





El fuego en los procesos constructivos de los montículos del sur de la cuenca de la Laguna Merín (Uruguay): Un aporte de la datación por luminiscencia (OSL/TL)

Roberto Bracco Boksar , Christopher Duarte, Ofelia Gutiérrez , Marcos Tassano ,
Walter Norbis y Daniel Panario 

El estudio de la génesis de los montículos de la cuenca de la Laguna Merín, Uruguay, se focalizó en el aporte de sedimentos y elementos descartados. Investigaciones basadas en la geoquímica de la matriz llevaron a considerar el rol del fuego en su elevación. Ensayamos contrastar su presencia por medio de las técnicas de datación por luminiscencia. Si las edades o paleodosas medidas por luminiscencia ópticamente estimulada (OSL, por sus siglas en inglés) y por termoluminiscencia (TL) de diferentes fracciones de la matriz son similares, próximas o con cierto grado de superposición, entonces el agente de blanqueo tiene que haber sido el calor. La hipótesis fue verificada en montículos de tres sitios arqueológicos ubicados en el sur de la cuenca. La evidencia de que estaríamos frente a prácticas recursivas que producen acumulaciones de sedimento termoalterados nos condujo a los hornos de tierra y los oven mounds de Australia. La presencia de hornos de tierra prehistóricos ya fue reconocida en Uruguay. Los oven mounds son un potente análogo etnográfico-arqueológico que ilustra sobre procesos de formación de acumulaciones de sedimento termoalterado, al mismo tiempo que permite abordar aspectos socioeconómicos y simbólicos. Por último, a partir de las implicaciones de la hipótesis, señalamos la pertinencia de abordar los montículos a dos escalas: la de los comportamientos que los elevaron y la de su realidad como parches dentro del paisaje.

Palabras clave: montículos, OSL/TLD, tierra quemada, fuego, hornos de tierra, oven mounds

In this article, we study how sedimentation and the disposal of artifacts contribute to the genesis of the mounds of the Laguna Merín basin. Our previous geochemical investigations of the matrix indicated the fundamental role played by fire in mound formation. Currently, we use luminescence dating techniques to obtain other experimental data. Further, assuming that if different fractions of the matrix, form the same levels and have OSL/TL ages or paleodoses with some degree of overlap in their confidence intervals or are close to overlapping, then the bleaching agent must have been heated. This hypothesis was confirmed in mounds of three archaeological sites located in the southern area of the basin. Thus, we have verified that we are faced with repeated practices that lead to the accumulation of thermally altered sediments, analogous to oven mounds described in Australia. Prehistoric earth ovens have been identified in Uruguay. The oven mounds are a useful ethnographic analogy that illustrates the formation processes of thermally altered sediment accumulations that address socioeconomic and symbolic aspects of mound formation. Finally, we note that it is important to consider mound features at multiple scales: the behaviors that produced them, as well as their place on the landscape.

Keywords: mounds, OSL/TLD, burned earth, fire, earth ovens, oven mounds

Roberto Bracco Boksar ■ Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad de la República / Ministerio de Educación y Cultura. Laboratorio Luminiscencia, UNCIEP, Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Iguá 4225, 11400 Montevideo, Uruguay (braccoboksar@montevideo.com, autor de contacto)

Christopher Duarte ■ Laboratorio Luminiscencia, UNCIEP, Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay (christopherduarte1@gmail.com)

Ofelia Gutiérrez and **Daniel Panario** ■ UNCIEP, Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay (oguti@fcien.edu.uy y panari@fcien.edu.uy)

Marcos Tassano ■ Laboratorio de Radioquímica, Centro de Investigaciones Nucleares, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay (mtassano@cin.edu.uy)

Walter Norbis ■ Laboratorio de Fisiología de la Reproducción y Ecología de Peces, Departamento de Biología Animal, Instituto de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay (wnorbis@fcien.edu.uy).

Latin American Antiquity 31(3), 2020, pp. 498–516
Copyright © 2020 by the Society for American Archaeology
doi:10.1017/laq.2019.98

El estudio de la génesis de los montículos de la cuenca de la Laguna Merín, Uruguay, se ha focalizado principalmente en el aporte de sedimentos y de elementos descartados. Esto se manifiesta cuando son caracterizados como construcciones en tierra que integran desechos de actividad (restos óseos, artefactos líticos, tiestos) e inhumaciones (Bracco, Cabrera y López 2000; Cabrera 2013; Castiñeira y Piñeiro 2000; Iriarte et al. 2000; López 2001; López et al. 2017; Milheira et al. 2016; Schmitz 1976). Investigaciones centradas en la geoquímica de la matriz han llevado a proponer que el fuego estuvo presente en su elevación (Bracco, Panario, Gutiérrez, Bazzino et al. 2019; Duarte et al. 2017). En este trabajo presentamos una serie de dataciones por luminiscencia que indicarían que la matriz de los montículos estuvo expuesta al calor, alcanzando temperaturas suficientes como para reiniciar en forma simultánea el registro sobre el que se basan la datación por luminiscencia ópticamente

estimulada (OSL, por sus siglas en inglés) y la datación por termoluminiscencia (TLD).

Los montículos fueron elevados a partir del Holoceno medio en las cuenca de la Laguna Merín, Laguna de los Patos, Laguna de Castillos y del Río Negro medio y superior (Figura 1; Bracco, Cabrera y López 2000; Cabrera 2013; Iriarte et al. 2000; López 2001; Milheira y Giannotti 2018; Milheira et al. 2016; Schmitz 1976). En zonas cercanas —Delta del Paraná y Pantanal— se encuentran manifestaciones arqueológicas similares (Bonomo et al. 2011; Castiñeira et al. 2013; de Olivera 1995; Loponte et al. 2016). La región presenta un clima subtropical húmedo, con una temperatura media anual de 17,7°C y una precipitación media de 1.200-1.600 mm, sin una tendencia estacional clara (Castaño et al. 2011).

En el sector austral de la cuenca de la Laguna Merín los montículos exhiben una base circular o subcircular, con un diámetro del orden de 35 m. Su altura varía desde unos pocos decímetros

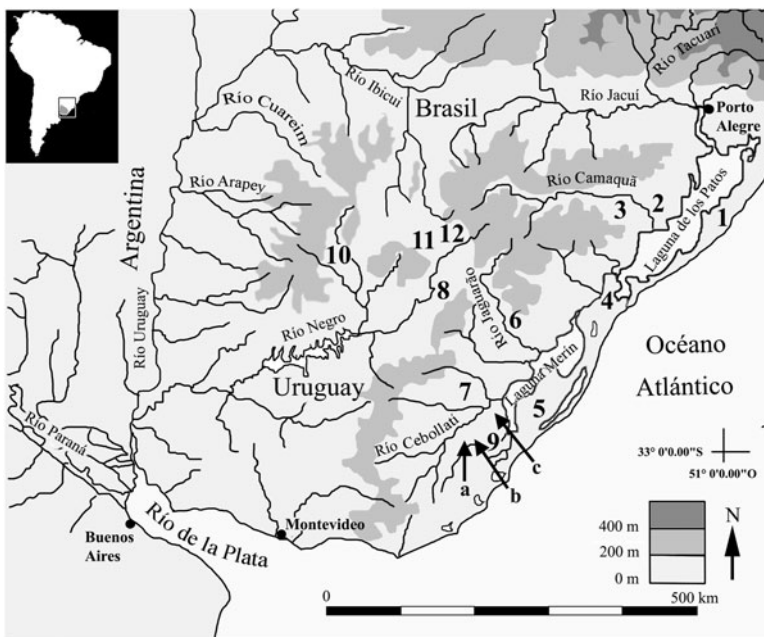


Figura 1. Mapa del sur de la cuenca de la Laguna Merín. Se indican las zonas de concentración de montículos: (1) parte central de planicie costera Laguna de los Patos; (2) Camaquã; (3) Sierra do Sudeste; (4) sur de la Laguna de los Patos; (5) Santa Victoria do Palmar; (6) Río Jaguarão; (7) Treinta y Tres; (8) Cerro Largo; (9) sur de la cuenca de la Laguna Merín; (10) Yaguarí; (11) Rivera; (12) Bagé-Don Pedrito. Se señalan los sitios arqueológicos de donde proceden los datos: (a) García Ricci; (b) Los Ajos; (c) Pelotas (basado en Bracco et al. 2015; López et al. 2017; Milheira et al. 2016).

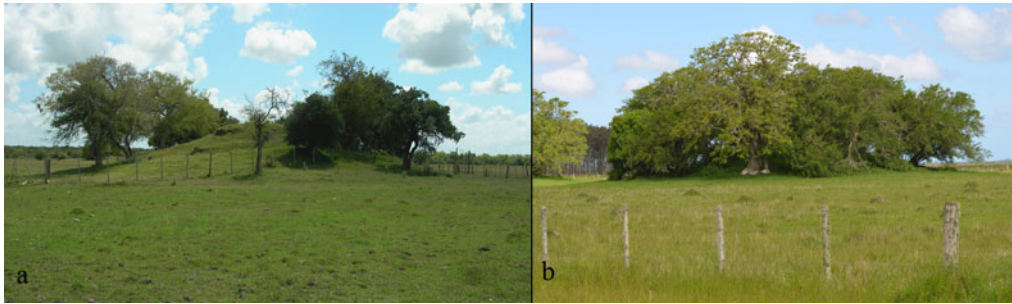


Figura 2. (a) Montículo I del sitio de Puntas de San Luis (PSL); (b) montículo 04 del sitio de García Ricci (ver [Figura 4](#)). Obsérvense los árboles que han crecido en él, característica muy común de los montículos. Su vegetación arbórea contrasta fuertemente con la vegetación hidrófila de la matriz donde ellos fueron implantados. (Color en la versión electrónica)

hasta más de 7 m ([Figura 2](#)). Se encuentran aislados o formando grupos en dos unidades de paisaje: (1) llanuras bajas (humedales, bañados; tierras que se inundan en forma permanente o temporaria) que se desarrollan a poca altura sobre el nivel del mar; y (2) colinas y valles cuya altura varía entre 60 y 120 m snm (Programa de Conservación de la Biodiversidad y Desarrollo Sustentable en los Humedales del Este [1999](#)). En las planicies son los únicos elementos de mesorrelieve presentes. En el área de India Muerta-Paso Barrancas, donde dominan los esteros y bañados, se encuentran los más altos y antiguos; su densidad alcanza los 0,6 montículos por km². Las cronologías ¹⁴C para esta región indican que se elevaron entre 4500 y 2000 aP (5159-1956 cal aP; CALIB 7.1 [Hogg et al. [2013](#)]; Bracco et al. [2015](#):Tabla 1). Diferentes indicadores señalan que el inicio de la elevación de los montículos fue coetáneo con un cambio del clima a condiciones más secas y frías (Bracco et al. [2005, 2011](#); del Puerto [2003, 2015](#); del Puerto et al. [2013](#); Inda [2009](#)). Su función ha sido objeto de larga controversia: se ha propuesto que fueron erigidos como plataformas que permitieron la ocupación de áreas inundables, sitios de enterramiento, sitios rituales, marcadores territoriales o sistemas multifuncionales que incluso integraban propósitos hortícolas (Baeza y Panario [1999](#); Bracco, Cabrera y López [2000](#); Iriarte et al. [2000](#); López [2001](#); Milheira y Gianotti [2018](#); Milheira et al. [2016](#); Schmitz [1976](#)). No obstante, varios de estos planteos han sido cuestionados a partir de dataciones ¹⁴C que evidencian una elevación

continúa a escala secular (Bracco [2006](#); Bracco y Ures [1999](#); Bracco et al. [2008, 2015](#)). En contraposición, Villagran y Gianotti ([2013](#)) y Gianotti ([2015](#)), a partir del complejo arqueológico de Pago Lindo, han propuesto un modelo de construcción espacio-temporal discontinuo. Es probable que, con una población de más de 1.500 montículos con una distribución espacio-temporal tan extensa, los procesos constructivos presenten variaciones. Sin embargo, cronologías densas de TL (Duarte et al. [2017](#)) respaldan el modelo de crecimiento continuo, cuyo corolario es que los montículos no serían un producto, sino la consecuencia de un comportamiento recursivo que se repitió por siglos. El registro arqueológico muestra que los grupos humanos que los erigieron eran cazadores-recolectores-pescadores que integraron la horticultura de forma subsidiaria en su economía (Bracco et al. [2008](#); del Puerto [2015](#)). Los silicofitolitos indican una incorporación temprana del cultivo de calabaza, porotos y maíz alrededor de 3000 aP (del Puerto [2015](#); Iriarte [2007](#); Iriarte et al. [2004](#)). Gianotti y colaboradores ([2013](#)) han interpretado pequeñas elevaciones en tierra del sitio de Cañada de los Caponcitos (Tacuarembó) como construcciones para cultivar maíz y/o manejo de vegetales no domesticados. Restos macrobotánicos testimonian el uso de frutos de palmeras locales, *Butia odorata* y *Butia yatay* (Suárez [2018](#)). Los cérvidos y peces dominan el registro arqueofaunístico (Moreno [2014](#)). La señal isotópica de restos óseos humanos (¹³C, ¹³C_{col}/¹³C_{ap} y ¹⁵N) corresponde a una economía basada en la caza-pesca y recolección desarrollada en ambientes

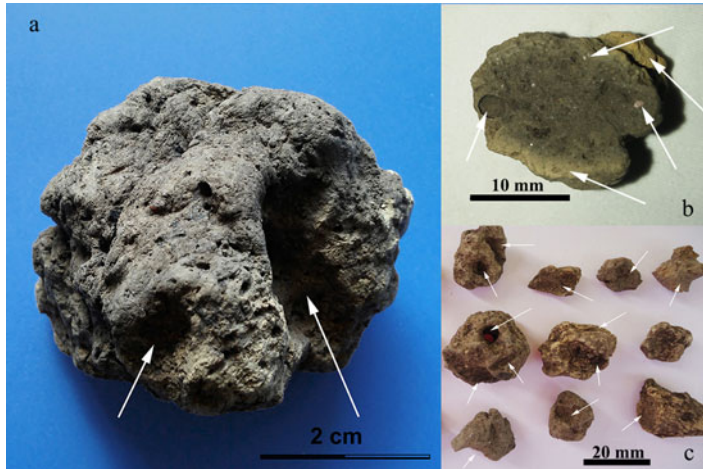


Figura 3. (a) Fragmento de tierra quemada, montículo 04, García Ricci; (b) fragmento cortado, montículo 04, García Ricci (las flechas indican galerías, granos de arena, superficie externa y sector oxidado); (c) fragmentos menores de tierra quemada, Puntas de San Luis (las flechas señalan galerías). (Color en la versión electrónica)

continentales, donde el maíz habría jugado un papel menor (del Puerto 2015; Mut 2015).

Montículos y datación por luminiscencia

Las primeras dataciones por luminiscencia de montículos fueron realizadas sobre la tierra quemada que integra su matriz (Duarte et al. 2017). Estas son concreciones de tamaño grava (≥ 2 mm), cuya dureza (≥ 3 escala Mohs) y color evidencian exposición al fuego (Figura 3). La forma y el diámetro de galerías presentes en los fragmentos mayores (> 2 cm) y atributos microestructurales de fragmentos menores —donde no siempre se pueden identificar galerías— han permitido proponer, tomando como referencia los trabajos de Cosarinsky (2003, 2006), que para su confección se partió de terrones extraídos de los nidos de epigeos construidos por la hormiga *Camponotus punctulatus* (Bracco, Panario, Gutiérrez, Duarte y Bazzino 2019). Estos insectos viven en la región neotropical (Cosarinsky 2003, 2006), en los mismos ambientes donde se emplazan los montículos. En los montículos 07 y 10 del sitio de García Ricci, la tierra quemada constituye el 25%-30% de la matriz (Duarte et al. 2017). Porcentajes similares se observaron en el sitio de Puntas de San Luis (PSL), ubicado en la misma planicie, a menos de 10 km de distancia (Bracco, Montaña et al. 2000). En estas estimaciones se

consideró como tierra quemada los fragmentos mayores a dos milímetros, quedando abierta la posibilidad que las fracciones finas de la matriz también hubiesen sido expuestas a calor.

Principios del método de datación por luminiscencia e hipótesis

Las técnicas de datación por luminiscencia se basan en la propiedad de algunos minerales, tales como el cuarzo y el feldespato, de acumular energía ionizante y de liberarla cuando se les estimula con luz o calor (blanqueo). En la naturaleza, dicha energía (radiación de fondo) procede de los isótopos inestables naturales y del cosmos. La cantidad de energía acumulada (paleodosis) es proporcional a la intensidad de la radiación de fondo y al tiempo que ha transcurrido desde que el mineral se blanqueó por última vez. Por lo tanto, si se estima la paleodosis y la intensidad de la radiación, se podrá calcular el tiempo transcurrido desde el blanqueo (Aitken 1985; Murray y Olley 2002; Shrestha 2013). El blanqueo es total cuando el mineral se expone a temperatura suficiente para reiniciar el registro termoluminiscente y luminiscente, y parcial cuando se expone a la luz, reiniciando el registro luminiscente. En este último caso queda un remanente de energía que sólo se libera si el mineral se calienta. Si el evento a datar es

contemporáneo con un blanqueo por calor se utilizan las técnicas de datación por termoluminiscencia (TL) o por luminiscencia ópticamente estimulada (OSL, por sus siglas en inglés). Si el evento a datar es coetáneo con un blanqueo por luz, se utiliza la técnica de datación por OSL. Si en este caso también se datara por TL, se estimaría una paleodosis y edad mayor por integrar el remanente de energía que no se liberó por la exposición a la luz. Esto indirectamente permite conocer cuál fue el agente de blanqueo. Edades y/o paleodosis OSL menores a edades y/o paleodosis TL indicarán blanqueo por luz. Edades o paleodosis OSL y TL concordantes señalarán blanqueo por calor.

Al observar que existen evidencias que sugieren la presencia del fuego en la construcción de los montículos, se ensayó datar por luminiscencia diferentes fracciones de la matriz, partiendo de la siguiente hipótesis: si toda la matriz alcanzó una temperatura mayor a aproximadamente 380°C (ver abajo), entonces es de esperar que no existan diferencias entre las edades OSL y TL o que éstas sean similares.

Materiales y métodos

Los datos presentados aquí provienen del montículo 10 del sitio de García Ricci, del montículo Beta del sitio de Los Ajos y del montículo 1 del sitio de Pelotas (Figura 1). El sitio de García Ricci está ubicado en la margen derecha del arroyo India Muerta, en una planicie permanentemente o temporalmente inundada que se ubica a 10 m snm. Integra 10 montículos de los cuales dos alcanzan más de 4 m de altura, otros dos 3 m y el resto menos de 2 m (Figuras 2 y 4). Edades termoluminiscentes indican que fue ocupado entre aproximadamente 5000 y 1600 aP¹ (Duarte et al. 2017:Tabla 1). El montículo 10 se elevó entre aproximadamente 4250 y 2000 aP. Para su base (414 cm de profundidad) se dispone de una fecha ¹⁴C: 3680 ± 30 aP (Duarte et al. 2017:22). El sitio de Los Ajos se encuentra en el extremo septentrional de la sierra homónima, en una lomada que limita con el bañado de India Muerta (Figura 1). Está compuesto por 28 montículos, donde los más altos alcanzan 3 m de altura. Fue excavado en dos oportunidades (Bracco 1993; Iriarte 2007; Iriarte

et al. 2000) y es la base del modelo propuesto por Iriarte (Iriarte 2007; Iriarte et al. 2000, 2004). Sus edades ¹⁴C cubren el período entre 4500 y 2000 aP (Bracco et al. 2015; Iriarte 2007:Tabla 1). El sitio de Pelotas se ubica en la margen derecha del arroyo Pelotas, en una planicie inundable que se desarrolla a 11 m snm. Está compuesto por nueve montículos. El más bajo mide 1,5 m y el más alto 3,5 m.

Se tomaron sucesivas muestras verticales, no perturbadas, encamisadas en tubos de PVC de 15 cm de longitud, con un muestreador de suelos (AMS 2062) desde el punto más alto de los montículos hasta la base. Para evitar su exposición a la luz, las muestras destinadas a ser datadas por luminiscencia se extrajeron del cabezal del muestreador dentro de bolsas negras de nylon e inmediatamente fueron envueltas en papel aluminio.

Las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Luminiscencia de la Facultad de Ciencias, Universidad de la República. Los fragmentos de tierra quemada se separaron de la matriz con un tamiz de 2 mm en húmedo. Luego de secar ambas fracciones se determinó el porcentaje de tierra quemada por peso. En la preparación de las muestras a ser datadas se siguieron, con pequeñas modificaciones, los procedimientos descritos por Vandenberghe (2004) y Gonzalez Martínez (1999).

Medición

Las señales TL y OSL se midieron con un lector automático Daybreak 1100. Se usó un irradiador Daybreak Modelo 801E equipado con una fuente beta de ⁹⁰Sr para las irradiaciones (0,0597 Gy/s, septiembre 2000).

Las mediciones TL de la fracción fina (limopolimineral) se realizaron utilizando el método de dosis aditiva de múltiples alícuotas (MAAD, por sus siglas en inglés; Vandenberghe 2004). Desde la irradiación hasta la medición, las alícuotas se dejaron reposar durante 10 días. La región del espectro utilizada para determinar la dosis equivalente se seleccionó por el método de meseta (Gonzalez Martínez 1999). Las mediciones OSL de la fracción de cuarzo mayor que 63 μm se realizaron siguiendo el método MAAD o el método de dosis regenerativa de múltiples alícuotas (MARD, por sus siglas en

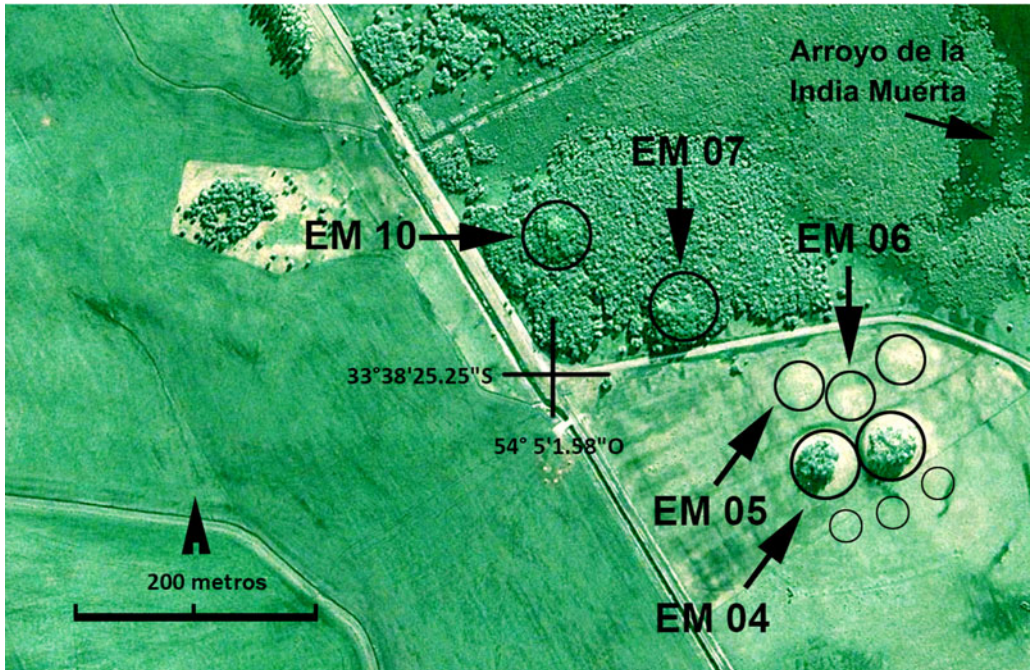


Figura 4. Imagen satelital del sitio de García Ricci (Google Earth, 12/2015). Los círculos indican la localización de los montículos. (Tomado de Duarte et al. 2017:Figura 4.) (Color en la versión electrónica)

inglés; Vandenberghe 2004) indistintamente. Se seleccionó como temperatura de precalentamiento aquella a la cual los espectros TL y OSL normalizados de alícuotas naturales e irradiadas presentaron igual forma. Cuando se aplicó el método MARD, el blanqueo se ejecutó exponiendo las alícuotas a la luz solar durante 60 minutos.

Además de las alícuotas utilizadas para determinar la temperatura de precalentamiento, se midieron 6 alícuotas TL y 10 alícuotas OSL para estimar la intensidad de la señal natural y 6 en cada uno de los 4 o 5 escalones de irradiación. Con el objetivo de reducir la dispersión debido a las diferencias de sensibilidad y/o carga entre alícuotas, las medidas OSL de la fracción gruesa integraron una primera medición de 0,15 segundos. A partir de estos datos se calculó un factor de corrección. En todos los casos sólo se aceptaron como válidas las series de mediciones correspondiente a alícuotas no irradiadas e irradiadas a diferentes dosis, que presentaron un C_v (coeficiente de variación) menor o igual que 5%, descartándose un máximo de dos medidas. En caso contrario se repitió la serie. Las

concentraciones de ^{238}U , ^{232}Th , K y ^{137}Cs se determinaron en el Laboratorio de Radioquímica del Centro de Investigación Nucleares de la Facultad de Ciencias, Universidad de la República, mediante un espectrómetro gamma Canberra tipo P de germanio hiperpuro (Tabla Suplementaria 1).

Los cálculos de edad y paleodosis se realizaron siguiendo a Adamiec y Aitken (1998). Para las mediciones procedentes del mismo nivel se calcularon los intervalos de confianza (IC) del promedio (\bar{Y}) como $\bar{Y} \pm \sigma_e (t_{n-1}, \alpha)$, siendo σ_e el error estándar de la media, t_{n-1} el valor del estadístico de Student para $n-1$ grados de libertad (n es el tamaño de la muestra) y α el intervalo de confianza (99%; Zar 2010). Los intervalos de confianza permiten resumir la magnitud de un efecto y el grado de conocimiento adecuado de la verdadera diferencia y se utilizan para complementar los resultados obtenidos mediante estimadores de punto, como el promedio, con una medida del error que pudieran afectarlos (Nuzzo 2014). Para la interpretación de los resultados y en función de la relatividad de los procedimientos de obtención de los datos, se utilizaron

los criterios propuestos por Johnson (1999). Esto es, si los intervalos de confianza correspondientes a las edades luminiscentes de igual procedencia se superponen o están próximos, es de esperar que no existan diferencias entre las edades o que estas sean similares.

En forma adicional fue ensayada una prueba experimental para estimar la disminución de la señal TL por acción de la luz solar. Se realizó a partir de la fracción de cuarzo procedente de dos muestras tomadas a diferentes niveles y tratada para ser medida por OSL. Ocho de las 16 alícuotas preparadas fueron expuestas a luz natural por 14 horas. Las ocho restantes no se blanquearon. Las mediciones fueron realizadas siguiendo los parámetros establecidos para las mediciones TL (ver arriba).

Resultados

Para el montículo 10 del sitio de García Ricci se hicieron 39 dataciones (Tabla 1 y Figura 5), 7 de las cuales (5 por OSL y 2 por TL) corresponden al nivel de 421-433 cm (Figura 5a). Los IC de las dos edades TL se superponen en parte, y estos a su vez se superponen con los de dos edades OSL. Otros dos IC, de edades OSL más recientes, están muy próximos. El IC de la edad OSL más antigua no se superpone a ninguna de las otros seis y está muy alejado, pero no tanto como para ser una edad geológica. Esta última determinación fue hecha a partir de la fracción fina de la matriz. La media ponderada de las primeras seis edades luminiscentes es 3880 ± 84 aP. Para el nivel de 414 cm, se dispone de una edad AMS ^{14}C de 3680 ± 30 aP (Beta 458464; Duarte et al. 2017). Sus rangos calibrados posibles son 3850-4011 cal aP ($p=0,882$) y 4028-4083 cal aP ($p=0,178$; calibrados a 2 sigma [2σ] con el programa CALIB 7.1 [Hogg et al. 2013]).

Cinco fechados proceden del nivel de 373-383 cm (Figura 5b). Los IC de cuatro de ellos (3 OSL, 1 TL) se superponen. El quinto que no está superpuesto corresponde a un fechado OSL que se realizó a partir de la fracción fina de la matriz.

Para las seis dataciones (4 OSL, 2 TL) procedentes del nivel de 334-344 cm (Figura 5c), las dataciones TL mostraron IC similares y estos se

superponen con los de dos dataciones OSL. Para una tercera edad OSL, el IC está relativamente próximo a los anteriores. Para la última edad OSL, realizada a partir de la fracción fina de la matriz, el promedio y el IC están más alejados. Sin embargo, esta edad no es tan antigua como para ser considerada una edad geológica.

Seis son las fechas datadas para el nivel de 248-251 cm (5 OSL, 1 TL; Figura 5d). El IC de tres dataciones OSL y una TL se superponen. Los IC de los dos fechados restantes, correspondientes a edades más antiguas, no se superponen y el más alejado corresponde a una determinación hecha a partir de la fracción fina de la matriz.

Ocho dataciones (6 OSL, 2 TL) fueron realizadas para el nivel de 157-167 cm (Figura 5e). Los IC de cinco de ellas (1 TL, 4 OSL) se superponen; los IC de las tres dataciones restantes, más antiguas, están muy alejados, correspondiendo a determinaciones realizadas a partir de la fracción fina de la matriz.

Finalmente, del nivel de 73-83 cm proceden siete dataciones (2 TL, 5 OSL), cuyos IC se agregan en dos grupos (Figura 5f). En uno, correspondiente a edades más recientes, la superposición se observó para tres edades OSL; en el otro, correspondiente a edades más antiguas obtenidas a partir de la fracción fina de la matriz, la superposición se da entre dos edades TL y dos OSL.

Para el montículo Beta del sitio de Los Ajos se hicieron 11 dataciones (Tabla 2). Para el nivel de 72-76 cm se obtuvieron cuatro fechas de matriz (2 TL, 2 OSL; Figura 5g). Las primeras fueron realizadas a partir de la fracción fina y las otras dos a partir de la fracción arena. Los IC de las edades TL se superponen, al igual que los de las edades OSL, pero no se observa superposición entre los dos grupos. También en este caso, las edades determinadas a partir de la fracción fina son más antiguas, pero no tanto como para ser edades geológicas. De los niveles de 192-196 y 196-200 cm proceden cuatro edades (2 TL y 2 OSL, respectivamente; Figura 5h). Para cada nivel los IC se superponen y entre niveles se superponen los correspondientes a una edad TL y una edad OSL.

Los IC de las dos edades TL del nivel de 205-212 cm, ambas realizadas a partir de la fracción

Tabla 1. Edades luminiscentes del montículo 10 del Sitio de García Ricci.

Profundidad (cm)	Nº de la muestra	Técnica	Método	Muestra ^b	Fracción	De ^c Gy	σ Gy	Edad aP	σ	n ^d	IC ^e
421-433	Uy 66a	TL	MAAD	TQ	Fina	177,29	19,50	4130	470	28	224
	Uy 67 ^a	OSL	MARD	TQ	Arena	95,76	4,97	3675	228	27	111
	Uy 68 ^a	OSL	MAAD	TQ	Arena	92,84	2,06	3561	141	29	66
	Uy 69	OSL	MARD	Matriz	Arena	101,80	4,50	3911	217	26	108
	Uy 70	OSL	MARD	Matriz	Arena	110,45	1,94	4249	157	27	76
	Uy 71	OSL	MAAD	Matriz	Fina	234,13	6,85	5476	200	27	97
	Uy 122	TL	MAAD	Matriz	Fina	193,50	17,50	4383	405	28	193
373-383	Uy 72 ^a	OSL	MARD	TQ	Arena	97,76	5,58	3613	239	29	111
	Uy 73 ^a	OSL	MARD	TQ	Arena	109,90	8,03	4070	328	26	163
	Uy 74 ^a	TL	MAAD	TQ	Fina	171,33	14,73	3818	343	27	167
	Uy 75	OSL	MARD	Matriz	Arena	106,51	5,79	3942	251	27	122
	Uy 76	OSL	MAAD	Matriz	Fina	213,29	8,70	4770	221	28	105
	Uy 77 ^a	TL	MAAD	TQ	Fina	162,78	15,56	3747	373	26	185
334-344	Uy 78 ^a	TL	MAAD	TQ	Fina	174,51	17,10	4022	410	27	199
	Uy 79 ^a	OSL	MARD	TQ	Arena	84,83	4,03	3218	187	27	91
	Uy 80	OSL	MARD	Matriz	Arena	104,88	2,09	3995	152	28	72
	Uy 81	OSL	MARD	Matriz	Arena	104,52	4,16	3981	206	29	96
	Uy 82	OSL	MAAD	Matriz	Fina	243,16	15,32	5631	378	26	188
	Uy 83 ^a	TL	MAAD	TQ	Fina	160,69	16,03	3667	381	26	189
248-251	Uy 84 ^a	OSL	MAAD	TQ	Fina	170,24	13,21	3889	318	27	155
	Uy 85	OSL	MARD	TQ	Arena	95,29	3,03	3961	180	27	87
	Uy 86	OSL	MARD	Matriz	Arena	90,14	2,51	3744	160	28	76
	Uy 87	OSL	MARD	Matriz	Arena	106,26	2,80	4425	184	26	91
	Uy 88	OSL	MAAD	Matriz	Fina	211,65	10,96	4851	324	27	157
	Uy 89 ^a	TL	MAAD	TQ	Fina	149,45	14,06	3411	335	27	163
157-167	Uy 90 ^a	OSL	MAAD	TQ	Fina	141,29	4,33	3221	122	28	58
	Uy 91 ^a	OSL	MARD	TQ	Arena	86,01	7,84	3313	326	29	152
	Uy 92	OSL	MARD	Matriz	Arena	81,89	2,02	3151	130	26	65
	Uy 93	OSL	MARD	Matriz	Arena	83,60	6,08	3218	261	27	127
	Uy 94	OSL	MAAD	Matriz	Fina	191,66	11,74	4394	289	28	138
	Uy 95	OSL	MAAD	Matriz	Fina	205,05	12,44	4705	306	29	143
	Uy 96	TL	MAAD	Matriz	Fina	225,97	12,60	5192	313	26	156
73-83	Uy 97 ^a	TL	MAAD	TQ	Fina	119,48	13,69	2780	332	27	161
	Uy 98 ^a	OSL	MAAD	TQ	Fina	109,47	11,11	2542	270	27	131
	Uy 99 ^a	OSL	MARD	TQ	Arena	57,31	2,97	2185	137	28	65
	Uy 100	OSL	MARD	Matriz	Arena	52,66	10,01	2002	399	29	186
	Uy 101	OSL	MARD	Matriz	Arena	52,02	2,89	1977	131	26	65
	Uy 102	OSL	MAAD	Matriz	Fina	117,26	10,94	2727	267	26	133
	Uy 123	TL	MAAD	Matriz	Fina	112,80	13,12	2798	340	27	165

^aDatos de Duarte y colaboradores (2017:Tabla 5).

^bTQ = tierra quemada.

^cDe = dosis equivalente.

^dn = tamaño de la muestra.

^eIC = intervalo de confianza.

cuarzo, se superponen (Figura 5i). Aunque sólo se obtuvo una edad para el nivel de 214-222 cm, exhibe la tendencia esperada de ser más antigua que los niveles superiores.

Para el montículo 1 del sitio de Pelotas se determinaron 11 dosis equivalentes para tres niveles (Tabla 2). Para el nivel de 53-57 cm se obtuvieron cinco mediciones, dos realizadas a partir de tierra quemada utilizando TL, dos a

partir de la fracción fina de la matriz también utilizando TL y una de la misma fracción utilizando OSL (Figura 5j). Los IC de tres de ellas se superponen, y los restantes se superponen con uno o dos de los primeros. Para cada uno de los niveles de 67-70 y 82-87 cm se determinaron 3 dosis equivalentes (2 TL, 1 OSL; Figura 5k-l). En el primer caso los IC se solapan y en el segundo dos se solapan y uno no se superpone,

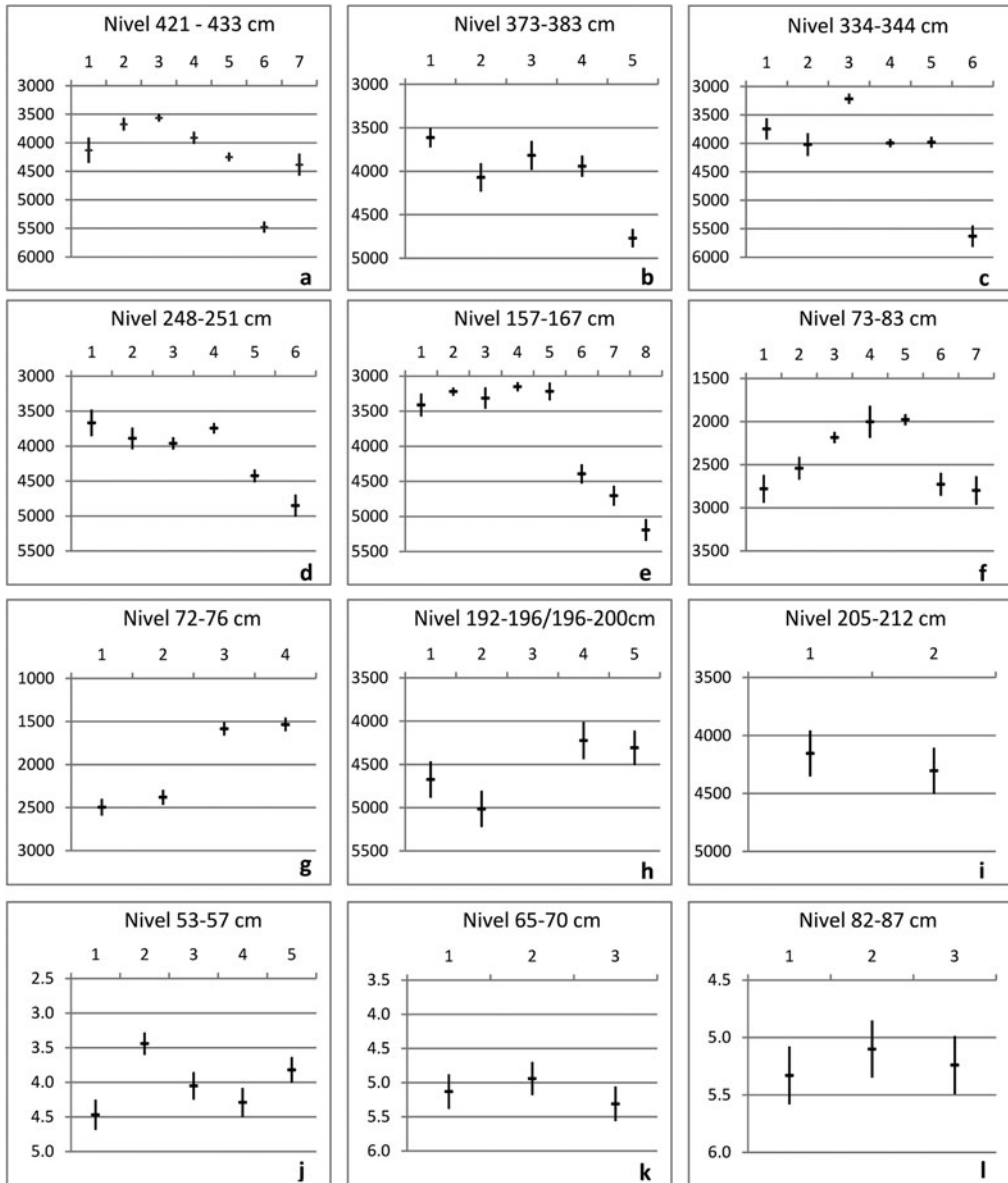


Figura 5. IC de las edades luminiscentes del montículo 10 del sitio de García Ricci y montículo Beta del sitio de Los Ajos y de las dosis equivalentes del montículo 1 del sitio de Pelotas, agrupadas por niveles.

pero sin mostrar una diferencia importante con los primeros.

La prueba experimental muestra que la señal TL de la fracción de cuarzo expuesta a la luz solar durante 14 horas disminuyó aproximadamente un 30% con relación a la no expuesta (Figura 6). Estos resultados indican que la exposición a la luz genera solamente un blanqueo parcial.

Discusión

El IC que se utilizó para valorar los estimadores de dataciones utilizando dos técnicas en diferentes sitios y niveles de profundidad se considera adecuado y satisfactorio, ya que permite resumir la magnitud y variabilidad de un efecto e interpretar la diferencia en función de cierto conocimiento (Johnson 1999; Nuzzo 2014). La

Tabla 2. Edades luminiscentes del montículo beta del Sitio de Los Ajos y dosis equivalentes del montículo 1 del Sitio de Pelotas.

Profundidad (cm)	Nº de la muestra	Técnica	Método	Muestra	Fracción	De ^a Gy	σ Gy	Edad aP	σ	n ^b	IC ^c
Montículo Beta, Sitio de Los Ajos											
72–76	Uy 110	TL	MAAD	Matriz	Fina	4,66	0,32	2495	190	25	96,65
	Uy 115	TL	MAAD	Matriz	Fina	4,87	0,33	2380	180	27	87,49
	Uy 116	OSL	MARD	Cuarzo	Arena	1,92	0,18	1585	160	27	77,77
	Uy 117	OSL	MARD	Cuarzo	Arena	1,86	0,18	1535	160	26	79,52
192–196	Uy 118	TL	MAAD	Matriz	Fina	9,03	0,76	4675	435	27	211,45
	Uy 119	TL	MAAD	Matriz	Fina	9,67	0,80	5015	430	27	209,02
196–200	Uy 120	OSL	MARD	Cuarzo	Arena	4,99	0,45	4225	430	26	213,71
	Uy 121	OSL	MARD	Cuarzo	Arena	5,09	0,45	4308	400	26	198,80
205–212	Uy 103	TL	MAAD	Matriz-Cuarzo	Fina	8,04	0,70	4155	400	26	198,80
	Uy 104	TL	MAAD	Matriz-Cuarzo	Fina	8,32	0,70	4305	400	26	198,80
214–222	Uy 105	TL	MAAD	Matriz-Cuarzo	Fina	8,73	0,70	4518	420	26	208,74
Montículo 1, Sitio de Pelotas											
53–57	Uy 200	TL	MAAD	TQ	Fina	4,47	0,45	-	-	27	0,2187
	Uy 201	TL	MAAD	TQ	Fina	3,44	0,34	-	-	28	0,1618
	Uy 202	TL	MAAD	Matriz	Fina	4,05	0,40	-	-	26	0,1988
	Uy 203	TL	MAAD	Matriz	Fina	4,29	0,43	-	-	27	0,2090
	Uy 204	OSL	MAAD	Matriz	Fina	3,82	0,38	-	-	27	0,1847
65–70	Uy 205	TL	MAAD	Matriz	Fina	5,13	0,51	-	-	26	0,2535
	Uy 206	TL	MAAD	Matriz	Fina	4,94	0,49	-	-	26	0,2435
	Uy 207	OSL	MAAD	Matriz	Fina	5,31	0,53	-	-	28	0,2522
82–87	Uy 208	TL	MAAD	Matriz	Fina	5,33	0,53	-	-	28	0,2522
	Uy 209	TL	MAAD	Matriz	Fina	5,10	0,51	-	-	27	0,2479
	Uy 210	OSL	MAAD	Matriz	Fina	5,24	0,52	-	-	27	0,2528

^aDe = dosis equivalente.

^bn = tamaño de la muestra.

^cIC = intervalo de confianza.

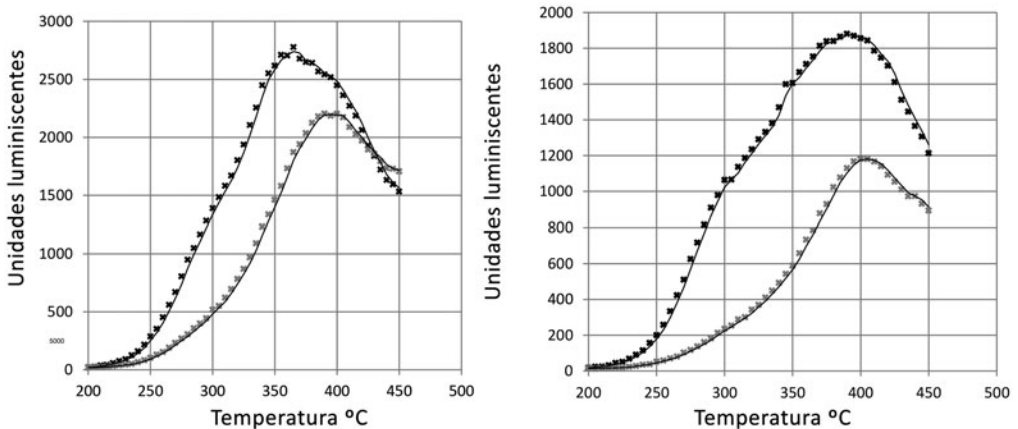


Figura 6. Espectros TL de muestras de cuarzo, fracción de arena blanqueadas (cruces grises) y no blanqueadas (cruces negras) del montículo 7 (profundidad 40 cm) y del montículo 10 (profundidad 73 cm) del sitio de García Ricci. Las alícuotas estuvieron expuestas a luz natural por 14 horas, de las cuales 8 fueron directamente a luz solar. La pérdida de intensidad de la señal en un caso no llegó al 20% y en el otro estuvo en el orden del 30%.

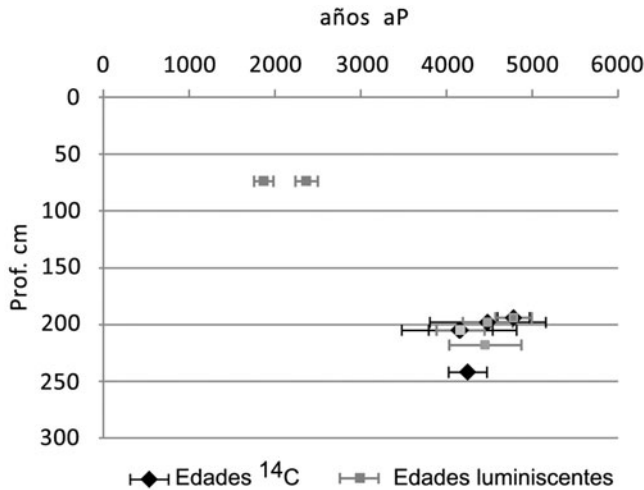


Figura 7. Edades ^{14}C calibradas (barras negras) y luminiscentes (barras grises) del montículo Beta del sitio de Los Ajos.

valoración que se realizaría de los resultados mediante la aplicación de una prueba de hipótesis estadística para conocer si no existen diferencias significativas en las muestras analizadas para cada nivel no es determinar si existe un efecto que sea trascendente o relevante como resultado, sino tener en cuenta que tales efectos son nulos en el contexto de la interpretación de los resultados y teniendo en cuenta la relatividad de la información analizada. En este sentido, importa conocer la magnitud de la diferencia y el grado de superposición. Un valor de probabilidad asociado a un test de hipótesis no aportaría ni a la estimación de las dataciones ni a la calidad de las mismas y tampoco valoraría la relevancia de los resultados en el contexto analizado, donde es de esperar encontrar diferencias (Fidler et al. 2006; Johnson 1999).

La comparación de los IC permite afirmar que las series de edades TL y OSL realizadas a partir de diferentes fracciones de la matriz del montículo 10 del sitio de García Ricci y del montículo Beta del sitio de Los Ajos (a excepción de 4 de un total de 63) estiman para los mismos niveles la misma edad o edades muy próximas. Ninguna está en el orden de edades geológicas. Para el montículo 1 del sitio de Pelotas no se calculó la edad por no contar con la medida de dosis anual. Igualmente se estimaron dosis equivalentes, las cuales se presentaron como concordantes para cada uno de los tres

niveles analizados. La concordancia entre edades luminiscentes y ^{14}C indica la precisión cronológica de los resultados (Figura 7; Tabla 3). La concordancia entre las edades y las dosis equivalentes TL y OSL para muestras del mismo origen, observando los principios de la técnica, permite deducir que el agente blanqueador fue el calor.

Un blanqueo por luz durante el proceso de construcción podría explicar la coherencia de las edades OSL y de éstas con las ^{14}C , aunque es muy poco probable. Para que esto suceda, todos los granos deben quedar expuestos a la luz durante el proceso de toma, acarreo y/o deposición del sedimento. Pero, por más que admitiéramos que la acción humana produjo el blanqueo por luz del sedimento, quedaría por explicar cómo se reiniciaron en forma simultánea los registros OSL y TL. Los ensayos de laboratorio que apuntaron a determinar si era posible que la señal TL se blanqueara por acción de luz solar fueron negativos. Las muestras sometidas a condiciones mucho más extremas que las esperables durante los procesos constructivos, o en cualquier situación natural (se partió de granos de arena de cuarzo, limpios física y químicamente, colocados sobre una superficie formando una sola capa), mostraron sólo una disminución parcial de la intensidad de la señal TL (Figura 7). Todo induce a concluir que toda o casi toda la matriz perdió simultáneamente su registro OSL

Tabla 3. Edades ¹⁴C procedentes del montículo 10 del Sitio de García Ricci y del montículo beta del Sitio de Los Ajos.

Profundidad (cm)	Edad ¹⁴ C aP	Rango cal aP (2σ)	p	Material	Nº de la muestra
Montículo 10, Sitio de García Ricci					
414,0	3680 ± 30	385-4011 4028-4083	0,882 0,178	Materia orgánica	Beta 458464
Montículo Beta, Sitio de Los Ajos					
192,5	3690 ± 270	3360-4712 4719-4721 4753-4815	0,986 0,000 0,014	Carbón	URU 0034
197,5	3350 ± 90	3357-3731 3745-3771 3790-3825	0,962 0,015 0,024	Carbón	URU 0053
205,0	3870 ± 280	3482-3538 3544-4883 4935-4957	0,009 0,987 0,003	Carbón	URU 0033
242,5	3950 ± 80	4088-4536 4542-4548 4555-4568	0,992 0,003 0,006	Carbón	URU 0089
250,0	3750 ± 140	3647-3661	0,005	Carbón	URU 0088

Fuentes: Bracco et al. 2015; Duarte et al. 2017.

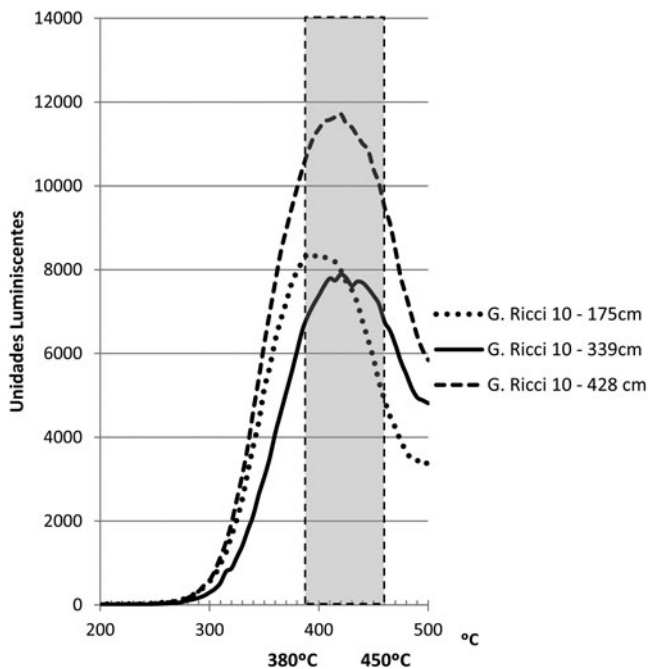


Figura 8. Espectros TL de la fracción de cuarzo, montículo 10, sitio de García Ricci. Obsérvese que los picos se desarrollan en el intervalo 380°C-450°C, lo cual señala que la temperatura de blanqueo se encuentra en ese rango, correspondiendo a la temperatura mínima a la cual estuvo expuesta la matriz.

y TL, lo cual apunta a un solo agente posible de blanqueo: el calor.

Las edades más discordantes, en casi todos los casos más antiguas, fueron producidas a

partir de la fracción fina de la matriz. Podría ser consecuencia de un blanqueamiento parcial, al no haber alcanzado esas porciones del sedimento la temperatura suficiente. Según los espectros TL

del montículo 10, este estuvo en el intervalo 380°C-450°C (Figura 8). La magnitud de las diferencias entre edades discrepantes y no discrepantes permite afirmar que el blanqueo estuvo muy cerca de ser total. Visto de otra manera, la matriz estuvo muy próxima a alcanzar en su totalidad temperaturas próximas a los 380°C. Calentamientos no homogéneos serían esperables en prácticas tradicionales de termoalimentación de sedimentos (ver abajo).

Junto a las características y abundancia de tierra quemada y a los registros luminiscentes, otras evidencias indican que el fuego estuvo presente en los procesos de elevación de los montículos: presencia de áreas de combustión, carbón y geoquímica de la matriz. Cabrera (1999:71) señala la presencia de áreas de combustión o lentes de cenizas en montículos de la Sierra de San Miguel. López (2001:239) identifica estructuras de combustión en el sitio CH2D01 del Bañado de San Miguel. Milheira y colaboradores (2017:209;Figura 6) reportan que en la base de todos los montículos de Ponta da Barra, sur de Brasil, se encontraron “*hearths*”². En la base del montículo B del sitio CH2D01, Bracco, Montaña y colaboradores (2000:20) señalan una situación análoga.

Iriarte (2003), Inda y del Puerto (2007) y Suárez (2018) recuperaron y realizaron estudios sistemáticos de macrorrestos vegetales carbonizados. Los dos últimos nos permiten aproximarnos a una cuantificación de la abundancia de carbones en la matriz de los montículos. Para el montículo II del sitio PSL, correspondiente al período 4000-3200 aP, a partir de restos antracológicos mayores a 20 mm² de superficie ($n = 75$), Inda y del Puerto (2007) identificaron 15 familias arbóreas. Suárez (2018) recuperó por flotación asistida 2.148 macrorrestos vegetales (1.308 carporrestos y 840 antracorrestos), casi en su totalidad carbonizados, de una columna de 115 cm de profundidad y base cuadrada de 50 cm de lado (0,26 m³) procedente del montículo B del sitio CH2D01. La base de este montículo ha sido datada en 2360 ± 60 aP. Para los niveles de 35-40 cm y 45-50 cm se cuenta con dos fechados¹⁴C: 1090 ± 70 y 1700 ± 100 aP (Bracco y Ures 1999).

Las concentraciones de fósforo (P) y potasio (K) disponible en la matriz de los montículos

se presentan en cantidades entre uno y tres órdenes superiores a los exhibidos por los suelos naturales de la región. En función de la geología del área, su origen más probable es la concentración de grandes cantidades de materia orgánica (Bracco, Panario, Gutiérrez, Bazzino et al. 2019)³. Sin embargo, los mayores niveles de materia orgánica (5%-7%) que se dan en la parte superior de los montículos (Bracco, Panario, Gutiérrez, Bazzino et al. 2019:Tablas 1 y 3) son muy similares a los de los horizontes superiores de los suelos naturales de la región (6%-8%; Hernández y Berger 2003). Además, al igual que en los suelos naturales, los porcentajes de materia orgánica disminuyen notablemente hacia la base (Bracco, Panario, Gutiérrez, Bazzino et al. 2019:Tablas 1 y 3). Por lo tanto, lo que se observa es que los montículos, a partir de los cuales se ha desarrollado un suelo antropogénico, presentan porcentajes y distribución vertical de la materia orgánica similares a la de los suelos naturales. Pero entonces ¿dónde está la materia orgánica que aportó P y K? Es muy posible que una parte se haya degradado. Sin embargo, si este fuera el caso sería de esperar que los montículos más modernos exhibieran porcentajes de materia orgánica mayores. Esto no se observa. Los porcentajes de materia orgánica de montículos antiguos son iguales o, en algunos casos, mayores a los más recientes. Los niveles superiores del montículo 10 del sitio de García Ricci, con edades aproximadas de 2000 aP, exhiben un 7,1% de materia orgánica (Bracco, Panario, Gutiérrez, Bazzino et al. 2019: Tabla 3). Los niveles superiores del montículo A del sitio CH2D01 con edades ¹⁴C en el entorno de 200-300 aP (Bracco y Ures 1999) muestran una media del 4,3% de materia orgánica (Bracco, Panario, Gutiérrez, Bazzino et al. 2019:Tabla 1). Una explicación probable para este comportamiento es que una parte de la materia orgánica aportada por actividad humana se haya degradado por ignición, dejando un residuo de ceniza rico en K y P.

Muchas prácticas humanas causan termoalteración de sedimentos, pero no son comunes las que al repetirse en un mismo lugar durante lapsos muy prolongados producen grandes depósitos de sedimento termoalterado. Sin embargo, las prácticas que se reconocen como el mecanismo

principal de crecimiento de los montículos de tierra australianos, particularmente los denominados *oven mounds*, producen acumulaciones de sedimento termoalterado.

En las cuencas de los ríos West y South Alligator y del Río Murray, en el norte y sur de Australia, respectivamente, los montículos de tierra son un rasgo arqueológico característico. Su estudio se ha basado en información arqueológica y etnográfica (Brockwell 2006; Jones et al. 2017). Alcanzan los 2 m de altura y sus plantas son circulares u ovals, llegando a 200 m de diámetro. Por lo general, se encuentran agrupados en los límites de las zonas de humedales. La explotación intensiva de recursos acuáticos por parte de sus constructores está respaldada por referencias etnohistóricas (Jones et al. 2017:49). Se los categoriza como sitios multifuncionales que fueron ocupados estacionalmente, integrando un sistema de asentamiento más amplio (Brockwell 2006:47, 53). En el norte de Australia las edades ^{14}C más tempranas de los montículos de tierra alcanzan 4600 aP (Brockwell 2006:Tabla 2). En el sur las cronologías más tempranas llegan a 4330 aP. Fueron elevados progresivamente, algunos en períodos cortos de 300 años y otros en períodos más largos, de más de 2.000 años (Jones et al. 2017:Figura 2).

Jones y colaboradores (2017:47-48) señalan que la presencia en los montículos de fragmentos de acumuladores de calor, confeccionados con arcilla, indica que el principal mecanismo de crecimiento es el uso secuencial de la tecnología de hornos de tierra por largos períodos; este aporte se habría complementado con otros desechos de ocupación. Brockwell (2006), para la región norte, reseña diferentes investigadores que también, a partir de la presencia de fragmentos de arcilla cocida, proponen el mismo mecanismo principal de elevación. Jones y colaboradores (2017:53) destacan que más allá de la elección de los lugares por factores económicos y del principal mecanismo de crecimiento vinculado al procesamiento de alimentos, los montículos pueden haber estado imbuidos de un significado cultural, social y espiritual. Montículos de la región de los ríos Reynolds y Alligator se han utilizado como lugares de enterramiento (Brockwell 2006:51-52).

Black y Thoms (2014:Figura 1) describen un horno de tierra como un dispositivo de cocción ordenado en capas dentro de una poza. Se inicia por el fuego y se disponen acumuladores de calor sobre este y/o a su alrededor. Una vez que el fuego merma, los acumuladores se colocan dentro del pozo, por debajo y por encima de los alimentos empacados con hojas vegetales. Es frecuente que se agregue una camada vegetal adicional entre los acumuladores de calor y el alimento. Por último, el pozo se cubre con un sello que puede ser de sedimentos, corteza o cuero (Thoms 2008; Wandsnider 1997). Los acumuladores de calor reportados para América del Norte y Europa son fragmentos de roca (Black y Thoms 2014; Thoms 2008, 2009) de un tamaño similar a un puño o más grandes. En Australia se utilizaron bolas de arcilla (Campanelli et al. 2018). No obstante, información etnográfica señala que también se usaron como acumuladores de calor fragmentos de termitero para las regiones del Río Reynolds y del Río Blyth. En esta última región se los emplearon para cocinar canguros, gansos, patos y tortugas (Brockwell 2006: 48-49).

Black y Thoms (2014) señalan que, en muchas áreas templadas y subtropicales, los hornos de tierra son instalaciones especializadas de procesamiento de plantas, remontándose en América su registro al inicio del Holoceno. Según Thoms (2008, 2009) entre los cazadores-recolectores del oeste de América del Norte su uso se intensificó sustancialmente entre 4000 y 2000 aP, cuando se integran a la dieta alimentos vegetales abundantes y de fácil acceso que requieren cocción prolongada para aumentar su valor nutricional. Los hornos de tierra están diseñados para cocinar en un ambiente húmedo y a una temperatura relativamente baja durante lapsos prolongados. El calor húmedo y persistente hace que los carbohidratos de cadena larga se transformen en azúcares simples de cadena corta, de mayor valor nutricional (Wandsnider 1997).

Muchos de los elementos involucrados en la elaboración y uso de un horno de tierra se consumen o degradan (combustible y elementos vegetales); otros se remueven al culminar el proceso (alimentos). Otros quedan en reserva para instancias futuras (sedimento, acumuladores de calor)

y otros se descartan, produciendo depósitos. Este es el caso de los acumuladores que se deterioran (fragmentan) por la acción de la temperatura.

Black y Thoms (2014) señalan que los lugares donde se confeccionan los hornos frecuentemente son reutilizados hasta cientos de veces durante periodos muy prolongados —siglos e incluso milenios— transformándose en estaciones de hornos. La recursividad puede explicarse en parte porque el material termoalterado remanente adquiere propiedades refractarias, alta permeabilidad y buen escurrimiento. Al no alterarse con el fuego y al mantenerse relativamente seco, no aporta sustancias no deseadas durante la cocción, al mismo tiempo que el requerimiento de combustible disminuye.

Según Black y Thoms (2014), los registros arqueológicos de los sitios que se han transformado en estaciones de hornos por la reiteración de los procedimientos involucrados —acondicionamiento del espacio (pozo), montaje, desmontaje del horno y descartes— se presentan como palimpsestos. Estos autores también indican que, con frecuencia, a los desechos ya mencionados se suman los producidos por otras actividades que no están relacionadas con el procesamiento de alimentos.

Para Uruguay se cuenta con dos referencias pioneras sobre hornos de tierra. Guidón (1989:446) en el sitio Y-58 de Salto Grande (Río Uruguay) identifica “fosas culinarias” formadas por agrupamientos de piedras y caracoles. Al nivel de procedencia se le asigna una edad de 3000 aP. Consens (2001:84) en el sitio de Yacaré Cururú, un montículo ubicado al norte del país, en el departamento de Artigas, reconoce múltiples estructuras de combustión compuestas por un pozo y acumulaciones de piedras. Las interpreta como hornos, pero no para procesar alimentos, sino para mejorar la calidad de talla de los nódulos (el autor no explicita el material). Estas estructuras son análogas a los registros de los hornos de tierra de Norteamérica (ver Consens 2001: Figura 7.2; Thoms 2009: Figuras 9-13).

Más allá de la termoalteración de los sedimentos y procesos de crecimiento prolongados, otras semejanzas y convergencias entre montículos y *oven mounds* merecen ser resaltadas. Los montículos del sur de la cuenca de la Laguna Merín se agrupan en las zonas donde el bañado tiene

más extensión. Bracco y colaboradores (2015) para la región de India Muerta-Paso Barranca han interpretado que esta distribución se debe a elecciones económicas. La presencia de tierra quemada remite a los acumuladores de calor, que en algunos casos han sido confeccionados a partir de nidos epigeos de insectos (Bracco, Panario, Gutiérrez, Duarte y Bazzino 2019). Los registros antracológicos (Inda y del Puerto 2007; Suárez 2018) son concordantes con el tipo de combustible de bajo valor calórico utilizado en hornos de tierra (Black y Thoms 2014). El registro de silicofitolitos indica un amplio uso de plantas silvestres, muchas de las cuales fueron cocidas para su consumo por grupos originarios (del Puerto 2011:Tabla 3). Montículos y *oven mounds* fueron a su vez utilizados como lugares de enterramiento.

Conclusión

Se han presentado datos TL y OSL que indican que la matriz de montículos de los sitios de García Ricci, Los Ajos y Pelotas fue termoalterada. A partir de los principios de las técnicas de datación por luminiscencia se ha verificado la hipótesis propuesta, la cual es consistente con otras líneas de evidencias que muestran que el fuego estuvo presente en el proceso que llevó a la elevación de los montículos. Los datos también confirman el modelo de crecimiento continuo a escala secular, el cual nos remite a que la elevación de los montículos es la consecuencia de un comportamiento recursivo y espacialmente circunscrito. Pero por más que los datos aportados permitan sustentar la hipótesis, no podemos dejar de reconocer que constituyen una base empírica limitada con relación a la población total de montículos como para saltar en forma temeraria a una generalización.

Los *oven mounds* de Australia nos ofrecen un análogo arqueológico-etnográfico de prácticas que ocasionan la acumulación de grandes volúmenes de sedimentos termoalterado a lo largo de lapsos prolongados. Evitando una extrapolación lineal, lo cual es muy tentador ante la cualidad y cantidad de rasgos compartidos, señalamos que la fuerza de la analogía está en permitir formular hipótesis contrastables y/o aumentar la capacidad de comprender la relación entre el

orden ideacional y el material, a partir de ampliar nuestro conocimiento de la variabilidad del comportamiento humano (Hernando 1995). A la luz de la analogía, y para no reducir los montículos a las consecuencias de una práctica que habría sido la principal causa de su crecimiento (procesar alimentos), debemos de indicar la posibilidad que los motivos y las consecuencias de los comportamientos que llevaron a su elevación no hayan coincidido. Si fuera correcto que las prácticas específicas que elevaron los montículos no estuvieron acompañadas por la intención de lograr las transformaciones que produjeron, dos escalas espacio-temporales son necesarias para abordarlos. Una corresponde a los comportamientos discretos que contribuyeron a su elevación, y otra nos permite explicar o entender cómo funcionaron y funcionan dentro del paisaje como parches. Desde la perspectiva de la ecología histórica (e.g., Balée y Erickson 2006; Crumley et al. 2017; Erickson 2006, 2008), la instalación y permanencia de los montículos de la cuenca de la Laguna Merín puede ser interpretada como construcción de un paisaje, como la consecuencia acumulada de la interacción con el ambiente de grupos humanos, social y culturalmente organizados, desde el Holoceno medio hasta nuestros días.

Por último, debemos de subrayar el aporte de las técnicas OSL y TLD tanto para datar los montículos del sur de la cuenca de la Laguna Merín como para reconocer el uso de uno de los medios más importantes que el ser humano ha tenido para modificar los alimentos, las materias primas y también el entorno: el fuego. Al haber verificado nuestra hipótesis por medio de las técnicas de datación por luminiscencia podemos sostener que en la cuenca de la Laguna Merín el fuego estuvo presente en la base de un proceso de transformación del paisaje que se desarrolló por lo menos por cinco milenios.

Agradecimientos. Este trabajo se inició en el marco del proyecto "Uso de técnicas nucleares en apoyo de la conservación y preservación de objetos del patrimonio cultural" (RLA/0/058-2016-17, OIEA-ONU). Agradecemos a Laura del Puerto y Joaquín Mazarino por su colaboración en las tareas de campo. Por último, a Luis Borrero por sus comentarios sobre el manuscrito.

Declaración de disponibilidad de datos. Los datos originales están en las tablas que acompañan este artículo. Respaldos

de las muestras están disponibles en el Laboratorio de Luminiscencia, UNCIEP, IECA, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, CP 11.400, Montevideo, Uruguay (**598 25258616). En todos los casos se ha comunicado la procedencia de las muestras y los procedimientos de laboratorio.

Material suplementario. Para acceder a los materiales suplementarios que acompañan este artículo, visitar <https://doi.org/10.1017/laq.2019.98>.

Tabla Suplementaria 1. Concentraciones de ^{238}U , ^{232}Th y K de la matriz de montículos.

Notas

1. Las edades TL y OSL se expresan en años aP (antes de 1950).
2. Ver Black y Thoms (2014) sobre terminología.
3. Las técnicas utilizadas para la determinación de P, K y materia orgánica han sido la prueba Bray, fotometría de llama con extracción con AcONH_4 , y por ignición, respectivamente (ver Bracco, Panario, Gutiérrez, Bazzino et al. 2019).

Referencias citadas

- Adamic, Gzeqorz y Martin Jim Aitken
1998 Dose-Rate Conversion Factors: Update. *Ancient TL* 16(2):37–50.
- Aitken, Martin Jim
1985 *Thermoluminescence Dating*. Academic Press, Londres.
- Baeza, Jorge y Daniel Panario
1999 La horticultura indígena en las estructuras monticulares. *Actas de las Primeras Jornadas sobre Cenozoico en Uruguay (20–21 de diciembre de 1999)*, pp. 1–2. SUG, INGEPA e UNCIEP, Facultad de Ciencias, Montevideo.
- Balée, William L. y Clark L. Erickson (editores)
2006 *Time and Complexity in Historical Ecology: Studies in the Neotropical Lowlands*. Columbia University Press, Nueva York.
- Black, Stephen L. y Alston V. Thoms
2014 Hunter-Gatherer Earth Ovens in the Archaeological Record: Fundamental Concepts. *American Antiquity* 79:204–226.
- Bonomo, Mariano, Gustavo Politis y Camila Gianotti
2011 Montículos, jerarquía social y horticultura en las sociedades indígenas del delta del Río Paraná (Argentina). *Latin American Antiquity* 22:297–333.
- Bracco, Roberto
1993 El sitio de Los Ajos. Informe para Plan director Reserva de Biosfera Bañados del Este del Uruguay. Manuscrito en archivo, biblioteca del Programa de Conservación de la Biodiversidad y Desarrollo Sustentable en los Humedales del Este (PROBIDES), Rocha, Uruguay.
- 2006 Montículos de la cuenca de la Laguna Merín: Tiempo, espacio y sociedad. *Latin American Antiquity* 17:511–540.
- Bracco, Roberto, Leonel Cabrera y José María López
2000 La prehistoria de las tierras bajas de la cuenca de la Laguna Merín. En *Arqueología de las tierras bajas*, editado por Alicia Duran y Roberto Bracco Boksar,

- pp. 13–38. Ministerio de Educación y Cultura, Comisión Nacional de Arqueología, Montevideo.
- Bracco, Roberto, Laura del Puerto y Hugo Inda
2008 Prehistoria y arqueología de la cuenca de Laguna Merín. En *Entre la tierra y el agua: Arqueología de humedales de Sudamérica*, editado por Daniel Loponte y Alejandro Acosta, pp. 1–59. AINA, Buenos Aires.
- Bracco, Roberto, Laura del Puerto, Hugo Inda y Carola Castiñeira
2005 Mid–Late Holocene Cultural and Environmental Dynamics in Eastern Uruguay. *Quaternary International* 132:37–45.
- Bracco, Roberto, Laura del Puerto, Hugo Inda, Daniel Panario, Carola Castiñeira y Felipe García-Rodríguez
2011 The Relationship between Emergence of Mound Builders in SE Uruguay and Climate Change Inferred from Opal Phytolith Records. *Quaternary International* 245:62–73.
- Bracco, Roberto, Hugo Inda y Laura del Puerto
2015 Complejidad en montículos de la cuenca de la Laguna Merín y análisis de redes sociales. *Intersecciones en Antropología* 16(1):271–286.
- Bracco, Roberto, Juan R. Montaña, Octavio Nadal y Fernando Gancio
2000 Técnicas de construcción y estructuras monticulares, termiteros y cerritos: De lo analógico a lo estructural. En *Arqueología de las tierras bajas*, editado por Alicia Duran y Roberto Bracco Boksar, pp. 285–300. Ministerio de Educación y Cultura, Comisión Nacional de Arqueología, Montevideo.
- Bracco, Roberto, Daniel Panario, Ofelia Gutiérrez, Andreina Bazzino, Christopher Duarte, Rosario Odino y Ethel Reina
2019 Mounds and Landscape in the Merín Lagoon Basin, Uruguay. En *Advances in Coastal Geoarchaeology in Latin America*, editado por Hugo Inda y Felipe García-Rodríguez, pp. 103–129. Springer, Cham, Suiza.
- Bracco, Roberto, Daniel Panario, Ofelia Gutiérrez, Christopher Duarte y Andreina Bazzino
2019 Estructuras monticulares y hormigueros en el sur de la cuenca de la Laguna Merín: ¿Ingenieros ambientales y/o la estrategia del *bricoleur*? *Revista de Antropología del Museo de Entre Ríos* 5(1):24–40.
- Bracco, Roberto y Cristina Ures
1999 Ritmos y dinámica constructiva de las estructuras monticulares. Sector sur de la cuenca de la Laguna Merín. Uruguay. En *Arqueología y Bioantropología de las Tierras Bajas*, editado por José María López y Mónica Sanz, pp. 13–33. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad de la República, Montevideo.
- Brockwell, Sally
2006 Earth Mounds in Northern Australia: A Review. *Australian Archaeology* 63:47–56.
- Cabrera, Leonel
1999 Funebría y sociedad entre los «Constructores de Cerritos» del este uruguayo. En *Arqueología y Bioantropología de las Tierras Bajas*, editado por José María López y Mónica Sanz, pp. 63–80. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad de la República, Montevideo.
- 2013 Construcciones en tierra y estructura social en el sur del Brasil y este de Uruguay (ca. 4.000 a 300 a. A.P.). *Techné* 1(1):25–33.
- Campanelli, Maurizio, Jane Muir, Alice Mora, Daniel Clarke y Darren Griffin
2018 Re-creating an Aboriginal Earth Oven with Clayey Heating Elements: Experimental Archaeology and Paleodietary Implications. *EXARC Journal* 2. <https://exarc.net/issue-2018-2/ea/re-creating-aboriginal-earth-oven-clayey-heating-elements-experimental-archaeology-and-paleodietary>, accedido el 24 de abril de 2019.
- Castañón, José Pedro, Agustín Giménez, Mauricio Ceroni, José Furest, Rossina Aunchayna y Mario Bidegain
2011 *Caracterización agroclimática del Uruguay, 1980–2009*. INIA Serie técnica n° 193. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Montevideo. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2538/1/18429021211104157.pdf>, accedido el 1 de junio de 2019.
- Castiñeira, Carola, Adriana M. Blasi, Gustavo G. Politis, Mariano Bonomo, Laura del Puerto, Roberto Huarte, Jorge Carbonari, Florencia Mari y Felipe García-Rodríguez
2013 The Origin and Construction of Pre-Hispanic Mounds in the Upper Delta of the Paraná River (Argentina). *Archaeological and Anthropological Sciences* 5:37–57.
- Castiñeira, Carola y Gustavo Piñeiro
2000 Análisis estadístico textural para el estudio de las columnas estratigráficas de la excavación I y II del Bañado de los Indios. En *Arqueología de las Terras Bajas*, editado por Alicia Duran y Roberto Bracco Boksar, pp. 467–478. Ministerio de Educación y Cultura, Comisión Nacional de Arqueología, Montevideo.
- Consens, Mario
2001 Yacaré-Cururú: 18 años después. En *Arqueología Uruguaya hacia el Fin del Milenio: Anales del IX Congreso Nacional de Arqueología (16 a 19 de junio de 1997)*, Vol. I, pp. 115–123. Asociación Uruguaya de Arqueología, Colonia del Sacramento, Uruguay.
- Cosarinsky, Marcela Irene
2003 Micromorfología de nidos de termitas de la República Argentina. Tesis doctoral inédita, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- 2006 Nest Micromorphology of the Neotropical Mound Building Ants *Camponotus punctulatus* and *Solenopsis* sp. *Sociobiology* 2:329–344.
- Crumley, Carole L., Tommy Lennartsson y Anna Westin (editores)
2017 *Issues and Concepts in Historical Ecology: The Past and Future of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press, Cambridge.
- del Puerto, Laura
2003 Paleoetnobotánica y subsistencia: Ponderación de recursos vegetales y análisis arqueobotánico para el este del Uruguay. Tesis de grado inédita, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad de la República, Montevideo.
- 2011 Ponderación de recursos vegetales silvestres del este del Uruguay: Rescatando el conocimiento indígena tradicional. *Trama: Revista de cultura y patrimonio* 3:22–41.
- 2015 Interrelaciones humano-ambientales durante el Holoceno tardío en el este del Uruguay: Cambio climático y dinámica cultural. Tesis doctoral inédita, Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas, Universidad de la República, Montevideo.
- del Puerto, Laura, Roberto Bracco, Hugo Inda, Ofelia Gutiérrez, Daniel Panario y Felipe García-Rodríguez

- 2013 Assessing Links between Late Holocene Climate Change and Paleolimnological Development of Peña Lagoon using Opal Phytoliths, Physical, and Geochemical Proxies. *Quaternary International* 287:89–100.
- de Olivera, Jorge Eremites
1995 Os argonautas guató: Aportes para o conhecimento dos assentamentos e da subsistencia dos grupos que se estabeleceram nas áreas inundáveis do Pantanal Matogrossense. Tesis de maestría inédita, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.
- Duarte, Christopher, Roberto Bracco, Daniel Panario, Marcos Tassano, Mírel Cabrera, Andréina Bazzino y Laura del Puerto
2017 Datación de estructuras monticulares por OSL/TL. *Revista de Antropología del Museo de Entre Ríos* 3 (1):14–26.
- Erickson, Clark L.
2006 The Domesticated Landscapes of the Bolivian Amazon. En *Time and Complexity in Historical Ecology: Studies in the Neotropical Lowlands*, editado por William L. Balée y Clark L. Erickson, pp. 235–278. Columbia University Press, Nueva York.
- 2008 Amazonia: The Historical Ecology of a Domesticated Landscape. En *The Handbook of South American Archaeology*, editado por Helaine Silverman y William Isbell, pp. 157–183. Springer, Nueva York.
- Fidler, Fiona, Mark A. Burgman, Geoff Cumming, Robert Buttrose y Neil Thomason
2006 Impact of Criticism of Null-Hypothesis Significance Testing on Statistical Reporting Practices in Conservation Biology. *Conservation Biology* 20:1539–1544.
- Gianotti, Camila
2015 Paisajes sociales, monumentalidad y territorio en las tierras bajas de Uruguay. Tesis doctoral inédita, Departamento de Historia I, Universidade de Santiago de Compostela, España.
- Gianotti, Camila, Laura del Puerto, Hugo Inda y Irina Capdepon
2013 Construir para producir: Pequeñas elevaciones en tierra para el cultivo del maíz en el sitio Cañada de los Caponcitos, Tacuarembó (Uruguay). *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 1(1):12–25.
- Gonzalez Martínez, Pedro Ramón
1999 Fechamiento geológico y arqueológico por termoluminiscencia. Tesis doctoral inédita, Unidad Iztapalapa, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana, México, D.F.
- Guidón, Niède
1989 *Misión de Rescate Arqueológico de Salto Grande, República Oriental del Uruguay*, Tomo II, Pt. 1. Ministerio de Educación y Cultura, Montevideo.
- Hernández, Jorge y Andrés Berger
2003 Dinámica del fósforo en sistemas de arroz-pasturas: Caracterización de parámetros de suelos para estimar la disponibilidad de fósforo: Indicadores de disponibilidad de fósforo y respuesta del cultivo de arroz a la fertilización fosfatada. En *Investigaciones Agronómicas: Reporte Técnico Anual 2003: Área Cultivos*, pp. 34–40. Programa Nacional de Arroz, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Treinta y Tres, Uruguay.
- Hernando, Almudena
1995 La etnoarqueología, hoy: Una vía eficaz de aproximación al pasado. *Trabajos de Prehistoria* 52(2):15–30.
- Hogg, Alan G., Quan Hua, Paul G. Blackwell, Mu Niu, Caitlin E. Buck, Thomas P. Guilderson, Timothy J. Heaton, Jonathan G. Palmer, Paula J. Reimer, Ron W. Reimer, Christian S. M. Turney y Susan R. H. Zimmerman
2013 SHCal13 Southern Hemisphere Calibration, 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon* 55:1889–1903.
- Inda, Hugo
2009 Paleolimnología de cuerpos de agua someros del sudeste del Uruguay: Evolución holocénica e impacto humano. Tesis de maestría inédita, Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas, Universidad de la República, Montevideo.
- Inda, Hugo y Laura del Puerto
2007 Antracología y subsistencia: Paleoetnobotánica del fuego en la prehistoria de la región este del Uruguay. Puntas del San Luis, Paso Barrancas, Rocha, Uruguay. En *Paleoetnobotánica del Cono Sur: Estudios de casos y propuestas metodológicas*, editado por María Bernarda Marconetto, María del Pilar Babot y Nurit Oliszewsk, pp. 137–152. Museo de Antropología, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba. Ferreyra Editor, Córdoba, Argentina.
- Iriarte, José
2003 Mid-Holocene Emergent Complexity and Landscape Transformation: The Social Construction of Early Formative Communities in Uruguay, La Plata Basin. Tesis doctoral inédita, Department of Anthropology, University of Kentucky, Lexington.
- 2007 La construcción social y transformación de las comunidades del periodo Formativo temprano del sureste de Uruguay. *Boletín de Arqueología PUCP* 11:143–166.
- Iriarte, José, Irene Holst, José María López y Leonel Cabrera
2000 Subtropical Wetland Adaptation in Uruguay during the Mid-Holocene: An Archaeobotanical Perspective. En *Enduring Records: The Environmental and Cultural Heritage of Wetlands*, editado por Barbara A. Purdy, pp. 61–70. Oxbow Books, Oxford.
- Iriarte, José, Irene Holst, Oscar Marozzi, Claudia Listopad, Eduardo Alonso, Andrés Rinderknecht y Juan R. Montaña
2004 Evidence for Cultivar Adoption and Emerging Complexity during the Mid-Holocene in the La Plata Basin. *Nature* 432:614–617.
- Johnson, Douglas H.
1999 The Insignificance of Statistical Significance Testing. *Journal of Wildlife Management* 63:763–772.
- Jones, Robert, Michael Morrison, Amy Roberts y River Murray and Mallee Aboriginal Corporation
2017 An Analysis of Indigenous Earth Mounds on the Calperum Floodplain, Riverland, South Australia. *Journal of the Anthropological Society of South Australia* 41:18–61.
- López, José María
2001 Las estructuras tumulares (cerritos) del litoral atlántico uruguayo. *Latin American Antiquity* 12:231–255.
- López, José María, Federica Moreno, Roberto Bracco y Roberto González
2017 Perros prehistóricos en el este de Uruguay: Contextos e implicaciones culturales. *Latin American Antiquity* 29:64–78.
- Loponte, Daniel M., Alejandro Acosta y Pablo Tchilinguirián
2016 Estructuras “monticulares”, unidades arqueológicas y falsas premisas en la arqueología del noreste argentino. *Anuario de Arqueología* 8:45–78.

- Milheira, Rafael Guedes, Anderson Marques Garcia, Bruno Leonardo Ricardo Ribeiro, Priscilla Ferreira Ulguim, Cleiton Silva Da Silveira y Marcelo Da Silva Sanhudo
2016 Arqueologia dos cerritos na Laguna dos Patos, sul do Brasil: Uma síntese da ocupação regional. *Revista cadernos do CEOM* 29(45):33–63.
- Milheira, Rafael Guedes y Camila Gianotti
2018 The Earthen Mounds (Cerritos) of Southern Brazil and Uruguay. En *Encyclopedia of Global Archaeology*, editado por Claire Smith, pp. 1–9. Springer, Cham, Suiza. DOI:10.1007/978-3-319-51726-1_3025-1, accedido el 14 de marzo de 2019.
- Milheira, Rafael Guedes, Kita D. Macario, Ingrid S. Chanca y Eduardo Q. Alves
2017 Archaeological Earthen Mound Complex in Patos Lagoon, Southern Brazil: Chronological Model and Freshwater Influence. *Radiocarbon* 59:195–214.
- Moreno, Federica
2014 La gestión de los recursos animales en la prehistoria del este de Uruguay (4000 años aP-siglo XVI). Tesis doctoral inédita, Departament d'Antropologia Social i Cultural, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Murray, Andrew S. y Jon M. Olley
2002 Precision and Accuracy in the Optically Stimulated Luminescence Dating of Sedimentary Quartz: A Status Review. *Geochronometria* 21:1–16.
- Mut, Patricia
2015 Paleodieta de los pobladores prehistóricos del este del Uruguay: Un retrato isotópico. *Anuario de Arqueología* 2015:147–178.
- Nuzzo, Regina
2014 Scientific Method: Statistical Errors. *Nature* 506:150–152. DOI:10.1038/506150a.
- Programa de Conservación de la Biodiversidad y Desarrollo Sustentable en los Humedales del Este (PROBIDES)
1999 *Plan director Reserva de Biosfera Bañados del Este, Uruguay*. PROBIDES, Unión Europea, PNUD, GEF, Rocha, Uruguay.
- Schmitz, Pedro Ignácio
1976 Sítios de pesca lacustre em Rio Grande, RS, Brasil. Tesis para la obtención del grado de “Livre-docente”, Universidade Católica do Rio Grande do Sul, PUCRS, Instituto Anchieta de Pesquisas, Universidade do Vale de Rio dos Sinos, São Leopoldo, Brasil.
- Shrestha, Rajendra
2013 Optically Stimulated Luminescence (OSL) Dating of Aeolian Sediments of Skåne, South Sweden. Tesis de maestría inédita, Department of Geology, Lund University, Suecia.
- Suárez, Diego
2018 Arqueología experimental y paleoetnobotánica de los constructores de cerritos del este del Uruguay: Una aproximación a partir del registro macrobotánico del sitio CH2D01. Tesis de maestría inédita, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad de la República, Montevideo.
- Thoms, Alston V.
2008 Ancient Savannah Roots of the Carbohydrate Revolution in South-Central North America. *Plains Anthropologist* 53:121–136.
- 2009 Rocks of Ages: Propagation of Hot-Rock Cooking in Western North America. *Journal of Archaeological Science* 36:573–591.
- Vandenbergh, Dimitri
2004 Investigation of the Optically Stimulated Luminescence Dating Method for Application to Young Geological Sediments. Tesis doctoral inédita, Department of Analytical Chemistry, University of Ghent, Bélgica.
- Villagran, Ximena Suarez y Camila Gianotti
2013 Earthen Mound Formation in the Uruguayan Lowlands (South America): Micromorphological Analyses of the Pago Lindo Archaeological Complex. *Journal of Archaeological Science* 40:1093–1107.
- Wandsnider, LuAnn
1997 The Roasted and the Boiled: Food Composition and Heat Treatment with Special Emphasis on Pit-Hearth Cooking. *Journal of Anthropological Archaeology* 16:1–48.
- Zar, Jerrold H.
2010 *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Nueva Jersey.

Submitted August 12, 2018; Revised February 4, 2019;
Accepted December 5, 2019