic XRF for non-destructive analysis in art and archaeometry. *X-Ray Spectrometry* 29: 73-91.
- Kliem, P., Enters, D., Hahn, A., Ohlendorf, C., Lisé-Pronovost, A. y St-Onge, G. 2013. Lithology, radiocarbon chronology and sedimentological interpretation of the lacustrine record from Laguna Potrok Aike, southern Patagonia. *Quaternary Science Reviews* 71: 54-69.
- L'Heureux, G.L. 2008. La arqueofauna del Campo Volcánico Pali Aike: El sitio Orejas de Burro 1, Santa Cruz, Argentina. *Magallania* 36(1): 65-78.
- L'Heureux, G.L. y Barberena, R. 2008 Evidencias bioarqueológicas en Patagonia meridional: El sitio Orejas de Burro 1 (Provincia De Santa Cruz). *Intersecciones en Antropología* 9:11-24.
- L'Heureux, G.L. y Amorosi, T. 2010. El entierro del sitio Cerro Sota (Magallanes, Chile) A más de setenta años de su excavación. *Magallania* 38(2): 133-149.
- L'Heureux, G.L. y Kaufmann, C. 2012. Estimación de la edad de muerte de guanacos juveniles a partir de las dimensiones de los huesos largos no fusionados: Estructura de edad y estacionalidad en el campo volcánico de Pali Aike (sitio Orejas de Burro 1). *Magallania* 40(2): 151-220.
- L'Heureux, G.L., Guichón, R. A., Barberena, R. y Borrero, L.A. 2003. Durmiendo bajo el faro. Estudio de un entierro humano en Cabo Vírgenes (CV 17), Provincia de Santa Cruz, República Argentina. *Intersecciones en Antropología* (4): 87-97.
- Lista, R. 1999[1879]. La Patagonia austral (complemento del viaje al país de los tehuelches). Facsimil. Editorial Confluencia, 358 p., Buenos Aires.
- Maier, M. S. de Faria, D.L., Boschín, M.T., Parera, S.D. y del Castillo Bernal, M.F. 2007. Combined use of vibrational spectroscopy and GC-MS methods in the characterization of archaeological pastes from Patagonia. *Vibrational Spectroscopy* 44: 182-186.
- Manzi, L., Charlin, J., Ozán, I.L., Pallo, M.C., Cirigliano, N.A. y Borrazzo, K. 2019. Pinturas y grabados rupestres en el interfluvio Gallegos-Chico (provincia de Santa Cruz, Argentina): ampliando límites espaciales y temporales. En: Gómez Otero, J., Svoboda, A., Banegas, A. (eds.), *Arqueología de la Patagonia: el pasado en las arenas*. Instituto de Diversidad y Evolución Austral, 661-670, Puerto Madryn.
- Marean, C.W., Bar-Matthews, M., Bernatchez, J., Fisher, E., Goldberg, P. y Herries, A.I. 2007. Early human use of marine resources and pigment in South Africa during the Middle Pleistocene. *Nature* 449(7164): 905.
- Martin, F.M. 2006. Carnívoros y huesos humanos de Fuego-Patagonia. Aportes desde la tafonomía forense. Sociedad Argentina de Antropología, 498 p., Buenos Aires.
- Massaferro, G.I., Arrigoni, G.I., Boschín, M.T., Fernández, M.M., Crivelli, E.A. y Cordero, J.A. 2012. Indicadores de tecnología y etnodinamia: el análisis de pigmentos en el paraje arqueológico Comallo Arriba, provincia de Río Negro, Argentina. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino* 17(1): 117-127.
- Massone, M. 1996. Hombre temprano y paleoambiente en la región de Magallanes: Evaluación crítica y perspectivas. *Anales del Instituto de la Patagonia* 24:81-98.
- Mayer, D., Vandermeersch, B. y Bar-Yosef, O. 2009. Shells and ochre in Middle Paleolithic Qafzeh Cave, Israel: indications for modern behavior. *Journal of Human Evolution* 56(3): 307-314.
- Mayr, C., Wille, M., Haberzettl, T., Fey, M., Janssen, S. y Lücke, A. 2007. Holocene variability of the Southern Hemisphere westerlies in Argentinean Patagonia (52°S). *Quaternary Science Reviews* 26: 579-584.
- Mazzoni, E. y Rabassa, J.O. 2010. Inventario y clasificación de manifestaciones basálticas de Patagonia mediante imágenes satelitales y SIG, Provincia de Santa Cruz. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 66(4): 608-618.
- Mayer, R. 1991. *The artist's handbook of materials and techniques*. Viking Press, 749 p., New York.
- Moyo, S., Mphuthi, D., Cukrowska, E., Henshilwood, C.S., van Niekerk, K. y Chimuka, L., 2016. Blombos cave: Middle stone age ochre differentiation through flir, icp oes, ed xrf and xrd. *Quaternary International* 404: 20-29.
- Musters, G. 1911[1873]. *Vida entre los Patagones*. Coni hnos, 367 p., Buenos Aires.
- Oliva, G., González, G., Rial, P. y Livraghi, E. 2001. El ambiente en la Patagonia Austral. En Borrelli, P., Oliva, G. (Eds.), *Ganadería ovina sustentable en la Patagonia Austral*. Tecnología de manejo extensivo. INTA, 19-40, Río Gallegos.
- Oriolo, S., Ozán, I. L., Schmidt, B. C., Charlin, J. y Manzi, L. 2019. Basalt weathering as the key to understand the past human use of hematite-based pigments in southernmost Patagonia. *Journal of South American Earth Sciences* 96: 102376.
- Pabst, M. A., Letofsky-Papst, I., Moser, M., Spindler, K., Bock, E. y Wilhelm, P. 2010. Different staining substances were used in decorative and therapeutic tattoos in a 1000-year-old Peruvian mummy. *Journal of Archaeological Science* 37(12): 3256-3262.
- Pallo, M.C. 2017. *SIG y análisis espacial en la arqueología de cazadores recolectores de Magallania (extremo sur de Sudamérica)*. Archaeopress, 478 p., Oxford.
- Paunero, R.S. 1992 *Manos pintadas en negativo: un ensayo de experimentación*. *Revista de Estudios Regionales* 9: 47-68.
- Pomiès, M.P., Morin, G. y Vignaud, C. 1998. XRD study of the goethite

- te-hematite transformation: application to the identification of heated prehistoric pigments. *European Journal of Solid State and Inorganic Chemistry* 35: 680-925.
- Prieto, A., 1991. Cazadores tempranos y tardíos en Cueva del Lago Sofía 1. *Anales del Instituto de la Patagonia* 20: 75-99.
- Prieto, A. 1993/94. Algunos datos en torno a los enterratorios de la región de Magallanes. *Anales del Instituto de la Patagonia* 22: 91-100.
- Prieto, G., Wright, V., Burger, R.L., Cooke, C.A., Zeballos-Velasquez, E.L. y Watanave, A. 2016. The source, processing and use of red pigment based on hematite and cinnabar at Gramalote, an early Initial Period (1500–1200cal. BC) maritime community, north coast of Peru. *Journal of Archaeological Science, Reports* 5: 45-60.
- Reyes, O., Méndez, C., Mena, F. y Moraga, M. 2012. The bioanthropological evidence of a ca. 10,000 CALYBP ten-individual group in central Patagonia. *Southbound: Late Pleistocene Peopling of Latin America*: 167-171.
- Rifkin, R.F. 2011. Assessing the efficacy of red ochre as a prehistoric hide tanning ingredient. *Journal of African Archaeology* 9(2): 131-158.
- Rifkin, R.F. 2015. Ethnographic and experimental perspectives on the efficacy of ochre as a mosquito repellent. *The South African Archaeological Bulletin*: 64-75.
- Roebroeks, W., Sier, M. J., Nielsen, T. K. y De Loecker, D. 2012. Use of red ochre by early Neandertals. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109(6): 1889-1894.
- Rousaki, A., Vargas, E., Vázquez, C., Aldazábal, V., Bellelli, C. y Calatayud, M.C. 2018. On-field Raman spectroscopy of Patagonian prehistoric rock art: Pigments, alteration products and substrata. *Trends in Analytical Chemistry* 105: 338-381.
- Sawczak, M., Kamińska, A., Rabczuk, G., Ferretti, M., Jendrzewski, R. y Śliwiński, G. 2009. Complementary use of the Raman and XRF techniques for non-destructive analysis of historical paint layers. *Applied Surface Science* 255: 5542-5545.
- Scott, D.A. 2016. A review of ancient Egyptian pigments and cosmetics. *Studies in Conservation* 61(4): 185-202.
- Secchi, M., Zanatta, M., Borovin, E., Bortolotti, M., Kumar, A. y Giarola, M. 2018. Mineralogical investigations using XRD, XRF, and Raman spectroscopy in a combined approach. *Journal of Raman Spectroscopy* 49: 1023-1030.
- Sepúlveda, M.A. 2011. Pinturas rupestres y tecnología del color en el extremo sur de Chile. *Magallania* 39: 193-210.
- Sola, P., Yacobaccio, H. D., Rosenbusch, M., Alonso, M. S., Maier, M. S. y Vázquez, C. 2013. Hematita vs. arcillas: su potencial como pigmentos rojos y su uso en tres sitios de la puna jujeña (Argentina). *Boletín del museo chileno de arte precolombino* 18(1): 67-83.
- Tonelli, A. 1926. *Grammatica e glossario della lingua degli Ona-Selk'nam della Terra del Fuoco*. Società Editrice Internazionale, 268 p., Torino.
- Vandenabeele, P., Edwards, H.G. y Moens, L. 2007. A decade of Raman spectroscopy in art and archaeology. *Chemical Reviews* 107: 675-686.
- Vázquez, C., Albornoz, A., Hajduk, A., Maury, A. y Boeykens, S. 2010. Patrimonio rupestre en el Alero El Maqui, Valle Encantado, Patagonia: caracterización química inorgánica de pigmentos. *Patrimonio Cultural: la gestión, el arte, la arqueología y las ciencias exactas* 2: 225-232.
- Vuillemin, A., Ariztegui, D., De Coninck, A. S., Lücke, A., Mayr, C. y Schuberbert, C.J. 2013. Origin and significance of diagenetic concretions in sediments of Laguna Potrok Aike, southern Argentina. *Journal of Paleolimnology* 50(3): 275-291.
- Wainwright, I. N., Helwig, K., Podestá, M. y Bellelli, C. 2000. Analysis of pigments from rock painting sites in Río Negro and Chubut provinces. En: Podestá, M. y De Hoyos, M. (eds.), *Arte en las rocas. Arte rupestre, menhires y piedras de colores en Argentina*. Sociedad Argentina de Antropología, 203-206, Buenos Aires.
- Wainwright, I.N., Helwig, K., Rolandi, D.S., Gradín, C., Podestá, M.M., Onetto, M. y Aschero, C.A. 2002. Rock paintings conservation and pigment analysis at Cueva de las Manos and Cerro de los Indios, Santa Cruz (Patagonia), Argentina. *13th Triennial Meeting* 2: 582-589, Río de Janeiro.
- Wolf, S., Conard, N. J., Floss, H., Dapschaskas, R., Velliky, E. y Kandel, A.W. 2018. The use of ochre and painting during the Upper Paleolithic of the Swabian Jura in the context of the development of ochre use in Africa and Europe. *Open Archaeology* 4(1): 185-205.
- Zilhão, J., Angelucci, D. E., Badal-García, E., d'Errico, F., Daniel, F. y D'Amico, L. 2010. Symbolic use of marine shells and mineral pigments by Iberian Neandertals. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107(3): 1023-1028.
- Zilio, L. 2017. La dinámica humana en la costa norte de Santa Cruz durante el Holoceno tardío: evidencias desde el registro mortuorio e isotópico. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XLII(2)*: 305-331.