

Análisis estadístico no paramétrico aplicado a tumbas incaicas. Distribución de objetos y cuerpos humanos en la *capacocha* del volcán Llullaillaco, Argentina

Esta nota tiene como objeto la identificación estadística de los patrones de distribución de la evidencia arqueológica localizada en el volcán Llullaillaco (6.715 m s.n.m.), una de las montañas más altas del Noroeste argentino. Allí se encontraron, a casi 2 m bajo tierra, tres cuerpos humanos junto a más de cien objetos (Reinhard y Ceruti 2010).

A pesar de que el hallazgo ha sido ampliamente estudiado (Besom 2009; Ceruti 2003; Reinhard y Ceruti 2000, entre otros), no hay antecedentes de investigaciones de distribución de los objetos y cuerpos en los espacios mortuorios, y se desconocen las condiciones estratigráficas en las que se realizaron los hallazgos. En esta ocasión van a emplearse pruebas estadísticas no-paramétricas que indican que los objetos suntuarios (miniaturas antropomorfas y zoomorfas de metal y plata) no guardan –mayoritariamente– relación espacial con los cuerpos humanos. Asimismo, un estudio de morfometría geométrica sobre miniaturas zoomorfas de valva de molusco (*Spondylus princeps*) y su estudio espacial, indica que las clases identificadas siguen el mismo tipo de depósito diferencial con respecto a los cuerpos ofrecidos.

Metodología

Debido a que la muestra es pequeña, de carácter no aleatorio, y su distribución no responde a la hipótesis de normalidad (por el test de normalidad Shapiro-Wilk, $p < 0,05$, $2,134319e-12$), se emplearon herramientas de la estadística no paramétrica de amplio uso en arqueología (Baxter 2015: 212; Connolly y Lake 2007: 122; Shennan 1988). Dentro de la estadística no paramétrica empleamos el test χ^2 de Kruskal-Wallis y la prueba de rango de Wilcoxon. Estos dos métodos son comúnmente usados por arqueólogos y han probado ser herramientas cuantitativas robustas, útiles y comparativamente fáciles de computar e interpretar (vanPool y Leonard 2011).

Con la finalidad de saber cuál de las variables analizadas (distancia a los cuerpos, profundidad y diámetro de los pozos) ejerce una mayor influencia en la disposición de objetos, se lleva a cabo también una prueba de regresión logística binaria multivariante.

Por otro lado, para evaluar el comportamiento espacial de las clases de objetos, se realiza un estudio de morfometría geométrica aplicado a un conjunto de estatuillas zoomorfas, y un análisis de correlaciones para saber si las diferencias en las formas se corresponden con la distancia a los cuerpos humanos y a otras miniaturas. Esta técnica no ha sido aplicada aún en materiales incaicos, pero es de amplio uso en otras materialidades (ver aplicaciones en arqueología en Cardillo 2010).

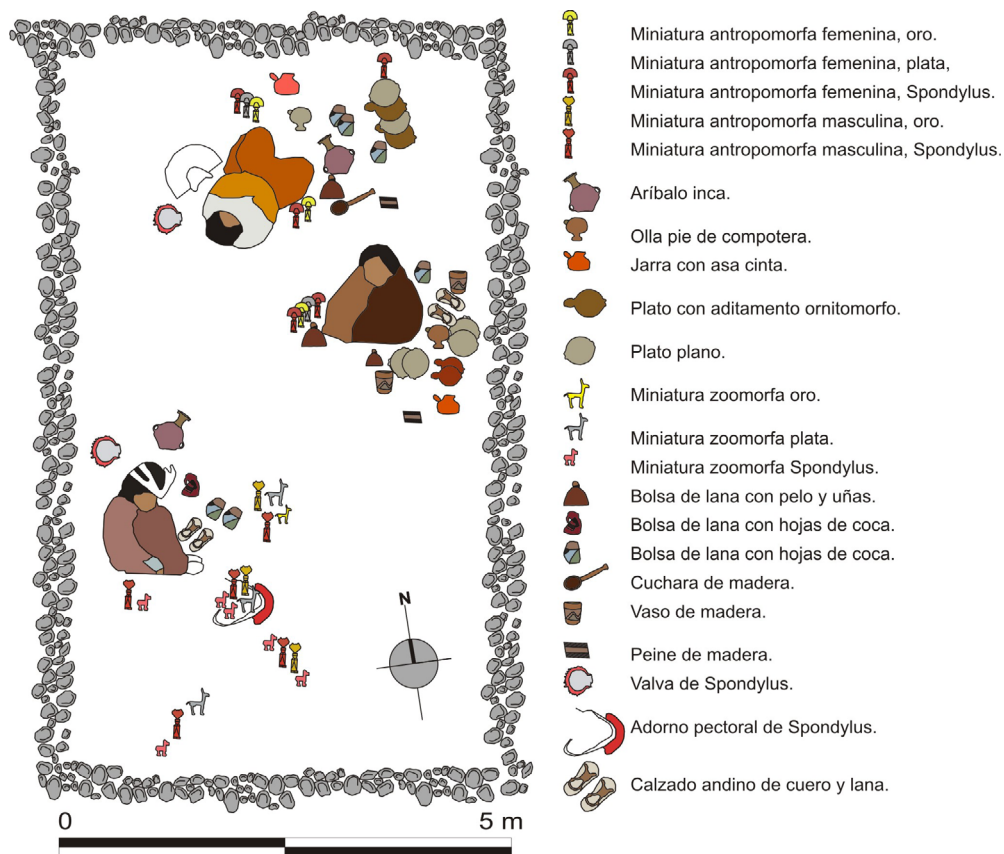


Figura 1: Plaza de la plataforma ceremonial. Redibujado del *Catálogo del Museo de Arqueología de Alta Montaña de Salta* (2005: 44).

Para el cálculo estadístico y de morfometría geométrica se emplearon los programas informáticos R Studio Desktop 0.99.484 y PAST 3.

Distribución de la evidencia y análisis

El volcán Lulluillaco es conocido arqueológicamente desde la década de los cincuenta, pero hasta 1999 no se realizaron excavaciones sistemáticas bajo la dirección de Johan Reinhard. El resultado ya conocido es que, debajo de una plataforma rectangular de 11 m de largo por 6 m de ancho (Figura 1), se hallaron tres cuerpos humanos (dos niñas de 6 y 15 años y un niño de 7), junto a artefactos cerámicos inca (aríbalos, platos, ollas con pedestal, cuencos y jarros), vasos de madera (*keero*), bolsas de lana conteniendo alimentos, bolsas con hojas de coca, mocasines y sandalias y bolsas de piel conteniendo cabello y uñas humanas. También fueron encontradas miniaturas antropomorfas (femeninas y masculinas) y zoomorfas en oro, plata y valva de *Spon-*

dylus (Reinhard y Ceruti 2010: 77). A partir de los antecedentes, se ha clasificado la evidencia en 7 grupos (Cuadro 1).

Los objetos de uso personal, como las bolsas que contienen uñas, pelos y alimento, así como la vestimenta y los accesorios (calzados, collares, penachos y vinchas), fueron depositados a corta distancia de los cuerpos en las tumbas (de 0 a 0,68 m), mientras que los objetos suntuarios, como las miniaturas antropomorfas y zoomorfas, se encontraron mayoritariamente en espacios de ofrendas más alejados de ellas y a distancias mayores que el intervalo anterior (> 1 m) (Cuadro 2).

Se observa, por otro lado, que el número de objetos aumenta a medida que se desciende hacia la ubicación de los cuerpos humanos (de 1,20-1,60 m de profundidad) (Cuadro 3). La prueba de χ^2 ($p > 0,05$) indica una relación de influencia de la distancia y la profundidad a los tipos de objetos. Al introducir el diámetro de los pozos de ofrenda, vemos también una relación natural entre el primero y los últimos. Esto se traduce en que los objetos suntuarios, principalmente, se acercan en profundidad a los cuerpos, pero se alejan en términos de distancia.

Como muestra el Cuadro 4, la distancia de los objetos a los cuerpos es, según la prueba de regresión logística binaria multivariante, el factor que mejor explica la diferencia de distribuciones entre las *illas*.

Se observan dos valores p significativos. El primero se encuentra en el intervalo 0,68-1,36 (*), que señala los espacios internos de las tumbas, y el segundo muestra el intervalo 2,72-3,4 (**), los valores más alejados de los cuerpos.

Por su parte, la prueba de Kruskal-Wallis indica que existen diferencias significativas [$p < 0,05$ (5.391e-15)] en los cálculos de la variable distancia, con base en la especificidad sexual del objeto (su pertenencia al mundo de lo femenino o de lo masculino).

Por el test de Wilcoxon se realizó una comparación entre la tumba norte, donde fue encontrada la joven de 15 años, y los espacios de ofrenda cercanos (N-A, N-B, N-C, N-D y N-E, según Ceruti 2003), indicando que no hay un efecto significativo atribuido al grupo ($W = 89$, $Z = -1,0489$, $p > 0,05$ (0,3223), $r = 19,901$) en cuanto a la profundidad de los objetos o el diámetro de los espacios, pero sí en lo que respecta a la variable distancia ($W = 33,5$, $Z = -3,1798$, $p > 0,05$ (0.0002441), $r = 7,490828$). Esto

Cuadro 1: Porcentajes de los tipos de ofrenda

Tipo de ofrenda	Nº	%
Residuos orgánicos	3	2,75
Bolsa-Chuspa	16	14,70
Vestimenta	6	5,50
Accesorios	9	8,25
Calzados	8	7,34
Miniaturas femeninas	12	11,00
Miniaturas masculinas	10	9,20
Miniaturas zoomorfas	15	13,76
Cuerpos humanos	3	2,75
Vasijas de cerámica, vasos de madera y cucharas	25	22,94
Hondas	2	1,83
<i>Total</i>	<i>109</i>	<i>100</i>

Cuadro 2: Tabulación cruzada entre las variables distancia y tipo de ofrenda

Distancia (m)	Accesorios	Bolsa-Chuspa	Vestimenta	Miniaturas femeninas	Calzados	Miniaturas zoomorfas	Miniaturas masculinas	Residuos orgánicos	Hondas	Vasijas de cerámica, vasos de madera y cucharas
0-0,50	5	14	5	6	4	1	1	2	2	23
0,51-1	2	2	1	2	0	5	2	1	0	2
1,01-1,5	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0
1,51-2	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
2,01-2,5	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
2,51-3	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0
3,01-3,5	2	0	0	1	0	3	0	0	0	0
<i>Total</i>	9	16	0	12	4	15	10	3	2	25

Cuadro 3: Tabulación cruzada entre las variables profundidad y tipo de ofrenda

Profundidad (m)	Accesorios	Bolsa-Chuspa	Vestimenta	Miniaturas femeninas	Calzados	Miniaturas zoomorfas	Miniaturas masculinas	Residuos orgánicos	Hondas	Vasijas de cerámica, vasos de madera y cucharas
0-0,4	0	3	1	2	0	1	0	2	0	2
0,41-0,8	2	4	0	3	0	0	0	1	0	9
0,81-1,2	3	1	0	3	0	2	1	0	0	9
1,21-1,6	3	5	3	4	2	6	6	0	0	3
1,61-2	1	3	2	0	2	6	3	0	2	2
<i>Total</i>	9	16	6	12	4	16	10	3	2	25

Cuadro 4: Coeficientes y factores de la regresión logística con las tres variables analizadas

	Coeficientes	Estimación	Error estándar	Valor Z	Pr (> z)
(Intercept)		-0,62	1,24	-0,5	0,61
Diámetro		-1,94	1,32	-1,4	0,14
Distancia	(0,68-1,36)	2,31	1,12	2	0,03 *
	(1,36-2,04)	19,82	2635,32	0,008	0,99
	(2,04-2,72)	19,85	3250,27	0,006	0,99
Profundidad	(2,72-3,4)	2,59	0,94	2,75	0,005 **
		0,48	0,62	0,77	0,43

significa que los objetos se ubican en la tumba en relación con el cuerpo, mientras que los espacios de ofrenda cercanos no se distribuyen con relación a él.

Este hecho se observó también en la tumba sur (correspondiente al entierro del niño). La tumba y los espacios de ofrenda cercanos (S, según Ceruti 2003) pertenecen al mismo grupo ($W= 44$, $Z= -1,4689$, $p> 0,05$ (0,1514), $r= 9,838699$) en cuanto a la profundidad de los objetos, pero el efecto de grupo es significativo en lo que respecta a la distancia ($W= 247$, $Z= 3,1817$, $p< 0,05$ (0,0002441), $r= 74,12565$).

La relación entre el niño y la joven muestra que las diferencias de grupo son significativas ($p< 0,05$) en ambas variables. El mismo fenómeno se observa entre el contenido de las tumbas sur y este (del niño y de la niña de 6 años, respectivamente).

Las tumbas de ambas niñas, por último, presentan diferencias significativas por efecto de grupo en la variable profundidad ($W= 128$, $Z= -4,1689$, $p< 0,05$ (2,496e-06), $r= 28,62167$), pero no en la variable distancia ($W= 488$, $Z= 0,0456$, $p> 0,05$ (0,9687), $r= 109,1201$).

A su vez, los espacios de ofrenda que se ubican fuera de las tumbas del niño y la doncella (ella no posee ninguno cerca), S y N respectivamente, pertenecen a un mismo grupo en términos de profundidad ($W= 130$, $Z= -1,1531$, $p> 0,05$ (0,2734), $r= 29,06888$), mientras que la prueba aplicada sobre la variable distancia muestra, por el contrario, una diferencia significativa por efecto del grupo ($W= 67$, $Z= -2,6215$, $p< 0,05$ (0,005859), $r= 14,98166$), indicando que no pertenecen al mismo contexto.

El estudio de morfometría geométrica, por otro lado, se aplicó a las 9 estatuillas de *mullu* (*Spondylus*) de la muestra, las cuales fueron encontradas en asociación a miniaturas antropomorfas y, en la mayoría de los casos (salvo en una ocasión), las miniaturas estaban además relacionadas con otras figurillas zoomorfas. El primer paso fue el proceso de digitalización de *landmarks* para tomar los 14 puntos de inflexión más marcados en el contorno de cada pieza. Una vez obtenidas las tablas de valores X e Y, se procedió al tratamiento de superposición (*Procrustes*) para eliminar valores redundantes. Con dichos valores realizamos un análisis de Componentes Principales con el software PAST, versión 3, a través del cual obtuvimos dos componentes principales, que explican el 74,34% de la varianza.

Según este cálculo, las miniaturas zoomorfas pueden ser clasificadas, según su forma, en dos grupos (Figura 2), el componente principal 1 (CP1, en adelante), que contribuye con un 56% a la varianza y un componente principal 2 (CP2, en adelante), con un porcentaje de la varianza del 18%.

El CP1 está conformado por las estatuillas NE-4, S-38, S-12, NE-3 y S-9 (Figura 3), y se caracteriza a nivel general por poseer un predominio de ángulos rectos y bordes agudos, formas lineales y contornos abruptos, en una representación esquemática de la fisonomía animal.

El CP2, por su parte, formado por las miniaturas S-20, S-41, S-26 y S-21, responde a formas curvilíneas de piezas con una marcada angulosidad en los contornos. Los detalles anatómicos son más cuidados que en el grupo anterior; presenta un mayor nivel de detalle de los ojos y su confección en sobre-relieve, nariz y boca en ambos laterales. Incluso las falanges están presentes por la práctica de incisiones finas.

Un aspecto interesante de remarcar, es la relación observada entre las estatuillas dentro de los componentes principales en términos de distribución espacial. Se ob-

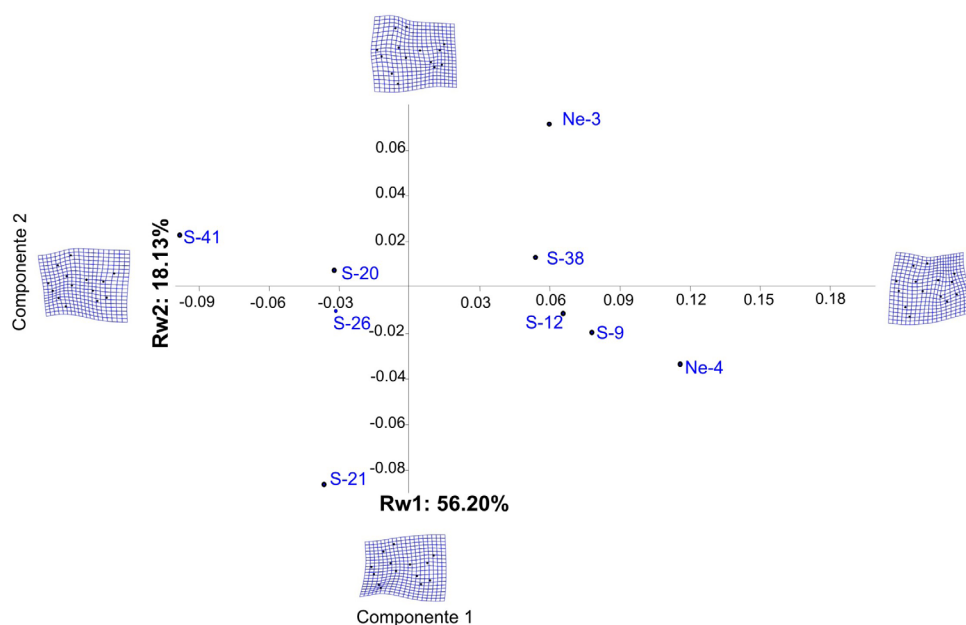


Figura 2: Distribución morfoespacial de las miniaturas y *thin plate splines* de casos extremos de los dos componentes principales.

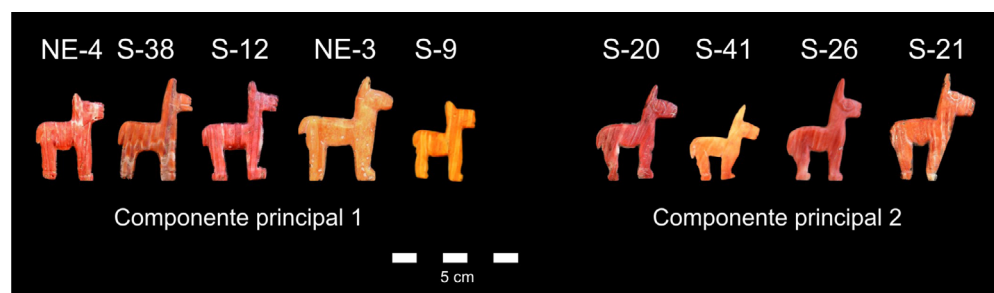


Figura 3: Miniaturas zoomorfas según su pertenencia a cada componente.

servan tres casos de asociaciones entre *illas* zoomorfas de *Spondylus*, 4 miniaturas asociadas en dos grupos, en el CP1 y 2 asociadas en el CP2. Estas asociaciones se hacen hacia adentro de cada componente principal y no entre componentes en un nivel de significancia de $p < 0,10$ ($p = 0,084$). Esto significa que las del CP1 no fueron ubicadas con las del CP2, sino que solo se combinaron con otras del mismo grupo.

Otra característica de la distribución es la correlación entre la distancia y la pertenencia a alguno de estos conjuntos ($p = 0,078$). Si bien a nivel general hemos visto que las figurillas no tienen como referencia a los cuerpos humanos en su distribución espacial, las miniaturas de *Spondylus*, por su parte, se ubican con respecto a los restos

humanos según su pertenencia a cada componente. Las miniaturas pertenecientes al CP2 se encuentran a menor distancia de los cuerpos que las miniaturas del CP1.

Conclusión

Los estudios estadísticos empleados fueron adecuados para identificar las variables intervinientes en la distribución de la evidencia arqueológica en los espacios de ofrenda del volcán Lullailaco.

Según una prueba exploratoria de χ^2 , las variables distancia, profundidad, diámetro influyen en la ubicación de los objetos según su tipo. La primera característica que influye en la distribución es el sexo-género atribuible a los objetos, estando segregados lo masculino y lo femenino (prueba de Kruskal-Wallis). Luego, se observa que las ofrendas se encuentran mayoritariamente en el rango de hallazgo de los cuerpos (1,10-1,60 m de profundidad), aunque los objetos suntuarios (miniaturas de oro, plata y *Spondylus*) se ubican a mayor distancia que los objetos utilitarios (cerámica, vestimenta y alimento). La prueba de regresión logística binaria multivariante indica que es la variable distancia la que más contribuye a la distribución.

Sobre la base de la distancia de los objetos a las momias (prueba de Wilcoxon), tenemos entonces, como resultado, cuatro conjuntos distintos: las tumbas norte y este de las niñas (primer conjunto), la tumba sur, del niño (segundo conjunto), conjunto de ofrendas S (tercer conjunto), conjunto de ofrendas N (cuarto conjunto).

En consecuencia, las pruebas estadísticas indican que los conjuntos de ofrendas, formados predominantemente por miniaturas antropomorfas y zoomorfas, no guardan relación espacial con los cuerpos en términos de distancia.

A su vez, las niñas forman parte de la misma lógica de inhumación, mientras que el niño no forma parte del grupo. Esto podría indicar criterios o preceptos diferenciales para el entierro de niños y niñas, por un lado, y de ofrendas y cuerpos, por el otro.

Que los objetos se encuentren, predominantemente, a la misma profundidad que los cuerpos, pero siguiendo otros patrones de distancia, sugiere que puede tratarse de un solo momento de inhumación, o bien de distintos momentos, pero con conocimiento preciso de la profundidad de los cuerpos ya sea por memoria oral, registro nemotécnico (como los *quipu*) o por reapertura periódica de las tumbas.

AGRADECIMIENTOS: Agradezco al CONICET por las sucesivas becas que permitieron mis investigaciones. A la directora del Museo de Arqueología de Alta Montaña de Salta, Lic. Gabriela Recagno, por facilitar las instalaciones del museo y la colección arqueológica para mis estudios. A las doctoras María Ester Albeck y Sara Mata, por acompañar con su dirección mis investigaciones postdoctorales. También a los doctores Johan Reinhard y Pablo Cahiza, por la gentil lectura de una primera versión de este escrito.

Referencias bibliográficas

BAXTER, Mike

2015 *Notes on Quantitative Archaeology and R*. Documento electrónico, <http://www.mike-metrics.com/#/book-quantitative-archaeolog/4568129078>, con acceso el 19/2/2007.

BESOM, Thomas

2009 *Of Summits and Sacrifice. An Ethnohistoric Study of Inka Religious Practices*. Texas: University of Texas Press.

CARDILLO, Marcelo

2010 «Some Applications of Geometric Morphometrics to Archaeology», en *Morphometrics for Nonmorphometricians*, Ashraf M. T. Elewa, ed., pp. 325-341. Heidelberg: Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-95853-6_15

Catálogo del Museo de Arqueología de Alta Montaña

2005 Salta: Crivelli.

CERUTI, M^a Constanza

2003 *Llullaillaco: sacrificios y ofrendas en un santuario inca de alta montaña*. Salta: EUCASA/BTU.

CONNOLLY, James y Mark LAKE

2007 *Geographical Information systems in Archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press.

REINHARD, Johan y M^a Constanza CERUTI

2000 *Investigaciones arqueológicas en el volcán Llullaillaco. Complejo ceremonial incaico de alta montaña*. Salta: EUCASA.

2010 *Inca Rituals and Sacred Mountains: A Study of the World's Highest Archaeological Sites*. Los Angeles: Cotsen Institute of Archaeology Press, University of California.

SHENNAN, Stephen

1988 *Arqueología cuantitativa*. Barcelona: Crítica.

VANPOOL, Todd L. y Robert D. LEONARD

2011 *Quantitative Analysis in Archaeology*. Oxford: Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1002/9781444390155.ch1>

Pablo MIGNONE GAMBETTA

Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades, CONICET
Universidad Nacional de Salta
pmignone@hotmail.com