

**ESTUDIO MORFOLÓGICO Y DISCRIMINANTE: DARDOS Y FLECHAS EN LOS ANDES ENTRE 6200 Y 1760 AÑOS CAL AP EN LOS MORRILLOS, SAN JUAN (31°S).**

A MORPHOLOGICAL AND DISCRIMINANT STUDY: DARTS AND ARROWS IN THE ANDES BETWEEN 6200 AND 1760 YEARS CAL BP IN LOS MORRILLOS, SAN JUAN (31°S).

Silvina Celeste Castro<sup>1</sup>, Erik Marsh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Filosofía y Letras, UNCuyo, Centro Universitario, Mendoza. Email: [silvinacastro2015@gmail.com](mailto:silvinacastro2015@gmail.com)

<sup>2</sup>CONICET, Laboratorio de Paleoecología humana, FCEN, UNCuyo, Padre Jorge Contreras 1300. Parque General San Martín, Mendoza. Email: [erik.marsh@gmail.com](mailto:erik.marsh@gmail.com)

**Palabras clave**

*puntas líticas  
sistemas de arma  
análisis discriminante  
los Andes*

**Resumen**

*Presentamos un estudio funcional de puntas de proyectil líticas procedentes de una región andina (31°S) con cronologías entre 6200 y 1760 años cal AP. La muestra corresponde al sitio Los Morrillos, Gruta 1 y 2 (San Juan, Argentina). Organizamos la historia ocupacional del sitio en tres fases: 1) 6200 - 5000 años cal AP, 2) 2530 - 2230 años cal AP y 3) a partir de 2000 años cal AP. Buscamos identificar diferentes sistemas de arma, afinar la cronología de ingreso del sistema arco-flecha y evaluar diferentes variables métricas con potencial discriminante (perímetro y área de sección transversal del limbo, masa, aerodinámica, ancho de hombros y ancho del cuello del pedúnculo). Registramos puntas de dardos a lo largo de toda la secuencia cronológica. Dentro de este tipo de proyectil distinguimos dos grupos: a) dardos grandes y más pesados y b) dardos pequeños y livianos. Estos últimos podrían vincularse al uso de emplumadura y/o a proyectiles de alta velocidad. En la primera fase solo se registran dardos, grandes y pequeños. Los dardos grandes tienen una representación importante en toda la secuencia ocupacional, los pequeños predominan en la fase 2. En esta fase se registran las puntas de flecha más tempranas del sitio (2530 años cal AP) y continúan presentes en la fase 3, lo que indica una co-existencia de sistemas de arma. Estos resultados son coherentes con las tendencias macrorregionales que proponen un ingreso del arco-flecha a los 29°S ca. 3000 años cal AP y a los 37°S ca. de 1000 años cal AP.*

**Keywords**

*lithic points  
weapon systems  
discriminant analysis  
the Andes*

**Abstract**

*We present a functional study of region (31°S) and chronologies between 6200 and 1760 cal yr BP. The sample is from the site Los Morrillos, Gruta 1 and 2 (San Juan, Argentina). We organize the occupational history of the site into three phases: 1) 6200 - 5000 years cal BP, 2) 2530 - 2230 years cal BP and 3) later than 2000 years cal BP. We seek to identify*

Presentado 10/07/2021; Recibido con correcciones 11/04/2022; Aceptado: 18/04/2022

COMECHINGONIA. Revista de Arqueología. Vol. 26, n° 3. Castro, Marsh, pp. 83 - 104

ISSN 0326-791/E-ISSN 2250-7728

*different weapon systems, to refine the chronology of entry of the bow and arrow and to evaluate different metric variables with discriminant potential (perimeter and cross-sectional area, mass, aerodynamics, shoulder width and stem or neck width). We recorded dart points throughout the chronological sequence. Within this type of projectile, we distinguish two groups: a) larger and heavier darts and b) smaller and lighter darts. The latter could be part of systems that use feathering and/or high velocity projectiles. Large and small darts are recorded in the first phase. Large darts have an important representation throughout the occupational sequence. Small darts predominate in phase 2. The earliest arrowheads at the site were recorded in this phase (2530 cal yr BP) and continue in phase 3, which represents the co-existence of weapon systems. These results are coherent with the macro-regional trends that propose the arrival of the bow and arrow at 29°S ca. 3000 cal yrs BP and at 37°S ca. 1000 cal yrs BP.*

## Introducción

Este trabajo forma parte de una investigación macro que evalúa el ingreso del arco y flecha en los Andes, desde el Lago Titicaca hasta el norte de la Patagonia (29°-36°S) (Castro *et al.* 2018, 2021). Los resultados indicaron que esta tecnología habría ingresado al norte de San Juan (29°S) entre 3500 y 3000 años cal AP, mientras que en Mendoza (32°-34°S) y Neuquén (37°) los primeros contextos con flechas datan de 1300 y 1000 años cal AP, respectivamente. Con el fin de refinar este patrón macrorregional, presentamos el análisis morfológico y discriminante de proyectiles líticos (n= 87) del sitio Los Morrillos. El sitio se ubica a los 31°S, sector andino de la provincia de San Juan, con fechados entre 6200 y 1760 años cal AP (Figura 1; Gambier 1977). Tenemos tres objetivos: 1) refinar la cronología del ingreso del arco y flecha en la región, 2) evaluar la continuidad o abandono del sistema lanzadera-dardo y 3) identificar las variables métricas discriminantes que mejor se ajustan a la muestra regional.

Los proyectiles líticos son imprescindibles para comprender el contexto funcional de la caza que aborda las limitaciones y alcances de

los sistemas técnicos involucrados en esta actividad (Ratto 2003). Las puntas de proyectil líticas son solo una parte de los mismos, aunque la más perdurable y abundante en el registro arqueológico. Realizamos análisis tecno-morfológico (Aschero 1975, 1983) y métrico discriminantes (Fenenga 1953; Hughes 1998; Perkins 1994; Ratto 2003; Shott 1997). Entendemos que "...existe una relación causal entre la morfología de las puntas de proyectil, los sistemas de arma y las técnicas de caza" (Martínez 2007: 134). Una vez discriminado el sistema de arma y su vinculación a un tipo tecno-morfológico será posible inferir cambios en las técnicas y estrategias de caza a partir de cambios tecno-morfológicos de las puntas de proyectil. Por su parte, los modelos discriminantes se basan en distintas variables métricas en función de estudios de ingeniería y balística, de arqueología experimental, de base etnográfica y etnohistórica, que identifican rasgos funcionales que mejoran la performance técnica de los sistemas de arma. No existe consenso sobre cuál es el método ni las variables de mayor discriminación, lo que dificulta contar con bases de datos comparativas. Con el objeto de evaluar cuáles son las variables métricas más pertinentes para nuestra muestra y la complementariedad de las mismas, aplicamos modelos discriminantes

de amplia difusión en los estudios de proyectiles líticos de los Andes (Álvarez 2011; Ávalos 2015; Carballido Calatayud y Fernández 2021; Castro *et al.* 2021; De Souza 2004, 2011; Medina y Balena 2021; Pautassi 2011; Restifo 2012).



Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio y del sitio Los Morrillos

## Metodología

El término *proyectiles* hace referencia a piezas que tienen trayectoria de vuelo. En este caso nos concentramos en dardos y flechas, propulsados por medio de lanzaderas y arcos. Las puntas líticas, ubicadas en un extremo de los proyectiles, son solo uno de los componentes de estos sistemas de arma y sus diseños están integrados al resto del sistema para asegurar una performance eficaz (Ratto 2003). Determinar el sistema de arma a partir del estudio de puntas líticas requiere comprender las características mecánicas y de funcionamiento de cada sistema.

## Sistemas de arma: mecánica de funcionamiento

El objetivo de estas tecnologías es dañar o matar a un ser vivo resguardando al tirador lo máximo posible. Por tanto, se busca aumentar la eficacia de tiro potenciando la capacidad de penetración y la distancia recorrida por los proyectiles. En este sentido, todos los sistemas de arma presentan diferentes alcances y constreñimientos vinculados a sus mecánicas de funcionamiento. Para que un proyectil logre el objetivo de penetrar un blanco se requiere una energía cinética determinada la cual depende de dos variables: la masa y la velocidad. Los sistemas de arma deben otorgar la velocidad inicial necesaria al proyectil o elevar la masa del mismo, dependiendo de si se busca incrementar la energía de impacto o la distancia recorrida (Cotterell y Kamminga 1990). A su vez, la velocidad y la capacidad de penetración son afectadas por la resistencia ofrecida por el aire y la trayectoria de vuelo de los proyectiles (Ratto 2003). Una vez arrojado, el proyectil pierde energía cinética por el rozamiento con el aire. La velocidad y capacidad de penetración disminuyen con la distancia recorrida. Este efecto es menor cuanto mayor es la aerodinámica de las puntas líticas, lo que depende de la simetría del contorno y la superficie de contacto de las piezas. Mientras mayor sea la superficie de contacto, mayor aerodinámica debe tener la pieza (Ratto 2003: 88). En cuanto a la trayectoria de vuelo, esta debe ser lo más estable posible para que el proyectil mantenga su posición rectilínea. Para ello es necesario que las maderas de los astiles sean flexibles y resistentes (Cotterell y Kamminga 1990). Además, se puede implementar el uso de emplumadura que aporta mayor estabilidad al proyectil (Hughes 1998).

El sistema lanzadera-dardo es altamente complejo (Perkins 1994). Por una parte, la lanzadera alarga la palanca de lanzamiento

incrementando la eficiencia mecánica y la velocidad inicial del dardo (Cotterell y Kamminga 1990). Por otra parte, la flexibilidad del dardo permite un lanzamiento con precisión y empuje (Perkins 1996). La lanzadera otorga aceleración, la punta del dardo la resiste y hace que el dardo se flexione y comprima como un resorte, almacenando la energía que es utilizada en el lanzamiento. El estudio experimental de Perkins, basado en ingeniería balística, indica que la energía potencial del dardo depende de su longitud y flexibilidad y de la masa de la punta lítica. La variabilidad de peso en puntas de dardos responde a su directa relación con la longitud del dardo (Hughes 1998; Perkins 1994). Cuanto mayor sea la longitud del dardo mayor es la fuerza de resorte que requiere la punta lítica, la cual depende de la masa de la punta. Se entiende que el funcionamiento eficiente del sistema de arma requiere consistencia en la masa de los proyectiles. Así las puntas líticas diseñadas para un sistema de dardo específico podrían variar el peso entre dos y tres gramos, pero no mucho si se quiere mantener la eficiencia. Incluso un cambio en la longitud del dardo o de la lanzadera, o en su flexibilidad, genera cambios en todo el sistema. El autor indica que el sistema es tan sensible que apenas un cambio en 2,5 cm de la longitud del dardo afecta la trayectoria del proyectil. Los intermediarios permiten evitar fracturas en los dardos y que estos mantengan la longitud del diseño original, ya que con la pérdida de longitud el dardo se vuelve más rígido. Entonces, los dardos generalmente basan su poder de penetración en su masa y tienen trayectorias de vuelo inestables por lo que las puntas líticas no requieren una gran aerodinámica (Ratto 2003).

El arco fue el primer sistema de arma capaz de almacenar energía y una vez adoptado se convirtió en la herramienta por excelencia para la caza y la guerra en todo el mundo hasta la

introducción de armas de fuego. El uso del sistema arco-flecha no conllevó en todos los casos un abandono de la estólica-dardo. El arco utiliza proyectiles cuya energía cinética se basa fundamentalmente en la velocidad, por tanto, suelen ser sumamente livianos y con un gran alcance de recorrido (Cotterell y Kamminga 1990). Si bien es posible cierta variación en el peso y tamaño de las flechas, es limitada debido a los constreñimientos impuestos por la relación entre el funcionamiento técnico del arco y la anatomía humana (Bergman *et al.* 1988 en De Souza 2011). Las flechas son proyectiles con trayectorias de vuelo estables lo que, sumado a los requerimientos de velocidad, hace necesarias puntas líticas muy aerodinámicas (Ratto 2003).

La mecánica de funcionamiento de estos sistemas de arma ha orientado la selección de variables métricas para discriminar entre puntas de dardo y flecha. Algunos métodos evalúan variables aisladas, como el peso (Fenenga 1953), otros efectúan análisis multivariados o bivariados considerando ancho, largo, espesor, ancho de hombros, ancho del cuello del pedúnculo, entre otras (Hughes 1998; Ratto 2003; Shott 1997). En este trabajo, basamos la asignación funcional de puntas líticas en un análisis comparativo de los resultados arrojado por la aplicación de diferentes métodos. A continuación, se explican las variables seleccionadas y su relación con la mecánica de funcionamiento de los proyectiles.

#### *Variables para análisis discriminante*

##### Aerodinámica

Considerando la mecánica de funcionamiento diferencial de dardos y flechas, y a partir de datos etnográficos y etnohistóricos, Ratto (2003: 91) propone que las puntas de dardos tienen una aerodinámica imperfecta o no son

aerodinámicas, mientras que las de flecha presentan aerodinámica perfecta o normal.

Se distingue entre puntas con aerodinámica perfecta, normal, imperfecta y no aerodinámicas. Esta variable se establece por la simetría de la punta en relación a un eje longitudinal, la sección transversal y la superficie de contacto. La superficie de contacto se calcula a través del área del limbo:  $(\text{largo del limbo} \times \text{ancho del limbo}) / 2$  (mm<sup>2</sup>). Se clasifica el resultado de la siguiente manera: pequeña (0-299 mm<sup>2</sup>), mediana (300-599 mm<sup>2</sup>), grande (600-899 mm<sup>2</sup>), muy grande ( $\geq 900$  mm<sup>2</sup>) (Ratto 2003: 90).

### Peso

Los estudios sobre proyectiles han mostrado que las puntas de flecha generalmente son más livianas que las de dardo. Existen diferencias en los rangos propuestos para los diferentes sistemas de arma (Tabla 1), esto puede deberse al tipo de muestra utilizada para establecer los umbrales métricos. Fenenga (1953) parte de una muestra arqueológica, Hughes (1998) compila datos etnográficos, la mayoría tomados del estudio de Thomas (1978), y Perkins (1994) realiza un estudio experimental basado en la ingeniería y la mecánica de funcionamiento de las estólicas y dardos. En general, piezas  $\leq 3$  g son asociadas a puntas de flecha. Perkins (1994) indica que los dardos requieren un peso superior para lograr el efecto resorte adecuado al sistema de arma. También existen flechas extraordinarias con peso de hasta 11 g<sup>1</sup> (Hughes 1998) lo que genera una dificultad para discriminar puntas con pesos entre 3 y 11 g, pues podrían vincularse a ambos tipos de proyectil. Tomamos esta variable para evaluar la existencia de un patrón de peso en las muestras estudiadas y establecer una propuesta de rangos para la región.

Tipo de proyectil	Arqueológico: Fenenga (1953)	Experimental: Perkins (1994)	Etnográfico: Hughes (1998)
Punta de flecha	0,4-3,5 g	0-3 g	0-11 g
Punta de dardo	4,5-20 g	3-20 g	3-8 g (con emplumadura) 9-70 g (sin emplumadura)

Tabla 1. Rangos de masa estimados para puntas de diferentes sistemas de arma (g), con el tipo de dato de base y autor

### Ancho del cuello del pedúnculo

A partir del ancho del cuello del pedúnculo puede inferirse el diámetro del astil. Este es un indicador muy confiable pues los astiles de flechas suelen tener diámetros  $\leq 10$  mm y los de dardos son mayores a esta medida (De Souza 2011; Martínez y Funes Coronel 2011; Ratto 2003; Shott 1997).

### Ancho y espesor

Uno de los métodos más aplicados en análisis discriminante es el propuesto por Shott (1997) quien parte del trabajo pionero de Thomas (1978). En una muestra etnográfica de Norteamérica, el autor identifica el ancho de hombros, o ancho máximo para puntas apedunculadas, como la variable más discriminante:

Dardo:  $1.40 \times (\text{ancho de hombros o ancho máximo}) - 16.85$

Flecha:  $0.89 \times (\text{ancho de hombros o ancho máximo}) - 7.22$ .

El análisis efectuado por Shott tiene un porcentaje de éxito mayor en la clasificación de flechas (86,5 %) que de dardos (76,9 %). Nueve dardos procedentes de Perú (Nazca) y de EEUU (Arizona) fueron erróneamente clasificados como flechas. Esto se debe al menor tamaño que presentan estos dardos arqueológicos y al

tamaño mayor de las flechas comparativas (Shott 1997: 93). En particular el dardo de Nazca, pieza arqueológica enmangada hallada junto a una lanzadera, presenta características métricas (ancho de 18 mm), de enastilado y de diseño que sugieren una fuerte continuidad entre la tecnología de dardos y flechas (Shott 1997: 95). El autor indica que su propuesta puede generar errores cuando se trata de dardos pequeños. Esta salvedad es importante en nuestro estudio pues contamos con piezas de tamaños menores al dardo de Nazca, por tanto, evaluaremos la aplicación de este método a la luz de los resultados del presente estudio.

Hughes (1998) prefiere otras variables, basada en la teoría balística combina el ancho máximo y espesor. Ambas variables determinan el área de la sección transversal (en adelante, el área) y el perímetro de la punta:

$$\text{área} = \frac{(\text{ancho} * \text{espesor})}{2}$$

$$\text{perímetro} = 4 * \sqrt{\left(\frac{\text{ancho}}{2}\right)^2 + \left(\frac{\text{espesor}}{2}\right)^2}$$

El área y el perímetro influyen sobre la capacidad de penetración. Mientras más grande es el área menor es la capacidad de penetración y mayor la fuerza requerida para lograr eficiencia en términos de letalidad. Los proyectiles cuya energía cinética resulta fundamentalmente de la velocidad, como las flechas y los dardos livianos, deberían tener puntas líticas que favorezcan la penetración (De Souza 2011), lo que debería reflejarse en áreas más pequeñas. Mientras que los proyectiles cuya energía cinética procede principalmente de la masa, como los dardos pesados, deben favorecer la resistencia de las puntas líticas (Buchanan y Hamilton 2021; De Souza 2011), por lo cual se espera que tengan áreas mayores.

Para realizar un análisis comparativo sobre estas variables consideramos los promedios de puntas de dardos y flechas, etnográficos y arqueológicos de asignación certera (Charlin *et al.* 2016; Shott 1997; Thomas 1978). En la Tabla 1 se observa que las piezas etnográficas presentan valores mayores que las arqueológicas. En consecuencia, la aplicación de este tipo de método discriminante con base comparativa requiere considerar la naturaleza de los datos e incluir patrones métricos derivados de proyectiles arqueológicos.

Tipo de proyectil	Región de la muestra	Referencia bibliográfica	Perímetro (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Total de piezas (sin outliers)
Dardos arqueológicos	Norteamérica (uno de Nazca)	(Shott 1997; Thomas, 1978)	47,2 ± 9,0	5,8 ± 1,8	38
Flechas etnográficas	Norteamérica	(Thomas 1978)	30,5 ± 6,2	3,0 ± 1,1	115
	Tierra del Fuego	(Charlin <i>et al.</i> 2016)	29,9 ± 5,8	2,1 ± 0,1	35
Flechas arqueológicas	Norteamérica	(Thomas 1978)	23,3 ± 1,7	1,6 ± 0,1	14

Tabla 1. Promedios de perímetro y área de sección transversal del limbo de puntas de dardos y flechas, arqueológicas y etnográficas, calculadas de los datos originales publicados por los autores referidos.

#### Análisis tecno-morfológico

Se realiza un análisis tecno-morfológico (Aschero 1975, 1983; Aschero y Hocsman 2004). Los tipos morfológicos están representados en puntas con alta integridad, es decir, enteras o con fracturas menores a 1 mm generalmente ubicadas en el ápice o en las aletas y con nulo o escaso mantenimiento (Grado A y B, ver apartado siguiente). En consecuencia, estos tipos morfológicos pueden considerarse diseños básicos (Aschero 1988).

#### Integridad de las piezas

Es imprescindible evaluar los procesos de extensión de la vida útil de las piezas pues suelen afectar su morfología y tamaño. Clasificamos las piezas según cuatro grados de

integridad considerando el estado de conservación y las evidencias de mantenimiento y/o reciclado (Knecht 1997; Schiffer 1987; Towner y Warburton 1990):

- a) Alto. Piezas enteras y con fracturas mínimas, con nula o escasa evidencia de mantenimiento. Análisis tecno-morfológico y métrico completos.
- b) Medio. Piezas fracturadas, con nula o escasa evidencia de mantenimiento. Análisis tecno-morfológico y métrico incompletos.
- c) Bajo. Piezas enteras o fracturadas, con evidencias de fuerte mantenimiento. Análisis tecno-morfológico y métrico incompletos y poco fiables.
- d) Nulo. Piezas enteras o fracturadas, con evidencias de reciclaje, y piezas cuyas fracturas impiden evaluar el grado de integridad de las piezas. No se consideran para el estudio.

### Contexto espacial y temporal, antecedentes

Las tres grutas de Los Morrillos (31°43'S, 59°44'O, 3012 m s.n.m.), ubicadas en la Cordillera de Ansilta, tienen una conservación extraordinaria de material arqueológico y entierros humanos. La existencia de vertientes y del arroyo Los Morrillos permiten la formación de vegas, jarillares (*Larrea* sp.) y un pequeño bosque de *Adesmia pinifolia*, con ejemplares de hasta 3 m de altura. Este microclima, entre la penillanura y la cordillera, es un hábitat propicio para las presas preferidas *Lama guanicoe* y *Rhea americana* (Gambier 1985).

Las excavaciones arqueológicas iniciaron a mediados del siglo pasado, dirigidas por Gambier (1977, 1985) quien caracterizó a los grupos que ocuparon este espacio, entre ca. 8740 y 4000 años AP, como cazadores-recolectores Morrillos y, entre ca. 3800 y 1900 años AP, como los primeros grupos agropecuarios Ansilta. Las

grutas fueron utilizadas como espacios habitacionales y también como sitio de sepultura. Trabajamos aquí con el registro procedente de las Grutas 1 y 2.

La Gruta 1 tiene una profundidad de 18 m y un ancho máximo de 10,5 m. Se excavó toda la planta. Seleccionamos el registro procedente de un área denominada Basural del Fondo por contar con datos radiocarbónicos y una estratigrafía más confiable (Gambier 1977: 17). El área tenía una acumulación de 1,2 m de sedimento. A los 40-50 cm un fechado absoluto arroja una mediana de 2230 años cal AP<sup>2</sup> (Tabla 2), datación concordante con la del cuerpo n° 3 (2380 años cal AP) depositado en una fosa cuyo fondo era este piso (Gambier 1977: 17). Las puntas de proyectil analizadas proceden de los niveles 0 a 70 (Tabla 4). La Gruta 2 tiene una profundidad de 10,88 m y 9,6 m de ancho. El registro seleccionado corresponde a las cuadrículas A y C. Carbón del nivel 30-40 cm arrojó una mediana de 1760 años cal AP (Tabla 2). En el nivel de 50-60 cm se fechó material con una mediana de 2530 años cal AP. Las puntas de proyectil analizadas proceden de los niveles 0 a 100 (Tabla 4).

Gruta	Área de excavación	Nivel	Fechado (años AP)	Mediana calibrada	Tipo de material
1	Basural del Fondo	40-50	2300±60	2230	Semillas de quinoa
			2380±85	2380	Cuerpo n°3
		50-60	4530±110	5140	Carbón
		70-80	5460±140	6200	Carbón
2	Cuadrícula A	70-90	4410±150	5000	Madera (ajuar funerario cuerpo 3 capa I)
		30-40	1870±95	1760	Carbón
		50-60	2490±100	2530	Carbón

Tabla 2. Fechados radiocarbónicos de Los Morrillos Gruta 1 y 2 (Burrieza *et al.* 2016; Gambier 1977, 1985).

Gruta	Cuadrícula	Nivel	Estólica	Astil	Inter. de dardo	Vástago mayor de dardo	Dardo con punta	Toma	Gancho	Caña coligue	Plumas ( <i>Rhea Americana</i> )	
1	Basural del Fondo	0-10		7 (f)								
		10-20		2 (f)								
		20-30				1 (Fig. 2e)				1 (Figura 2d)	sí	sí
		30-40									sí	sí
		40-50					2 (f)		1		sí	sí
		40-50 (cuerpo)								1		
		70-90				2					sí	
		70-90 (cuerpo)	1 (Fig. 2h)									
	Pozo de control	80-100				3			1 (f)			
	D	70-90		2 (f. decorados)	1		1 (f. distal ahuecado)				sí	
2	A	10-20									sí	
		30-40		1							sí	
		40-50							1			
	B (oeste)	10-20								1 (Figura 2d)		
		40-60								1 (Figura 2d)		
		110-130					1 (f. distal ahuecado)					
	C	0-10				1 (Fig. 2f)						
		20-30		1 (f)							sí	
		40-50							1			sí
	C (este)	40-50							1			
		50-70					1 (f. distal)				sí	sí
		90-110					1 (f. distal)				sí	
	D	70-90						1				
Detrás de Piedras Tacita	80-100				2* 7 (f)					sí		
3	Sector 5	10-20		2 (f)								
		20-30		Varios								
		30-40	1 (Fig. 2g)							1		

Tabla 3. Cantidades de elementos arqueológicos vinculados a armas de caza en Los Morrillos, excepto puntas líticas (Gambier 1977, 1985). (f: fragmento; \* 1 con punta inserta)

Gambier (1977, 1985) asoció los niveles superiores al de 50-60 cm a los grupos denominados Ansilta y los estratos inferiores a los denominados Morrillos. Si bien no usamos su designación y organización en culturas, seguimos a Gambier en usar el piso consolidado en 50-60 cm como guía estratigráfica. Este piso parece representar un hiato marcado en la ocupación del sitio. Por arriba de este piso, Gambier refiere a un fechado temprano de 3700 ±110 AP (GaK-6903) para marcar el límite inferior. Desestimamos este fechado porque otra muestra más confiable de semillas de quinoa, del mismo contexto, se fechó en 2300±60 (Beta-148321; Burrieza *et al.* 2016: 110). Es posible que el fechado GaK-6903 haya tenido un error en el laboratorio Gakushuin, ya que en varias regiones se han detectado que los fechados procesados en los años 60 y 70 en este laboratorio

no son confiables (Blakeslee 1994; Marsh 2012; Spriggs 1997). Tomando todo esto en cuenta, organizamos la historia ocupacional del sitio en las siguientes fases:

- 1) Ocupaciones entre 6200 y 5000 años cal AP. Incluye el nivel 50 a 70 del Basural del Fondo de la Gruta 1, los niveles 60-70 e inferiores de la cuadrícula A de la Gruta 2 y el nivel 70-85 de la cuadrícula C de la Gruta 2. Entre estas ocupaciones y las siguientes hay un hiato largo de más de dos milenios.
- 2) Ocupaciones entre 2530 y 2230 años cal AP. Incluye los niveles de 40-50 del Basural del Fondo de la Gruta 1 y de las cuadrículas A y C de la Gruta 2, y los niveles 50-60 de la cuadrícula A de la Gruta 2.
- 3) Ocupaciones a partir de 2000 años cal AP. Incluye los niveles de 10 a 40 del Basural del Fondo y de las cuadrículas A de ambas grutas (el nivel de 0-10 cm es material de superficie). El final de esta fase no está definido por falta de fechados y mezclas estratigráficas con material superficial.



En cuanto al registro material de sistemas de arma presentamos resumidamente los hallazgos y estudios efectuados por Gambier, los únicos hasta la fecha, quien registró numerosas puntas de proyectil, fragmentos de astiles, tomas y ganchos de estólica (Tabla 3).

Se encontraron dos estólicas completas y de similares características (Gambier 1977, 1985). La pieza de la Gruta 3 está confeccionada en madera muy dura, posee un brazo de palanca de 62 cm de largo y 1,7 cm de diámetro y el taco impulsor se inserta en un hueco de la madera (Figura 2g). La pieza del ajuar procedente de la Gruta 1, fechado en 5000 años cal. AP, es de algarrobo, está fragmentada en dos piezas intencionalmente, tiene 49 cm de longitud, el taco se adhiere a la palanca con resina y una atadura de fibras y nervios (Figura 2h).

Se hallaron astiles compuestos que miden entre 70 y 80 cm de longitud (Gambier 1977, 1985). El vástago menor o intermediario mide entre 20 y 22 cm de largo (Figura 2e, 2f), generalmente es de una madera dura (*Adesmina Pinnifolia*) y la punta lítica es apedunculada y se inserta en una caladura de la madera. Pero, cuando el intermediario es de chilca (*Baccharis Salicifolia*), el proyectil es pedunculado y se inserta en el canal central de la caña. El vástago mayor mide entre 50 y 60 cm de largo y es de caña coligüe (*Chusquea* sp.). La caña se ahuecaba para insertar el vástago delantero. La unión de ambos vástagos se realizaba con nervios o tendones, pero sin pegamento. Habrían existido astiles simples, de una sola pieza, confeccionados en caña coligüe, pero no queda explícito si esto se basa en evidencia material o es una inferencia del investigador.

Entre los proyectiles líticos destacan las piezas apedunculadas de limbos triangulares y lanceolados, bases rectas, convexas y escotadas. Estas puntas son

morfológicamente similares en todos los niveles de la excavación. La diferencia destacada por Gambier es respecto al tamaño, el cual disminuye de forma progresiva desde los niveles inferiores a los superiores. Por debajo del nivel 50-60 habría especímenes pequeños (hasta 36 mm de largo), medianos (entre 36 y 50 mm de largo) y grandes (>50 mm de largo), con predominio de puntas chicas, con anchos entre 18-27 mm y espesores de 6 mm. En estos niveles son más escasas las puntas lanceoladas chicas, de 36 mm de largo y anchos <18 mm (Gambier 1985). En los niveles superiores al de 50-60 cm las puntas triangulares tienen tamaños pequeños y mediano, predominando las primeras. Por encima del nivel 30-40 cm se registran puntas pedunculadas y algo espesas, lo que ha sido relacionado con el uso de diferentes maderas para la confección de los dardos como se mencionó.



Figura 2. Estólicas, tomas, ganchos y astiles de Los Morrillos. (a) Intermediario de astil de flecha decorado. Encontrado en el museo con la punta LM 134 (b) inserta en la canaleta. (c) Tomas de estólica. (d) Ganchos de estólica. (e) Intermediario de dardo con punta. (f) Intermediario de dardo con mastic. (g) Estólica completa. (h) Estólica completa, fracturada.

**Resultados: análisis tecno-morfológico y métrico**

La muestra (n= 87) se distribuye diferencialmente entre las fases cronológicas: el 62 % en la fase 1, el 29 % en la fase 2 y el 9 % en la fase 3 (Tabla 4).

Fase	Sitio	Cuadrícula	Nivel (cm)	N de piezas por nivel	N de piezas por fase
Fase 1 (6200-5000 años cal AP)	Gruta 1	Basural del Fondo	50-70	1	54
	Gruta 2	A	60-70	9	
			70-90	38	
			90-100	5	
			70-85	1	
Fase 2 (2530-2230 años cal AP)	Gruta 1	Basurero del fondo	40-50	2	25
	Gruta 2	A	40-50	3	
			40-50	2	
			50-60	14	
			40-50	4	
Fase 3 (posterior a 2000 años cal AP)	Gruta 1	Basurero del fondo	0-20	3	8
	Gruta 2	A	20-30	1	
			0-20	1	
			20-40	3	
Total de piezas					87

Tabla 4. Procedencia de las muestras por fase cronológica.

*Fase 1 (6200-5000 años cal AP)*

La integridad de la muestra es baja: grado A (n= 19), grado B (n= 4), grado C (n= 31) (Tabla A en Anexo). El predominio de puntas de grado C indica importantes actividades de mantenimiento y extensión de la vida útil de las piezas.

Identificamos cinco tipos morfológicos (Tabla 5, Figura 3). Predominan puntas apedunculadas con limbo triangular (n= 19) y apedunculadas con limbo lanceolado (n= 16). El resto son puntas con pedúnculo esbozado sin aletas y limbo triangular (n= 7); con pedúnculo destacado, hombros y limbo triangular (n= 3); y con pedúnculo destacado, aletas entrantes y limbo triangular (n= 1) (Tabla A en Anexo). Además, hay siete puntas apedunculadas y una con pedúnculo esbozado sin aletas, pero no es posible una descripción más detallada por su baja integridad. En cuanto a las características

morfológicas de los filos, se registran denticulados y normales. Los tipos morfológicos descritos están representados en puntas de grado A por lo que podrían considerarse diseños básicos (*sensu* Aschero 1988)

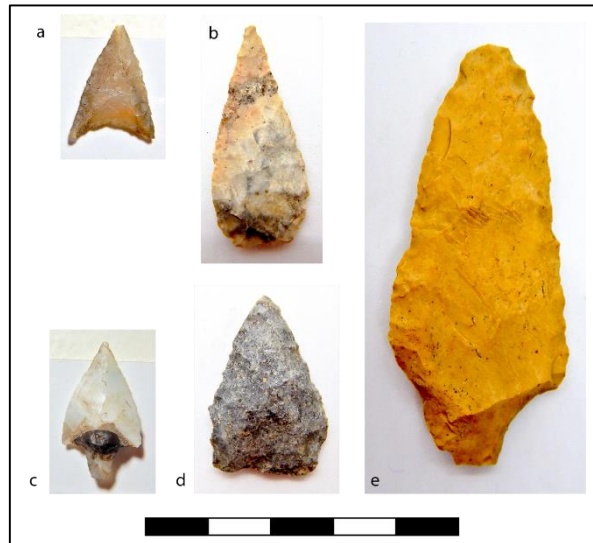


Figura 3. Fotografías de ejemplos de los tipos morfológicos (Los Morrillos, Gruta 1 y 2): a) Apedunculada con limbo triangular (punta LM11), b) Apedunculada con limbo lanceolado (punta LM98), c) Con pedúnculo diferenciado, aletas entrantes y limbo triangular (punta LM12), d) Con pedúnculo esbozado, sin aletas y limbo triangular (punta LM78), e) Con pedúnculo destacado, hombros y limbo triangular (puntas LM77)

Tipos Morfológicos	Limbo		Pedúnculo		Base del limbo o pedúnculo	
	Contorno	Bordes	Bordes	Aletas u Hombros		
		Forma primaria	Forma secundaria			
Apedunculada	triangular	normal, denticulada	recta, convexa	-	-	rectilínea, concavilínea, convexilínea
Apedunculada	lanceolada	normal, denticulada	convexa	-	-	convexilínea
Con pedúnculo diferenciado y aletas entrantes	triangular	normal	convexa	convergentes rectos	entrantes rectos	rectilínea
Con pedúnculo esbozado sin aletas	triangular	normal, denticulado	recta, convexa	paralelos rectos, convergentes convexo y rectos	hombros	rectilínea
Con pedúnculo destacado y hombros	triangular	normal	recta, convexa	paralelos rectos	hombros	rectilínea
Con pedúnculo destacado y aletas entrantes	triangular	denticulado	convexo	convergentes rectos	Entrantes obtusas	rectilínea

Tabla 5. Tipos morfológicos de puntas de proyectil de Los Morrillos Gruta 1 y 2

Iniciamos el análisis métrico calculando perímetro y área. El ancho máximo y espesor promedios son 16,75 mm y 5,45 mm, estas son las piezas más anchas y espesas del sitio (Tabla B en Anexo). Las puntas de integridad A y B tienen promedio de perímetro 38,39 mm y de área 5,67 (Figura 4a y 4b). Estos son menores en las piezas de integridad C, entre las cuales se encuentran los valores más bajos de ambas variables, resultado de la reducción de mantenimiento o fracturas, no del tipo de proyectil buscado.

El 25% (n= 15) de las piezas tiene perímetros superiores a 36,7 mm y áreas superiores a 4,9 mm<sup>2</sup>, correlacionándose con los dardos arqueológicos de la muestra comparativa (Figura 5). Incluso hay puntas con valores mucho más altos que los estipulados en la muestra comparativa, alcanzando perímetros de hasta 56 mm y áreas de 11,88 mm<sup>2</sup>, dejando abierta la posibilidad que se traten de puntas de lanzas (Tabla B en Anexo). Encontramos aquí puntas con los tres grados de integridad, pues las de grado C aun habiendo reducido su tamaño por mantenimiento o fracturas superan los valores mínimos de los dardos arqueológicos comparativos. El promedio de perímetro es de 44,14 mm y de área 6,98 mm<sup>2</sup>. Este grupo de puntas tiene un peso promedio de 5,35 g y un rango de 2,6 a 14,9 g (Figura 4c), estimado para dardos (Fenenga 1953; Hughes 1998; Perkins 1994). Entre estas piezas se encuentran cinco puntas pedunculadas cuya buena integridad permitió evaluar el ancho del cuello del pedúnculo. Esta variable tiene un rango entre 12,3-21,9 mm con un promedio de 17,48 mm (Figura 4d, Tabla B en Anexo), coherentes con los diámetros estimados para astiles de dardos de más de 10 mm. Destacamos entre estos dardos la pieza más grande y pesada de todo el sitio (LM77), además cuenta con un ancho de cuello del pedúnculo de 15,6 mm (Figura 3e). Este podría tratarse de una punta de lanza

arrojadiza, no obstante, es necesario contar con una muestra amplia que permita profundizar los estudios métricos de este tipo de proyectil.

El 11 % (n= 6) de la muestra presenta un valor, ya sea de perímetro o de área, que lo vincula a los dardos arqueológicos de la muestra comparativa o a las flechas etnográficas norteamericanas (Figura 5). Dos de estas puntas, con un peso de 2,6 g, se vinculan a dardos. El resto es de funcionalidad indeterminada por mal estado de integridad.

El 48 % (n= 26) de las piezas, con perímetros entre 23-34 mm y áreas entre 2-4 mm<sup>2</sup> aproximadamente, se correlaciona con las flechas etnográficas estudiadas por Thomas (1978) en Norteamérica (Figura 5). No obstante, la mayoría de estas piezas con los valores más bajos tienen baja integridad y no pueden adscribirse a ningún tipo de proyectil. Las piezas con buena integridad (n= 9), con promedios de 30,1 mm y 3,8 mm<sup>2</sup>, se ubican hacia el centro superior de la elipse. El peso promedio de estos elementos es 2,71 g y el rango va de 2,1 a 4,1 g (Figura 4c). Aunque son más pequeñas y livianas que las identificadas como dardos pensamos que puede tratarse de dardos de alta velocidad o emplumados, que privilegian puntas con mayor penetración y para lo cual hay que reducir el área y la masa. La ausencia de plumas en los niveles estratigráficos vinculados a esta fase (Tabla 3) alienta a pensar más en la primera posibilidad. Esta propuesta sobre dardos pequeños considera no solo las características de las puntas líticas sino también el contexto arqueológico de estas ocupaciones previas a 5000 años cal AP que ofrece evidencia material irrefutable del uso de estólica y dardos y ninguna del uso de arco y flecha (Tabla 3).

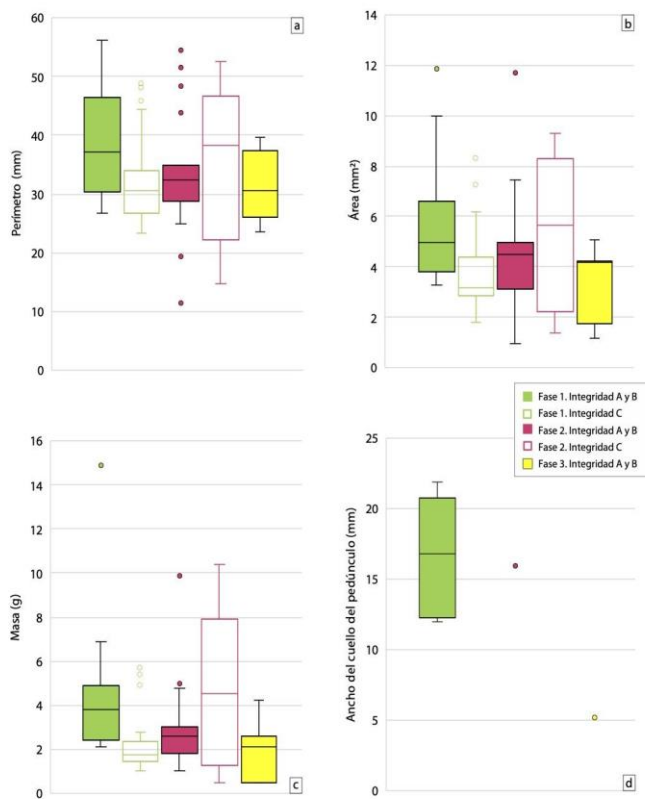


Figura 4. Rangos y promedio de área, perímetro y masa de proyectiles líticos por fase y grado de integridad.

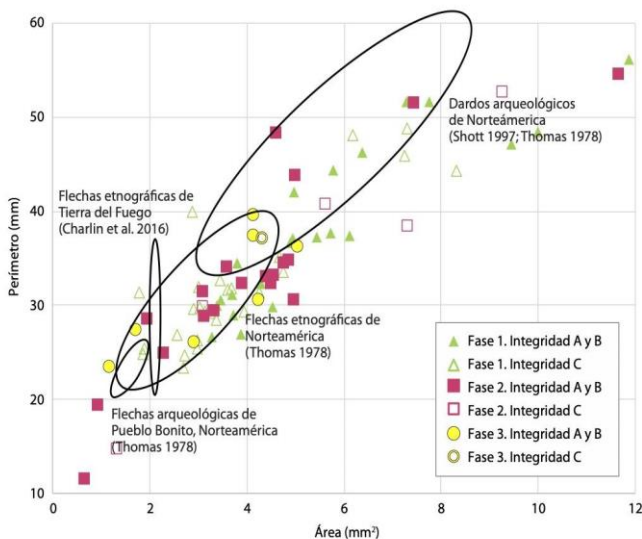


Figura 5. Área y perímetro de proyectiles líticos por fase y grado de integridad (Los Morrillos, Gruta 1 y 2): superposición con muestras comparativas.

En cuanto a la aerodinámica, Ratto (2003) propone que las puntas de dardos tienen aerodinámica imperfecta o no son aerodinámicas. Sin embargo, entre las piezas de grado A y B vinculadas a dardos grandes y pequeños encontramos puntas no aerodinámicas (n= 10), con aerodinámica imperfecta (n= 5), normal (n= 5) y perfecta (n= 1) (Tabla A en Anexo).

En puntas apedunculadas el ancho máximo promedio es 16,45 mm y en pedunculadas el ancho de hombros promedio es 20,81 mm (Tabla B en Anexo). El análisis discriminante *sensu* Shott (1997) que considera estas variables, identifica entre puntas con integridad A y B solo cuatro piezas como puntas de dardos y 19 como puntas flechas (Tabla 7). Las puntas identificadas como dardos tienen anchos máximos mayores a 23 mm. Por el contrario, la mayoría de las piezas identificadas como puntas de flechas tienen anchos máximos entre 11 y 22,4 mm (promedio de 16,36). Pensamos que al igual que sucede con el dardo de Nazca en el estudio de Shott con un ancho menor a 18 mm (ver metodología), las puntas más angostas parecen ser erróneamente identificadas como flechas, principalmente porque las flechas de la muestra etnográfica son mucho más grandes que las arqueológicas (Figura 5).

Considerando los análisis efectuados se discriminan puntas de dardos grandes (n= 17, 31 %) y pequeños (n= 9, 17 %). La mayoría de las piezas de grado de integridad C no pudo discriminarse (n= 28, 52 %).

*Fase 2 (2530-2230 años cal AP)*

La integridad de la muestra es alta: grado A (n= 18), grado B (n= 2), grado C (n= 5) (Tabla A en Anexo). Esto indica una disminución de actividades de mantenimiento.

Las puntas se confeccionaron sobre rocas silicificadas. Identificamos tres tipos morfológicos (Tabla 5, Figura 3), por tanto, disminuye la diversidad morfológica respecto a la fase 1. Predominan las piezas apedunculadas con limbo triangular ( $n=12$ ) y con limbo lanceolado ( $n=10$ ). Además, hay dos piezas con pedúnculo esbozado sin aletas y limbo triangular/lanceolado. Una pieza es apedunculada, aunque no se puede definir la forma del limbo por fractura. Los bordes de los limbos son denticulados y normales.

Los promedios de ancho máximo y espesor son levemente menores a los de la fase anterior: 16,22 mm y 5,36 mm (Tabla B en Anexo). Las puntas de integridad A y B tienen promedio de perímetro 33,52 mm y de área 4,51, menores a los de la fase 1 (Figura 4a y 4b). Si bien los rangos de ambas variables se amplían respecto a la fase previa, presentan una tendencia hacia umbrales mínimos más bajos. Esta reducción se registra en piezas de los tres grados de integridad. Así, estos valores no se deben solo a actividades de mantenimiento sino también a la confección de proyectiles más pequeños.

El 28% ( $n=7$ ) de las piezas tiene perímetros superiores a 38,3 mm y áreas superiores a 4,62, que se correlacionan con los dardos arqueológicos de la muestra comparativa (Figura 5). El promedio de perímetro es de 47,10 mm y de área 7,3 mm<sup>2</sup>. Las puntas tienen un peso promedio de 5,96 g y un rango de 3 a 10,4 g (Figura 4c), estimado para dardos (Fenenga 1953; Hughes 1998; Perkins 1994). El rango de peso evidencia una disminución en los valores máximos de los dardos respecto a la fase 1, donde el peso máximo es de 14,9 gr. Estos valores están representados en puntas con los tres grados de integridad.

El 24 % ( $n=6$ ) de la muestra presenta valores de área (promedio 4,69 mm<sup>2</sup>) que las vincula a los dardos arqueológicos de la muestra comparativa, pero los valores de perímetro (promedio 33,07 mm) las relacionan con las flechas etnográficas de Thomas (Figura 5). Además, pesan entre 2,3 y 2,9 g. Se trata de piezas más delgadas y livianas que las del grupo anterior, sumándose al grupo de posibles dardos pequeños.

El 24 % ( $n=6$ ) de las piezas, con perímetros entre 29-34 mm y áreas entre 3-4 mm<sup>2</sup> aproximadamente, se correlaciona con las flechas etnográficas estudiadas por Thomas (1978) en Norteamérica (Figura 5). La mayoría de estas piezas tienen integridad buena y media ( $n=5$ ), con promedios de 30,95 mm y 3,36 mm<sup>2</sup>. El peso promedio es 1,93 g y un rango que va de 1,3 a 2,6 g (Figura 4c). Estas piezas más livianas y pequeñas que los dardos grandes, podrían ser dardos de alta velocidad o emplumados, que privilegian puntas con mayor penetración y para lo cual hay que reducir el área y la masa. En los niveles estratigráficos vinculados a esta fase se han registrado plumas de *Rhea Americana* (Tabla 3), las cuales pudieron servir para emplumados. En este grupo se encuentra una pieza (LM9) que por su peso tan bajo (1,3 g) probablemente sea una punta de flecha.

El 8 % ( $n=2$ ) de las piezas (LM51, LM56), si bien se vinculan con el grupo anterior, caen en el límite de las flechas etnográficas estudiadas por Charlín y colaboradores (2016) en Tierra del Fuego (Figura 5). El perímetro es 28,6 y 26,9 mm, el área 1,96 y 2,93 mm<sup>2</sup> y el peso 1 y 1,4 g. Son más pequeñas y livianas que las anteriores, y se discriminan como puntas de flecha.

El 12 % ( $n=3$ ) de las puntas (LM107, LM134, LM111) tiene valores de perímetro y área por debajo de los registradas por Thomas (1978) en flechas arqueológicas (Figura 5). Haremos

referencia a las dos primeras por tener alta integridad. Son las piezas con los valores más bajos de perímetro (11,5 y 19,4 mm) y área (0,65 y 0,95 mm<sup>2</sup>) de toda la muestra del sitio. Pesa 0,9 y 2,4 g. La punta pequeña LM134 se encuentra inserta en un astil cuyo diámetro también es bajo (4,43 mm) y corresponde a los esperables para flechas (5-7 mm) (Figura 2a, 2b). No tenemos certeza de que esta asociación punta-astil sea original; cabe la posibilidad de que se haya realizado como parte de la exhibición en el museo por la falta de todo tipo de resina, fibra o tendón.

Respecto a la aerodinámica de las piezas con integridad A y B, las identificadas como dardos grandes tienen aerodinámica perfecta (n= 3) y normal (n= 1); las identificadas como dardos pequeños son no aerodinámicas (n= 5), perfecta (n= 4) y normal (n= 1); y las discriminadas como flechas son no aerodinámica (n= 1), normal (n= 2) y perfecta (n= 2) (Tabla A en Anexo).

En puntas apedunculadas el ancho máximo promedio es 15,89 mm (Tabla B en Anexo). El análisis discriminante *sensu* Shott (1997) se realizó solo en piezas de integridad A y B. El resultado indica solo tres puntas como dardos y 17 como flechas (Tabla 7). Nuevamente se observa el patrón identificado en la fase 1: las piezas indicadas como dardos tienen anchos máximos superiores a 23 mm, mientras que las identificadas como flechas tienen anchos entre 2,5 y 16,8 mm. Esto refuerza la posibilidad de que la base comparativa de la cual depende la fórmula de Shott no sea pertinente para identificar dardos angostos.

Considerando todos los resultados se discriminan dardos (n= 7, 28 %), dardos pequeños (n= 11, 44 %) y flechas (n= 5, 20 %). Solo dos piezas no pudieron discriminarse (8 %). Las identificadas como puntas de flecha son apedunculadas con limbos triangular (n= 3) y

lanceolado (n= 1) y una con pedúnculo esbozado sin aletas.

### *Fase 3 (a partir de 2000 años cal AP)*

Se incrementa la integridad de la muestra: grado A (n= 6), grado B (n= 1), grado C (n= 1) (Tabla A en Anexo). Hay menor diversidad morfológica evidenciada en dos tipos: apedunculado con limbo triangular (n= 6) y con pedúnculo diferenciado, aletas entrantes y limbo triangular (n= 1). Una pieza es apedunculada con limbo indeterminado por fractura. Todas las puntas se confeccionaron sobre rocas silicificadas. Las apedunculadas presentan bordes denticulados y la pedunculada bordes normales.

El ancho máximo y espesor promedio son 14,02 y 4,4 mm (Tabla B en Anexo), son piezas más angostas y delgadas que las anteriores. Las puntas de integridad A y B tienen promedio de perímetro 31,51 mm y de área 3,35 mm<sup>2</sup>, menores a los de las fases previas (Figura 4a y 4b). Esta reducción se registra en piezas con integridad buena y media, por tanto, estos valores se deben a la búsqueda de proyectiles más pequeños y no a tareas de mantenimiento.

El 37,5 % (n= 3) de las piezas tiene perímetros superiores a 36,3 mm y áreas superiores a 4,15 mm<sup>2</sup>, y se vinculan con los dardos arqueológicos de la muestra comparativa (Figura 5). El promedio de perímetro es de 37,6 mm y de área 4,43 mm<sup>2</sup>. El peso promedio es de 3 g y el rango entre 2,3 y 4,2 g (Figura 4c). Una de estas piezas (LM135) está insertada en un astil cuyo diámetro (9,3 mm) es coherente con el estimado para dardos ( $\geq 10$  mm) (Figura 2e).

El 12,5 % (n= 1) presenta valores de área (4,25 mm<sup>2</sup>) similar a los dardos arqueológicos de la muestra comparativa, pero tiene un perímetro (promedio 30,60 mm) coherente con las flechas

etnográficas de Thomas (Figura 5). Su peso también es bajo (2,1 g), pudiendo tratarse de un dardo pequeño.

El 37,5 % (n= 3) restante tiene perímetros entre 23,5-27,4 mm y áreas entre 1,17-2,93 mm<sup>2</sup> (LM5, LM11, LM12), similar a las flechas etnográficas de Tierra del Fuego y a las flechas arqueológicas de Norteamérica (Figura 5). Son las puntas más livianas (0,5-0,9 g) de la muestra. La pieza LM12 es pedunculada y el ancho del cuello del pedúnculo (5,17 mm) permite inferir un astil con diámetro menor a 10 mm, vinculado a flechas.

En cuanto a la aerodinámica, las piezas identificadas como dardos grandes y con integridad A y B se clasificaron como no aerodinámica (n= 1), imperfecta (n= 1), perfectas (n= 1) e indeterminada (n= 1), y las identificadas como flechas tienen aerodinámica perfecta (n= 3) (Tabla B en Anexo).

El ancho máximo promedio es 15,92 mm en piezas apedunculadas y el ancho de hombro es 12,12 mm en la pieza con pedúnculo diferenciado (Tabla B en Anexo). La fórmula discriminante de Shott (1997) sobre piezas de integridad A y B, identifica a todo el conjunto como puntas de flecha (Tabla 7). Ninguna de estas piezas tiene un ancho mayor a 19 mm. Observamos en las fases anteriores que las pocas piezas identificadas como dardos por este método son las que tienen anchos mayores a 23 mm.

Considerando todos los resultados se discriminan dardos grandes (n= 4, 50 %), dardos pequeños (n= 1, 12,5 %) y flechas (n= 3, 37,5 %). Entre estas últimas hay dos piezas apedunculadas triangulares y una con pedúnculo diferenciado y aletas entrantes.

## Síntesis de resultados y discusión

En la fase 1 (6200-5000 años cal AP) identificamos puntas de dardos, grandes y pequeños, con predominio de los primeros (Figura 6). En la fase 2 (2530-2230 años cal AP) continúa la representación de puntas de dardos grandes y se incrementan la de dardos pequeños. En esta fase se registran las puntas de flecha más tempranas del sitio. En la fase 3 (a partir de 2000 años cal AP) predominan puntas de dardos grandes y de flechas, con predominio de los primeros, la representación de ambos tipos crece significativamente en relación a la fase anterior. Por el contrario, las puntas de dardos pequeños están escasamente representadas.

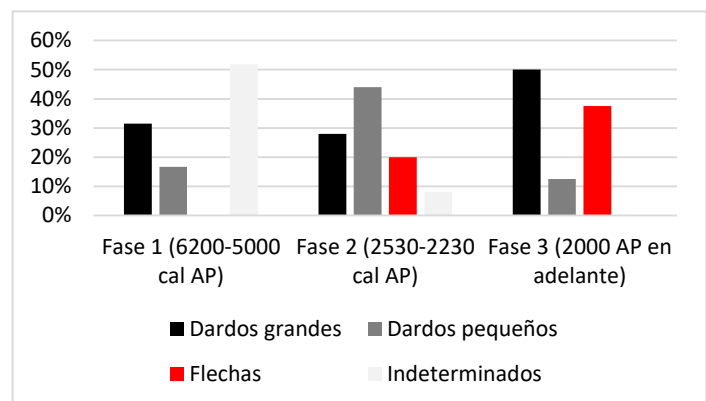


Figura 6. Tipos de proyectiles líticos por fase cronológica (Los Morrillos, Gruta 1 y 2)

### Los dardos: grandes y pequeños

El contexto de la fase 1 (6200-5000 años cal AP) tiene fuerte integridad estratigráfica y cronológica y contiene un entierro con una estófica completa como ajuar. El análisis de estas puntas generó una base métrica con rangos de perímetro, área y peso para dardos locales (Tabla 6). Los promedios de perímetro y área de estas piezas caen dentro de los rangos estimados para dardos arqueológicos de Norteamérica (Shott 1997; Thomas 1978). A partir de

características métricas, diferenciamos dos grupos de dardos. Las puntas de dardos grandes presentan valores altos de perímetro, área y peso: promedios 44,26 mm, 6,65 mm<sup>2</sup> y 4,99 g, respectivamente. Las tres variables tienen rangos mayores que las puntas vinculadas a dardos chicos y a flechas (Tabla 6, Figura 7). Las puntas de dardos pequeños tienen rangos más acotados y valores más bajos de perímetro, área y peso: promedios 32 mm, 4,04 mm<sup>2</sup> y 2,65 g.

La confección de puntas de dardos con estos valores bajos ha sido explicada por el uso de emplumadura o por la búsqueda de proyectiles de alta velocidad (Hughes 1998: 379, 381). El emplumado disminuye el requerimiento de puntas más pesadas que equilibren el dardo. El peso también puede disminuir con el intento de aumentar la velocidad del proyectil. El aumento en la representación de estas puntas de dardos pequeños y livianos en la fase 2, donde se ha registrado la presencia de plumas de *Rhea Americana*, sugiere el uso del emplumado. Hughes (1998) explica el reemplazo de dardos sin emplumadura por dardos emplumados debido a las dificultades para equilibrar el pri-

mer tipo de proyectil y a la mayor probabilidad de falla que presentan. Por otro lado, la autora indica que el uso de proyectiles de alta velocidad es ventajoso en situaciones de acecho para maximizar la distancia efectiva.

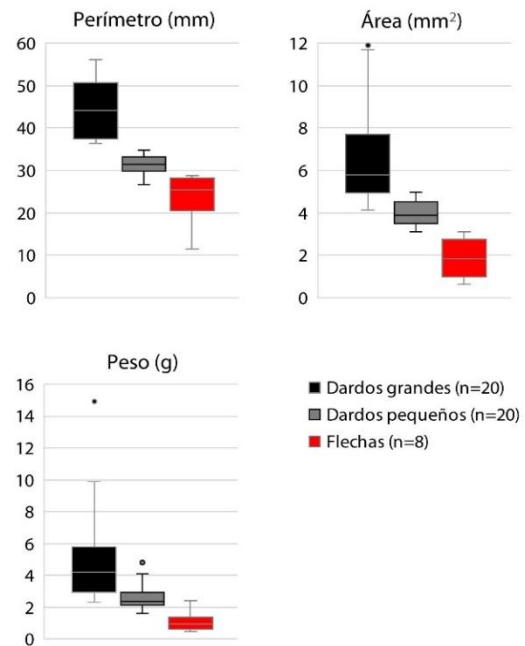


Figura 7. Valores de perímetro, área y peso por tipo de proyectil de puntas líticas con integridad alta o media

		perímetro (mm)	área (mm <sup>2</sup> )	peso (g)
Dardos grandes (n=20)	Rango	36,3 - 56,1	4,15 - 11,88	2,3 - 14,9
	Promedio	44,26	6,65	4,99
Dardos pequeños (n=20)	Rango	26,7 - 39,6	3,11 - 4,98	1,6 - 4,8
	Promedio	32,0	4,04	2,65
Flechas (n=8)	Rango	11,5 - 28,8	0,65 - 3,12	0,5 - 2,4
	Promedio	23,78	1,85	1,11

Tabla 6. Rangos métricos de dardos (con y sin emplumadura) y flechas con integridad alta o media.

*Las flechas*

En la fase 2 se registran las puntas de flecha más tempranas, en los niveles 40-50 cm del Basural del Fondo de la Gruta 2 y en los niveles 40-60 cm de la cuadrícula A de la Gruta 2, vinculados a tres fechados absolutos entre 2530-2230 años cal



AP. Las puntas de flechas de la fase 3 proceden del nivel 20 cm del Basural del Fondo de la Gruta 2 y de los niveles 00-30 cm de la cuadrícula A de la Gruta 2, vinculados a un fechado de 1760 años cal AP.

Se trata de los ejemplares más pequeños y livianos de toda la muestra, con valores máximos de perímetro, área y peso, que apenas se superponen con los valores mínimos de los dardos pequeños (Tabla 6). Los promedios de estas variables (23,78 mm, 1,85 mm<sup>2</sup> y 1,11 g) caen en los estimados para flechas etnográficas de Tierra del Fuego (Charlin *et al.* 2016) y de flechas arqueológicas enmangadas de Norteamérica (Thomas 1978). Estudios de puntas de flecha del norte de Argentina, Chile y Bolivia (Ávalos 2015; De Souza 2004) indican valores promedio de perímetro (27 mm) y área (2 mm<sup>2</sup>), similares a los de Morrillos. Aunque, destacamos que De Souza (2004: 10) propone para puntas de flechas áreas de hasta 6 mm<sup>2</sup> y peso hasta 4 g. Estos umbrales máximos son muy superiores a los valores que observamos en nuestra muestra y se solapan con los dardos más pequeños que presentamos antes.

#### *Los métodos*

Hemos identificado diferentes tipos de proyectiles líticos a partir del análisis de las variables: perímetro, área, masa, aerodinámica, ancho de hombros y ancho del cuello del pedúnculo (Tabla 7). Las variables que mejor se ajustan para la discriminación funcional de nuestra muestra son el perímetro y el área, que consideran el ancho y espesor máximos del limbo (Hughes 1998). Estas muestran una covariación en relación a los requerimientos técnicos de los proyectiles. Así, en general las puntas de dardo tienen valores mayores de perímetros y áreas que las puntas de flecha, es decir piezas más anchas y espesas

vs piezas más angostas y delgadas. Esto estaría relacionado con la búsqueda de proyectiles más resistentes con una energía cinética basada fundamentalmente en la masa, en el primer caso, o de proyectiles cuya energía cinética se basa en la velocidad y por tanto requieren mayor capacidad de penetración, en el segundo caso (De Souza 2011). No obstante, hemos identificado un grupo de dardos pequeños con valores bajos de perímetro y área, pues al igual que las flechas, estos proyectiles buscan aumentar su velocidad. Esta característica pone a ambos tipos de proyectiles (dardos pequeños y flechas) en una especie de continuidad en cuanto a los requerimientos técnicos que se materializa en puntas líticas con características métricas, de masa y de aerodinámica similares. Por su parte, el peso aporta información importante pero no es concluyente si se utiliza de forma individual, la discriminación del tipo de punta requiere complementar este análisis con otras variables. La propuesta de Shott (1997) no resulta pertinente para evaluar dardos pequeños pues erróneamente los clasifica como puntas de flecha, algo que el mismo autor observó en su trabajo, y que podría responder al menor tamaño de piezas arqueológicas en relación a piezas etnográficas. Finalmente, destacamos la información muy certera que ofrece el ancho del cuello del pedúnculo. En nuestro estudio esta variable mostró una clara relación con el perímetro de la punta y el diámetro de los astiles. Sin embargo, es una variable limitada al diseño de las puntas. En muestras como esta, donde predominan puntas apedunculadas no puede aplicarse. No obstante, estamos trabajando con una muestra de mayor tamaño procedentes del lago Titicaca (Bolivia) con puntas líticas pedunculadas que nos permitirá explorar con mayor profundidad las correlaciones entre estas variables.

Fase	Integridad	Pieza	Masa	Ancho max. o de hombros*	Área de la sección y perímetro	Aerodinámica**	Discriminación final
1	A	LM113	dardo	flecha	DATS	flecha	dardo
		LM63	dardo	dardo	DATS	dardo	dardo
		LM64	dardo	flecha	FET	ind.	dardo pequeño
		LM66	flecha	flecha	FET	dardo	dardo pequeño
		LM114	dardo	dardo	DATS	dardo	dardo
		LM115	dardo	flecha	DATS	flecha	dardo
		LM123	flecha	flecha	FET	dardo	dardo pequeño
		LM76	dardo	dardo	DATS	dardo	dardo
		LM86	dardo	flecha	DATS	dardo	dardo
		LM88	dardo	flecha	FET	dardo	dardo pequeño
		LM89	flecha	flecha	FET	flecha	dardo pequeño
		LM91	flecha	flecha	FET	ind.	dardo pequeño
		LM97	dardo	flecha	DATS	dardo	dardo
		LM98	flecha	flecha	FET	flecha	dardo pequeño
		LM116	dardo	dardo	DATS	dardo	dardo
		LM124	flecha	flecha	DATS	flecha	dardo
		LM128	dardo	flecha	FET	dardo	dardo pequeño
		LM129	flecha	flecha	FET	dardo	dardo pequeño
	LM119	flecha	flecha	FET-DATS	flecha	dardo	
	B	LM77	dardo	dardo	DATS	dardo	dardo
		LM78	flecha	flecha	FET-DATS	dardo	dardo
		LM80	dardo	flecha	ind.	ind.	ind.
		LM126	dardo	flecha	DATS	dardo	dardo
		LM65	flecha	flecha	FET	ind.	ind.
		LM90	flecha	flecha	FET	dardo	ind.
	C	LM92	flecha	flecha	FET	dardo	ind.
		LM130	flecha	flecha	FET	dardo	ind.
		LM131	flecha	flecha	FET	dardo	ind.
		LM93	flecha	flecha	FET	ind.	ind.
		LM99	flecha	flecha	FET	ind.	ind.
		LM127	flecha	flecha	FET	ind.	ind.
		LM67	ind.	flecha	FET	ind.	ind.
		LM68	ind.	flecha	FET	ind.	ind.
		LM82	dardo	flecha	DATS	ind.	dardo
		LM83	ind.	flecha	FET	ind.	ind.
		LM85	ind.	flecha	FET	ind.	ind.
		LM87	ind.	ind.	FETS-DATS	ind.	ind.
		LM94	dardo	dardo	DATS	ind.	dardo
		LM95	ind.	flecha	FET	ind.	ind.
		LM100	dardo	ind.	ind.	ind.	ind.
		LM101	ind.	flecha	FET-FAT	ind.	ind.
		LM103	ind.	flecha	FET	ind.	ind.
		LM104	ind.	flecha	ind.	ind.	ind.
		LM105	dardo	dardo	ind.	ind.	ind.
		LM106	dardo	flecha	ind.	ind.	ind.
LM112		ind.	flecha	FET	ind.	ind.	
LM117		ind.	flecha	FET	ind.	ind.	
LM118		ind.	flecha	DATS-FET	ind.	ind.	
LM125		ind.	flecha	FET-FEC	ind.	ind.	
LM132		ind.	flecha	FET	ind.	ind.	
LM120		ind.	flecha	FET-DATS	flecha	ind.	
LM121		dardo	dardo	DATS	ind.	dardo	
LM122	dardo	flecha	DATS	ind.	dardo		
LM133	dardo	ind.	ind.	ind.	ind.		
2	A	LM6	dardo	dardo	DATS	dardo	dardo
		LM9	flecha	flecha	FET	flecha	flecha
		LM37	flecha	flecha	DATS-FET	flecha	dardo pequeño
		LM38	dardo	flecha	DATS-FET	dardo	dardo pequeño
		LM23	dardo	dardo	DATS	dardo	dardo
		LM108	flecha	flecha	FET	flecha	dardo pequeño
		LM109	flecha	flecha	DATS-FET	flecha	dardo pequeño
		LM134	flecha	flecha	FAT	flecha	flecha
		LM49	dardo	dardo	DATS	dardo	dardo
		LM50	dardo	flecha	DATS	ind.	dardo
		LM51	flecha	flecha	FEC	dardo	flecha
		LM52	flecha	flecha	DATS-FET	dardo	dardo pequeño
		LM54	flecha	flecha	FET	flecha	dardo pequeño
		LM55	flecha	flecha	FET	dardo	dardo pequeño
		LM56	flecha	flecha	FEC	flecha	flecha
	LM57	flecha	flecha	DATS-FET	flecha	dardo pequeño	
	LM58	flecha	flecha	FET	dardo	dardo pequeño	
	LM107	flecha	flecha	FAT	flecha	flecha	
	B	LM59	flecha	flecha	ind.	ind.	ind.
		LM110	flecha	flecha	DATS-FET	dardo	dardo pequeño
		LM43	dardo	dardo	DATS	dardo	dardo
C	LM111	flecha	flecha	FAT	dardo	ind.	
	LM53	flecha	flecha	FET	dardo	dardo pequeño	
	LM60	dardo	flecha	DATS	ind.	dardo	
3	A	LM61	dardo	flecha	DATS	ind.	dardo
		LM2	dardo	dardo	DATS	dardo	dardo
		LM135	fleche	flecha	DATS	flecha	dardo
		LM5	flecha	flecha	FAT	flecha	flecha
	LM11	flecha	flecha	FAT-FEC	flecha	flecha	
	LM12	flecha	flecha	FET	flecha	flecha	
	LM21	flecha	flecha	DATS-FET	ind.	dardo pequeño	
	B	LM4	flecha	flecha	DATS	dardo	dardo
C		LM34	dardo	flecha	DATS	ind.	dardo

Tabla 7. Discriminación funcional de puntas de proyectil de Los Morrillos Gruta 1 y 2 de acuerdo al método aplicado (DATS: dardo arqueológico-Thomas 1978 y Shott 1997, FET: etnográfica-Thomas 1978, FEC: etnográfica-Charlin *et al.* 2016, FAT: flechas arqueológicas-Thomas 1978)<sup>3</sup>. \* *sensu* Shott 1997; \*\* *sensu* Ratto 1993

## Conclusiones

El estudio incluyó puntas líticas de las Grutas 1 y 2 de Los Morrillos (31°S) con ocupaciones desde 6200 a 1700 cal AP. Esto permitió completar un vacío de información en una franja espacial entre los 29 y 32° S y en un rango temporal entre *ca.* 3000 y 1200 años cal AP (Castro *et al.* 2021). Discriminamos puntas de dardos grandes en toda la secuencia ocupacional del sitio, por tanto, la lanzadera continuó utilizándose después del ingreso del arco y flecha. Los dardos pequeños, emplumados o de alta velocidad, también se registran desde las primeras ocupaciones, pero se incrementan en el contexto de 2500-2200 años cal AP donde también se identifican las puntas de flecha más tempranas. Esto puede estar relacionado a alguna continuidad técnica entre ambos tipos de proyectiles y a la convivencia de los dos sistemas de arma.

Nuestros primeros estudios sobre sistemas de arma en la macroregión entre 29-37°S (Castro *et al.* 2018, 2021) registraron la punta de flecha más temprana en el límite meridional, en un contexto datado en 3080 años cal AP. Mientras que las más tempranas en 32, 34 y 37°S se asocian a cronologías de 1200, 1280 y 1000 años cal AP,

*Agradecimientos:* Este estudio forma parte de proyectos financiados por la Fundación Gerda Henkel de Alemania (AZ 05/F/20) y la Agencia I+D+i (PICT-2019-01627). Agradecemos a Lucía Yebra, Carina Llano y Valeria Cortegoso por la colaboración en el análisis de las piezas, la revisión del manuscrito y sus aportes a las discu-

respectivamente. El registro de flechas en Los Morrillos (31°S) en contextos de 2530 años cal AP es coherente con esta propuesta, siguiendo un patrón geográfico con dirección norte-sur en contextos cronológicamente progresivos entre sí.

Este patrón sugiere que el arco y la flecha probablemente no fue una invención independiente dentro de los Andes del sur, sino que se trató de un préstamo tecnológico entre cazadores andinos. La cronología de las flechas más tempranas en las diferentes latitudes insinúa que el *tempo* de dispersión de esta tecnología varió. Tal variación parece vinculada a la subsistencia, movilidad y demografía de los grupos, así como a características ambientales disímiles (Castro *et al.* 2021). Mejorar la comprensión sobre la relación entre la organización general de los grupos humanos, las características de los ambientes que habitaban y la velocidad de dispersión de esta innovación tecnológica requiere continuar ampliando esta investigación. Actualmente contamos con nuevas muestras procedentes de latitudes más bajas (16°-24° S) que nos permitirán evaluar esta propuesta a escala macrorregional y abrir líneas de indagación específicas en las distintas regiones.

siones del trabajo. También, destacamos la colaboración de la licenciada Claudia Mallea, directora del Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo "Prof. Mariano Gambier" (FFHA, UNSJ), así como de todo el equipo de la institución que nos recibieron siempre muy cordialmente.

## Notas

<sup>1</sup>Incluso existen estudios que indican el posible uso de puntas de 90 gr y 171 gr como flechas, quizás en tiros de rango corto (Evans 1957; Van Buren 1974). En función a estudios experimentales y a la bibliografía disponible, Van Buren propuso un umbral de 20 gr que separa flechas de dardos.

<sup>2</sup> Los fechados han sido calibrados mediante SHCal20 (Hogg *et al.* 2020).

## Referencias bibliográficas

Álvarez, M.

2011 Puntas de arma del extremo sur de Patagonia: algunas consideraciones sobre diseño y contexto de uso. *Armas Prehispánicas: múltiples enfoques para su estudio en Sudamérica* (ed. por J.G. Martínez y D.L. Bozzuto), pp. 15-35. Fundación de Historia Natural Félix de Azara.

Aschero, C.

1975 Ensayo para una clasificación morfológica de artefactos líticos aplicada a estudios tipológicos comparativos. *Informe al CONICET*. Ms. Buenos Aires.

1983 Ensayo para una clasificación morfológica de artefactos líticos aplicada a estudios tipológicos comparativos. Apéndices A-C. *Informe al CONICET*. Ms. Buenos Aires.

1988 De punta a punta: producción, mantenimiento y diseño en puntas de proyectil precerámicas de la Puna argentina. *Actas del IX Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, pp. 219-229.

Aschero, C. y S. Hocsman

2004 Revisando cuestiones tipológicas en torno a la clasificación de artefactos bifaciales. *Temas de Arqueología, Análisis lítico* (ed. por A. Acosta, D. Loponte y M. Ramos), pp. 7-25. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

Avalos, J.C.

2015 Tecnologías de proyectil del período Formativo de la región lacustre Altoandina-

Potosí, Bolivia. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 2(2): 7-29.

Blakeslee, D.J.

1994 Reassessment of Some Radiocarbon Dates from the Central Plains. *Plains Anthropologist* 39(148): 203-2010.

Buchanan, B. y M.J. Hamilton

2021 Scaling Laws of Paleoindian Projectile Point Design. *Journal of Archaeological Method and Theory* 28: 580-602.

Burrieza, H.P., A. Sanguinetti, C.T. Michieli, H.D. Bertero y S. Maldonado

2016 th of embryos from 2300-year-old quinoa seeds found in an archaeological site. *Plant Science* 253: 107-117.

Carballido Calatayud, M. y P.M. Fernández

2021 Hunting Techniques Along the Rain Shadow Gradient in North-Central Patagonia, Argentina. *Ancient Hunting Strategies in Southern South America* (ed. por J.B. Belardi, D.L. Bozzuto, P.M. Fernández, E.A. Moreno y G.A. Neme), pp. 209-257. Springer.

Castro, S., L. Yebra, V. Cortegoso, E. Marsh, A. Castillo, A. Rughini, M.V. Fernández y R. Garvey

2021 The Introduction of the Bow and Arrow Across South America's Southern Threshold

- Between Food-Producing Societies and Hunter-Gatherers. *Ancient Hunting Strategies in Southern South America* (ed. por J.B. Belardi, D.L. Bozzuto, P.M. Fernández, E.A. Moreno y G.A. Neme), pp. 137-158. Springer.
- Castro, S., L. Yebra, E.J. Marsh, V. Cortegoso y G. Lucero  
2018 The introduction of the bow and arrow in the Argentine Andes (29-34° S): A preliminary metric approximation. *Journal of Lithic Studies* 5: 1-17.
- Charlin, J., C. Augustat y C. Urbanc  
2016 Metrical variability in ethnographic arrows from southernmost Patagonia: Comparing collections from Tierra del Fuego at European museums. *Journal of Anthropological Archaeology* 41: 313-326.
- Cotterell, B. y J. Kamminga  
1990. *Mechanics of pre-industrial technology*. Cambridge University Press.
- De Souza, P.  
2004 Tecnologías de proyectil durante los períodos Arcaico y Formativo en el LOA Superior (Norte de Chile): a partir del análisis de puntas líticas. *Chungara Revista de Antropología Chilena* 36: 61-76.  
2011 Sistemas de proyectiles y cambio social durante el tránsito Arcaico Tardío - Formativo Temprano de la Puna de Atacama. *Temporalidad, interacción y dinamismo cultural. Búsqueda del Hombre: Homenaje al Dr. Lautaro Núñez Atencio* (ed. por A. Hubert, J.A. González y M. Pereira), pp. 102-246. Ediciones Universitarias, Universidad Católica del Norte.
- Evans, O. F.  
1957 Probable Uses of Stone Projectile. *American Antiquity* 23: 83-84.
- Fenenga, F.  
1953 The weights of chipped stone points: a clue to their functions. *Southwestern Journal of Anthropology* 9(3): 309-323.
- Gambier, M.  
1977 *La cultura de Ansilta*. Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo Facultad de Filosofía Humanidades y Artes, Universidad Nacional de San Juan.  
1985 *La Cultura de Los Morrillos*. Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo. Facultad de Filosofía Humanidades y Artes, Universidad Nacional de San Juan.
- Hogg, A.G., T.J. Heaton, Q. Hua, J.G. Palmer, C.S.M. Turney, J. Southon, A. Bayliss, P.G. Blackwell, G. Boswijk, C.B. Ramsey, C. Pearson, F. Petchey, P. Reimer, R. Reimer y L. Wacker  
2020 SHCal20 Southern Hemisphere calibration, 0-55,000 years cal BP. *Radiocarbon* 62: 759.
- Hughes, S.  
1998. Getting to the Point: Evolutionary Change in Prehistoric Weaponry. *Journal of Archaeological Method and Theory* 5(4): 345-408.
- Knecht, H.  
1997 *Projectile technology. Interdisciplinary contributions to archaeology*. Plenum Press, New York.
- Marsh, E.J.  
2012 A Bayesian Re-Assessment of the Earliest Radiocarbon Dates from Tiwanaku, Bolivia. *Radiocarbon* 54(2): 203-218.
- Martínez, J.G.  
2007 Ocupaciones humanas tempranas y tecnologías de caza en Antofagasta de la Sierra, Puna Meridional Argentina (10000-7000 AP). *Cazadores-Recolectores del Cono Sur. Revista de Arqueología* 2: 129-150.
- Martínez, J.G. y J.A. Funes Coronel  
2011 Confección y performance experimental de proyectiles arqueológicos del ámbito puneño. *Armas Prehispánicas: múltiples enfoques para su estudio en Sudamérica* (ed. por J.G. Martínez y D.L. Bozzuto), pp. 37-53. Fundación de Historia Natural Félix de Azara.

- Medina, M.E. e I. Balena  
2021 Tiny Arrow Points, Bone-Tipped Projectiles, and Foraging During the Late Prehispanic Period (Sierras of Córdoba, Argentina). *Ancient Hunting Strategies in Southern South America* (ed. por J.B. Belardi, D.L. Bozzuto, P.M. Fernández, E.A. Moreno y G.A. Neme), pp. 33-58. Springer.
- Pautassi, E.A.  
2011. Tecnología de proyectiles, durante el Holoceno temprano en la porción austral de las Sierras Pampeanas. *Armas Prehispánicas: múltiples enfoques para su estudio en Sudamérica* (ed. por J.G. Martínez y D.L. Bozzuto), pp. 115-133. Fundación de Historia Natural Félix de Azara.
- Perkins, W.  
1994 *Effects of stone projectile points as mass in the atlatl and darts system*.  
<http://www.onagocag.com/mass.html>.  
1996 *The atlatl research*.  
<https://www.onagocag.com/atlatl1.html>.
- Ratto, N.  
2003 *Estrategias de caza y propiedades del registro arqueológico en la Puna de Chaschuil (Departamento Tinogasta, Catamarca)*. Universidad de Buenos Aires. Tesis Doctoral Inédita.
- Restifo, F.  
2012 Tecnología de caza durante el Holoceno temprano u medio en la puna de la provincia de Salta (República Argentina): patrones de variación y procesos de cambio. *Comechingonia* 17: 59-84.
- Schiffer, M.B.  
1987. Formation processes of the archaeological record. En *Advances* (Vol. 10).  
<http://en.scientificcommons.org/42048208>
- Shott, M.J.  
1997 Stones and shaft redux: the metric discrimination of chipped-stone dart and arrow points. *American Antiquity* 62: 86-102.  
Shott, M.J.  
2003. Chaîne opératoire and reduction sequence. *Lithic technology* 28(2): 95-105.
- Spriggs, M.  
1997 The Dating of Non Nok Tha and the Gakushuin Factor. *Ancient Chinese and Southeast Asian Bronze Age Cultures* (ed. por F.D. Bulbeck y N. Barnard), pp. 941-948. SMC Publishing.
- Thomas, D.H.  
1978. Arrowheads and atlatl darts: how the stones got the shaft. *American Antiquity* 43: 461-472.
- Towner, R. y M. Warburton  
1990 Projectile Point Rejuvenation: A Technological Analysis. *Journal of Field Archaeology* 17: 311-321.
- Van Buren, G.E.  
1974. *Arrowheads and Projectile Points*. Arrowhead Publishing Company.