

# El Análisis Funcional de Base Microscópica de la Tecnología Lítica en Chile: Historia y Perspectiva a Partir de dos Estudios de Caso.

Simón Sierralta Navarro<sup>1</sup>

## Resumen

El giro arqueométrico de la arqueología chilena en la última década ha implicado la incorporación de nuevas técnicas al análisis de materiales. El estudio de las huellas microscópicas de uso en instrumentos líticos ha comenzado a ser incorporado de a poco, tras treinta años de escaso desarrollo, pero la traceología permanece como una subdisciplina poco constituida. Este trabajo presenta una revisión crítica de los estudios funcionales en la arqueología nacional, centrada en aspectos metodológicos y de presentación de los datos. A partir de dos estudios de caso propios, de contextos ambientales y arqueológicos muy distintos, se discuten elementos problemáticos y se sugieren aspectos a considerar en relación al uso de instrumentos ópticos de alto aumento, el desarrollo de programas experimentales, y la explicitación de protocolos y observaciones en los reportes de datos.

Palabras Clave: *análisis funcional, microscopía, arqueología chilena, tecnología lítica.*

## Abstract

*The archaeometric turn of Chilean archaeology during the last decade has involved the incorporation of new techniques for the analysis of materials. The study of microscopical use-wear traces on lithic instruments has been gradually incorporated, after three decades of little development, yet traceology remains a poorly constituted sub-discipline. This paper presents a critical review of functional studies in national archaeology, focused on methodological and data presentation issues. Based on two own case studies, from very different environmental and archaeological contexts, problematic elements are discussed and relevant aspects are suggested, related to use of high-powered optic instruments, development of experimental programs, and explicitation of protocols and observations on data reports.*

*Keywords:* functional analysis, microscopy, Chilean archaeology, lithic technology.

El análisis funcional de base microscópica, análisis de huellas de uso, o análisis traceológico, es una metodología de larga data en la investigación arqueológica a nivel mundial. Desde las investigaciones pioneras sobre el Paleolítico ruso de Sergei Semenov (1981 [1957]) en la Academia de Ciencias de Leningrado, y su arribo a occidente por trabajos seminales como los de Lawrence Keeley (1979; Keeley y Newcomer 1977) y George Odell (1977; Odell y Odell-Vereecken 1980), han transcurrido varias décadas de ajustes metodológicos, desarrollo técnico y diversificación de aplicaciones. De los antiguos equipos utilizados por Semenov en la Unión Soviética para estudiar

---

<sup>1</sup> Dirección Museológica, Universidad Austral de Chile. [simon.sierralta@uach.cl](mailto:simon.sierralta@uach.cl)

artefactos paleolíticos, se ha pasado al uso de técnicas avanzadas de análisis de imagen digital (Toselli *et al.* 2002), a la incorporación del Microscopio Electrónico de Barrido (Mansur-Franchomme 1983), y a la ampliación del objeto de estudio a otras materialidades como el hueso (Kononenko *et al.* 2010), la concha (Mansur y Clemente 2001; Lucero 2004), el vidrio (Clemente y Gómez 2008, De Angelis *et al.* 2009) y los metales (Christidou 2008).

Una de las discusiones centrales que se dieron en el seno de la comunidad dedicada al análisis funcional durante estas décadas de desarrollo, fue aquella entre la aproximación de bajos aumentos, que promulgaba el uso de lupas binoculares para la observación de alteraciones y deformaciones, y la de altos aumentos, que proponía la utilización de microscopios de luz incidente para la descripción de modificaciones físico-químicas sobre las superficies activas –particularmente estriamientos y micropulidos– diagnósticas del material trabajador sobre los instrumentos. Estas dos “escuelas”, cuyos argumentos eran las diferencias en el alcance de las interpretaciones y el costo monetario y temporal de cada tipo de análisis, acabaron finalmente como metodologías complementarias en una especialización disciplinar que parece haber encontrado su espacio de desarrollo en la arqueología mundial (Calvo 2007; Haslam *et al.* 2009).

Sin embargo, en Chile el estudio de las huellas microscópicas de uso ha sido relativamente poco explorado, aún en el más tradicional campo del análisis lítico. Probablemente por una combinación de decisiones metodológicas, las dificultades de acceso a instrumentos de observación, y poca diversificación en los espacios formativos, hasta la fecha se han publicado pocas investigaciones, la mayoría centradas en el uso de lupas binoculares (ver *infra*). Asimismo, la arqueología experimental, que constituye un paso metodológico necesario para la generación de criterios comparativos en la fase de observación microscópica, es aun relativamente incipiente, sobre todo en el estudio de los instrumentos de piedra. Por ello, los estudios que se han realizado resultan iniciativas puntuales y relativamente asistemáticas, que no han logrado converger hacia necesarios espacios de discusión y retroalimentación metodológica. De hecho, resulta llamativo el refinamiento metodológico relativamente más avanzado en la traceología sobre instrumentos óseos que sobre conjuntos líticos, algo que suele ser a la inversa en el escenario mundial (v.g. Bravo *et al.* 2019; Santander 2015; Santander y López 2012).

El presente trabajo reflexiona sobre lo anterior a partir de los antecedentes de historia de la investigación, y de dos casos de estudio de análisis funcional de base microscópica sobre instrumentos líticos de cazadores recolectores, realizados con la aproximación complementaria de lupa binocular y microscopio de luz incidente, en contextos arqueológicos y biogeográficos muy diferentes. El primero corresponde al estudio de conjuntos superficiales correspondientes a ocupaciones de la transición Pleistoceno-Holoceno en los salares de Imilac y Punta Negra, región de Antofagasta; con el objetivo de identificar tendencias funcionales en la selección de materias primas para la elaboración de instrumentos en un contexto de ocupaciones tempranas de alta movilidad (Sierralta 2015, 2019). El segundo caso se enfoca sobre herramientas de raspado en contextos holocénicos, superficiales y estratigráficos, del valle del río Ibáñez, en la transición bosque-estepa de la región de Aysén, y buscó evaluar las formas de uso de este tipo de instrumentos en comparación con la abundante evidencia de las pampas orientales adyacentes, así como la posible variabilidad interna dentro de los distintos sectores del valle (Sierralta y Mena 2019).

A partir de estas investigaciones iniciales y de las conclusiones obtenidas en ellas, y tomando como punto de partida una revisión de la breve historia del análisis funcional en la arqueología

chilena, se espera generar una discusión en términos metodológicos y técnicos respecto de la forma en que se han desarrollado los trabajos de traceología lítica en nuestro país. Sin duda, el estudio de las huellas microscópicas de uso es un terreno fértil que puede entregar aportes significativos, pero para ello es necesario generar espacios de discusión, retroalimentación y convergencia que permitan construir una comunidad de aprendizaje común. El presente trabajo busca condensar el cúmulo de experiencias publicadas a lo largo de los años en la literatura arqueológica nacional, y ponerlas en perspectiva a partir de la reciente utilización de metodologías y técnicas que -para el estado del arte en el círculo local- podrían aparecer como actualizadas, y de ese modo aportar una perspectiva diferente respecto a la aplicación de este tipo de técnicas.

## Breve Historia del Análisis Funcional

Como muchas odiseas del siglo XX, la historia del análisis traceológico comenzó en la Unión Soviética. Inspirado en el mandato de Marx de crear una historia del desarrollo de los instrumentos de producción, Sergei Semenov (1981[1957]) diagnosticó que los métodos experimentales y analógicos utilizados para interpretar la función de los artefactos del Paleolítico europeo resultaban inciertos y poco científicos, pero que sin duda los procesos de trabajo debían dejar trazas observables en la superficie activa de las herramientas, señalando tanto su proceso de manufactura, el material sobre el que se habían utilizado, y el tipo de acción ejecutada. En la Academia de Ciencias de Leningrado, desde mediados de los años '30 se abocó al uso experimental y observación microscópica de instrumentos de hueso, piedra y otros minerales, complementando lupas binoculares de bajo aumento con microscopios de mayor potencia, y generando interpretaciones y referentes experimentales respecto a proceso tafonómicos, tecnológicos y funcionales.

El trabajo de Semenov no fue traducido al inglés sino hasta 1964, lo cual implicó un pequeño retraso en la incorporación de las metodologías traceológicas a la arqueología anglosajona. Para ingleses y norteamericanos, replicar el trabajo de tres décadas de Semenov fue un trabajo arduo, que recién encontró su cristalización hacia finales de los años '70, con la publicación de las tesis doctorales del estadounidense George Odell (1977) y el británico Lawrence Keeley (1979). Mientras el primero postuló que el uso de aproximaciones de bajos aumentos era suficiente para estimar el uso y la dureza del material trabajado con una herramienta, Keeley sugirió que esto resultaba relativamente insuficiente, sobre todo porque otros tipos de procesos -tecnológicos, tafonómicos- podían generar huellas similares a las funcionales desde esa aproximación, que el uso de microscopios de luz incidente resultaba imperativo para la correcta identificación del uso, y que además permitía establecer con suficiente certeza el material específico sobre el cual había sido utilizada una herramienta. La discusión se centró, en esos primeros años, en la pertinencia de uno y otro método en relación sobre todo a su costo económico y temporal, pues el análisis de altos aumentos requería una inversión significativamente mayor en ambos aspectos. Las dos aproximaciones fueron contrastadas a partir de test ciegos que mediante el estudio de conjuntos experimentales buscaron legitimar sus métodos (Keeley y Newcomer 1977; Odell y Odell-Vereecken 1980), una práctica que, en todo caso, ha continuado largamente en el tiempo para aplicaciones más específicas (v.g. Bamforth *et al.* 1990; Hayes *et al.* 2017; Rots *et al.* 2006; Unrath *et al.* 1986).

De todos modos, si bien en un primer momento se configuró un escenario de dos “escuelas”, una de altos y otra de bajos aumentos, que intentaron defender la mayor pertinencia de sus aproximaciones,

a mediados de los años ochenta se tendió a una convergencia que concluyó que ambos métodos eran complementarios (Calvo 2007; Mansur-Franchomme 1983). El énfasis entonces se puso en la depuración y la ampliación de los alcances del análisis. Se desarrollaron más ambiciosos y amplios –o bien más especializados– programas experimentales, que abordaron las particularidades de los conjuntos líticos y los materiales potencialmente trabajados de una región específica, testearon las observaciones hechas sobre sílex en otros tipos de rocas (v.g. obsidiana y cuarzo), o buscaron entender la formación de huellas microscópicas por factores distintos del uso, como los mecanismos de enmangue o los procesos tecnológicos, entre otros objetivos (Alonso y Mansur 1986; Anderson-Gerfaud y Helmer 1987; Aoyama 1989; Ibáñez Estévez *et al.* 1987; Lewenstein 1981; Plisson 1982; Toselli *et al.* 2002).

Durante las últimas tres décadas, el método tradicional se ha consolidado y estandarizado, siendo suficientemente aceptado como un método confiable para establecer interpretaciones funcionales respecto de los instrumentos líticos, siempre que se consideren las limitaciones y requerimientos de cautela metodológica. Desde entonces, de la mano de la progresiva arqueometrización de la arqueología mundial, los esfuerzos de desarrollo han continuado en torno a aumentar aún más la precisión aislando otros factores que producen trazas microscópicas, como los procesos tafonómicos (v.g. Pal y Messineo 2014), y la utilización de nuevos instrumentales y métodos de análisis que permitan documentar y caracterizar mejor los tipos de huellas, aumentando la resolución y precisión de la inferencia funcional, recuperar residuos que complementen las trazas, y comprender mejor los procesos de formación éstas. Entre éstos destacan los Microscopios Electrónicos de Barrido (MEB), que permiten aumentos mayores con gran profundidad de campo, lo que facilita la descripción de alta precisión de la microtopografía, y que con su tecnología de espectrografía de dispersión de energía (EDS) pueden caracterizar la composición química de las trazas (Calvo 2007; Haslam *et al.* 2009; Knutsson 1986; Lerner *et al.* 2007; Mansur 2009; Stemp y Stemp 2003).

## El Análisis Funcional en Chile

La traceología en Chile cuenta con una historia relativamente corta y con baja cantidad de experiencias. El primer antecedente del uso de instrumentos de observación microscópica para el estudio de superficies activas corresponde al análisis del componente lítico del sitio temprano Tres Arroyos 1, Tierra del Fuego, hace poco más de tres décadas (Jackson 1987a, 2002). Como buena parte de los trabajos de Donald Jackson en el campo de la lítica, resultó una innovación metodológica y teórica en comparación con la investigación tipologista que se había desarrollado en el país durante la década anterior (v.g. Dauelsberg 1983; Kuzmanic y Castillo 1986; Massone 1981; Serracino 1985), introduciendo no sólo una nueva técnica de análisis, sino una perspectiva más elaborada que complementaba lecturas tecnológicas y funcionales en la comprensión de los conjuntos instrumentales, y que sin duda era resultado de la formación del investigador en el extranjero (Jackson 1987b; Núñez 2015).

Durante las dos décadas siguientes, sin embargo, los únicos trabajos que incorporaron la traceología a los análisis líticos nacionales corresponden a otras experiencias del mismo investigador en Magallanes y Tierra del Fuego, el desierto de Atacama y la precordillera boscosa mapuche (Jackson 1989-90, 1991a, 1991b, 1999; Jackson y Benavente 1995-96; Jackson y García 2005; Jackson y Prieto 2005). Resulta significativo que estas experiencias se hayan desarrollado en investigaciones

relativamente discontinuas espaciotemporalmente, y que no correspondían al interés primario del autor -las ocupaciones tempranas del norte semiárido (v.g. Jackson 1992; Jackson *et al.* 2003; Jackson y Méndez 2005)-, lo que puede haber influido en que no se desarrollaran procesos formativos de nuevos analistas durante el período, ni iniciativas que persiguieran la depuración metodológica o la sofisticación de los métodos de análisis. En ese sentido, se observa que la aplicación de las técnicas traceológicas corresponde a una complementación del análisis general, con el objetivo de identificar mecanismos de uso de piezas caracterizadas morfológicamente, o bien estimar la proporción de lascas de filo natural utilizadas como instrumentos dentro de los conjuntos.

Recién desde finales de la década de los 2000 es posible encontrar aproximaciones por parte de otros autores (Cordero 2009; Méndez 2011; Solar *et al.* 2010; Reyes *et al.* 2007). Todos estos casos corresponden a investigadores jóvenes formados por Jackson en la Universidad de Chile, y que continuaron la aproximación complementaria observada en trabajos anteriores, diversificando su extensión territorial hacia los valles de Aysén, la zona central de Chile y el norte semiárido, enfocados en sociedades de cazadores-recolectores. Asimismo, se observa que en términos metodológicos y técnicos se mantienen las aproximaciones desarrolladas desde los primeros trabajos (ver *infra*).

Durante el último lustro, la traceología lítica ha visto un impulso relativo, concentrando una mayor cantidad de trabajos por parte de un contingente más diverso de investigadores (Herrera *et al.* 2015; Hormazábal 2015; Huidobro 2018; Méndez *et al.* 2016a, 2016b; Osorio *et al.* 2016; Sade y Castañeda 2017). Se observa una ampliación de la distribución territorial de los estudios, que han sido incorporados por una diversidad de equipos, alcanzando desde las sierras de Arica (Herrera *et al.* 2015; Osorio *et al.* 2016), hasta los canales patagónicos meridionales (Huidobro 2018). Asimismo, es posible encontrar investigadoras que no fueron formadas por Jackson, al menos en las metodologías traceológicas, lo que se ha traducido en la incorporación de otro tipo de técnicas y metodologías de análisis (Hormazábal 2015; Huidobro 2018).

La compilación de trabajos publicados y tesis por autores chilenos permite realizar algunas observaciones generales adicionales. Se contabilizaron 19 estudios que incorporaron la traceología como método principal o secundario de análisis (Tabla 1). Lo primero que llama la atención es que todos ellos (salvo Jackson y Benavente 1995-96) corresponden a contextos de sociedades cazadoras-recolectoras, lo que sin duda se debe a la dependencia que ha tenido la arqueología de dichos grupos respecto de los análisis líticos. En términos metodológicos, vemos que solo tres casos (15%) señalan haber utilizado una aproximación complementaria de altos y bajos aumentos (Huidobro 2018; Méndez *et al.* 2016a, 2016b). Esto se desprende sin duda de las dificultades de acceso a medios técnicos y a formación especializada, y también por una concepción de la traceología como una metodología auxiliar de aplicación sencilla. En ese mismo sentido, se observa que un número menor (n=5, 26%) de trabajos contó con contraste experimental, lo cual apunta en la misma línea de realizar aproximaciones rápidas y mecánicas de criterios generales.

Por otro lado, se observan variaciones en la forma de presentación de los datos. Sólo cuatro trabajos (21%) señalan el modelo de los instrumentos utilizados para la observación, otros (n=8, 42%) se limitan a señalar su capacidad de aumento, tres (15%) apenas señalan el tipo de instrumento sin indicar características (i.e. lupa binocular), y aún otros (n=4, 21%) no hacen mención alguna al instrumental. En la misma línea, una proporción importante (n=9, 47%) no señala el tamaño de la muestra analizada por método traceológico. Por último, sólo en tres casos (15%) se publicaron fotografías de las huellas observadas, ya sea en conjuntos experimentales o arqueológicos, las cuales

Referencia	Sitio	Región	Instrumento	Muestra (n)	Muestra (características)	Experimentación	Muestra experimental	Fotos huellas
Jackson 1987, 2002	Tres Arroyos 1	Tierra del Fuego	Lupa Nikon 80x	N/I	Instrumentos formatizados y derivados > 15 mm	No	N/A	No
Jackson 1989-1990	Radal Siete Tazas	Maule	Lupa 2,5 a 10x	1248	Sólo posibles fillos naturales	Sí	20	Sólo arqueológicas
Jackson 1991a	Cuarto Chorrillo	Magallanes	Lupa	150	Formatizados de vidrio	No	N/A	No
Jackson 1991b	Dinamarquero	Magallanes	Lupa	15	Aleatoria de fillos naturales	No	N/A	No
Jackson y Benavente 1995-1996	Chiu-Chiu	Río Loa	Nikon SM2-10 (7-60x)	107	Aleatoria de fillos naturales	No	N/A	No
Jackson 1999	Morro Chico	Magallanes	Lupa 80x	31	Raspadores de vidrio	No	N/A	No
Jackson y García 2005	Alero Marifilo 1	Araucanía	Lupa 80x	N/I	Derivados de núcleo	Sí	5	No
Jackson y Prieto 2005	Cueva Lago Sofia	Última Esperanza	Lupa 60x	N/I	Derivados de núcleo	No	N/A	No
R eyes <i>et al.</i> 2007	El Chueco 1	Aysén	N/I	N/I	Todos los bordes útiles disponibles	No	N/A	No
Cordero 2009	Los Resfálines 1, Alero Marifilo 1	Calafquén	N/I	58	Fillos naturales y con retoque marginal	Sí	36	No
Solar 2009; Solar <i>et al.</i> 2010	El Pendiente (CBL-066)	Norte semiárido	Lupa 80x	N/I	Piezas mayores a 2 cm	No	N/A	No
Méndez 2011	Tagua Tagua 1 y 2, Santa Julia, El Valiente	Norte Semiárido, Chile Central	N/I	17	Sólo posibles fillos naturales	No	N/A	No
Jackson <i>et al.</i> 2012	Santa Inés (Cuchipuy)	Chile central	Lupa	N/I	N/I	No	N/A	No
Hormazábal 2015, Méndez <i>et al.</i> 2016a	Alero Las Quemadas, Alero el Toro, El Chueco 1	Aysén	Dino-Lite AM413ZTA 200x (MDM)	768	Instrumentos formatizados y derivados mayores a 40 mm	Sí	28	Sí
Herrera <i>et al.</i> 2015	Ipilla 2	Sierras de Arica	Lupa 45x	N/I	N/I	No	N/A	No
Méndez <i>et al.</i> 2016b	Techo Negro	Norte Semiárido, Chile Central	Dino-Lite AM413ZTA 200x (MDM)	117	87 formatizados y 30 posibles fillos naturales	No	N/A	No
Osorio <i>et al.</i> 2016	Puxuma 1 y 2, Los Dolmenes, Pinuta, Tangani 1, Pampa El Muerto 8 y 15, Tojo-tojone!	Sierras de Arica	Lupa 40-100x	N/I	N/I	N/I	N/I	No
Sade y Castañeda 2017	Lago General Carrera	Aysén	N/I	N/I	N/I	N/I	N/I	No
Huidobro 2018	Pizzulic 3, Offing 2	Canales patagónicos meridionales	Lupa 8-60x y Microscopio metalográfico 100-400x	111	Instrumentos formatizados y fillos naturales con rastros	Sí	145	Sí

Tabla 1. Sumario de publicaciones y memorias nacionales que presentan información traceológica.

son habitualmente un medio de contrastación para otros investigadores o los pares evaluadores. Esto podría interpretarse tentativamente en relación a la falta de medios técnicos para obtener microfotografías, pero la persistencia de la tendencia en estudios más recientes sugiere que se trata de algo que es considerado de menor relevancia.

Estas observaciones señalan elementos que pueden implicar problemas, ya sea en términos metodológicos, o al menos en la forma de presentación de los datos. A continuación se presenta una discusión de aspectos identificados como problemáticos, en el sentido de que pueden afectar la representatividad, confiabilidad y/o comparabilidad de los estudios traceológicos.

En ese sentido, se señaló que una característica de las aproximaciones traceológicas en la arqueología chilena es el predominio de la observación por lupa binocular. Esta condición, en conjunto con una baja frecuencia de programas experimentales asociados a los estudios funcionales, ha implicado que se presenten una serie de elementos que dificultan ponderar la certidumbre de las observaciones. Como vimos, en el campo internacional, tras la discusión entre las aproximaciones de bajos y altos aumentos, se llegó a un consenso temporal respecto a la necesidad de utilizar metodologías complementarias. Tanto el ruido tafonómico como el tecnológico pueden generar huellas como microastillamientos y fracturas que pueden ser confundidas con otras similares de origen funcional, así como obliterar u oscurecer las trazas de uso, generando identificaciones engañosas (Calvo 2007; Juel Jensen 1988; Odell 1985). Esto puede ser en algún grado controlado por protocolos experimentales exhaustivos, los cuales han sido infrecuentes en los trabajos nacionales. Aunque también sujetos a alteraciones y obliteración por procesos tafonómicos, los rastros inequívocos de uso corresponden a los micropulidos, si bien la caracterización del material no resulta siempre precisa (Keeley y Newcomer 1977; Pal y Messineo 2014; Rots *et al.* 2006).

Así, la limitante principal en la mayoría de las aproximaciones traceológicas en Chile ha sido una aproximación metodológica sostenida exclusivamente sobre la observación mediante lupas binoculares. En algunos casos, esta limitación metodológica es reconocida por los autores, por lo que las interpretaciones se realizan con cautela, señalando la presencia de uso, la direccionalidad del movimiento y la dureza relativa de la materia trabajada (Herrera *et al.* 2015; Jackson 2002; Jackson y García 2005). En otros, sin embargo, la dureza del material, o la morfología específica de microastillamientos es asociada a materialidades específicas trabajadas, e incluso reconociendo las limitantes de la técnica empleada, las interpretaciones son extendidas interpretando el trabajo de la madera, el cuero, entre otros (Cordero 2009; Jackson 1989-90; Jackson y Benavente 1995-96).

Esto último sucede aún en estudios donde no se presentan protocolos experimentales, por lo cual no se cuenta con criterios comparativos para la interpretación de huellas. Dicha deficiencia es una de las más extendidas en la literatura nacional. Como vimos, sólo cinco de 19 estudios recopilados señalan la realización de un programa que permita controlar el proceso de desarrollo de las trazas funcionales, así como su distinción de aquellas tecnológicas y tafonómicas (Cordero 2009; Hormazábal 2015; Huidobro 2018; Jackson 1989-90; Jackson y García 2005). Esto pese a abordarse contextos culturales, geológicos y depositacionales tan diversos como abrigos rocosos en Patagonia austral (Jackson 2002), la precordillera selvática del Wallmapu (Cordero 2009), y las serranías de Arica (Osorio *et al.* 2016); o sitios a cielo abierto en las pampas magallánicas (Jackson 1991b), el desierto de Atacama (Herrera *et al.* 2015) o el norte semiárido (Solar *et al.* 2010).

Otro punto significativo corresponde a la presentación de fotografías de ejemplos de huellas observadas en las muestras experimentales y arqueológicas. Esta práctica constituye un estándar desde los primeros trabajos de análisis funcional (Keeley 1979; Semenov 1981 [1957]), en tanto expresa gráficamente las descripciones y criterios utilizados en la interpretación. De los cinco casos que desarrollaron conjuntos experimentales, sólo tres presentan láminas fotográficas de las huellas generadas. Dos de ellos corresponden a memorias de título que presentan resultados *in extenso* (Cordero 2009; Hormazábal 2015). Considerando la totalidad de trabajos recopilados, también sólo tres presentan fotografías de huellas observadas en los conjuntos arqueológicos, sólo dos de los cuales coinciden con los casos anteriores.

Lo anterior tiene algunas implicancias y explicaciones. Por una parte, se debe a que buena parte de los trabajos fueron realizados en un período inicial (1987-2007) en que los medios técnicos para la obtención de fotografías microscópicas pocas veces estaban disponibles (D. Jackson com. pers.). Por otro lado, una serie de trabajos más recientes señala la utilización de metodologías de análisis traceológico como una línea de evidencia complementaria en estudios amplios, cuyo objetivo principal no es la determinación funcional, por lo que se prioriza la presentación de otros datos (Herrera *et al.* 2015; Jackson *et al.* 2012; Méndez *et al.* 2016b; Osorio *et al.* 2016; Sade y Castañeda 2017; Solar *et al.* 2010). El problema surge en cuanto los procesos y fundamentos de dichas interpretaciones traceológicas no se encuentran tampoco presentadas en trabajos complementarios, lo que impide ponderar su pertinencia o utilizarlos como información de comparación y/o referencia. Sólo en un caso fue posible vincular los datos utilizados en una interpretación funcional con su presentación detallada en una memoria de título no publicada (Hormazábal 2015; Méndez *et al.* 2016a).

En la misma línea, una buena práctica en términos metodológicos es explicitar los equipos utilizados para la observación. Esto permite a otros especialistas conocer las condiciones en que se realizaron las interpretaciones, y contrastar con lo experimentado en su propia práctica. Sólo tres de los 19 estudios reportan el modelo específico de instrumental utilizado, que en dos casos corresponden a microscopios digitales de mano, y uno a lupa binocular. Otros 12 casos presentan información incompleta, que ya sea el tipo de instrumento (v.g. “lupa binocular”) y/o el rango de aumento (v.g. “100-400x”), sin precisar el modelo específico. Más adelante se discutirá un caso específico en que el tipo de instrumento utilizado posee limitantes en la observación de ciertos tipos de huellas, mostrando la relevancia de reportar adecuadamente estas cuestiones de método.

Por último, se observan casos con insuficiencias en la información respecto a la conformación de las muestras analizadas, que no alcanzan a constituir una tendencia general en los trabajos, pero merecen ser discutidos con un fin cautelar. Así, se encuentran artículos en que no se señalan los criterios utilizados para la selección de la muestra arqueológica o experimental, o su representatividad respecto al conjunto completo del o los sitios estudiados. En unos pocos, ni siquiera se menciona la cantidad de piezas analizadas microscópicamente. Esto hace difícil ponderar el valor de las observaciones en términos de la interpretación de los contextos estudiados, lo cual se vuelve aún más significativo al utilizar los datos funcionales como evidencia complementaria en estudios de perspectiva amplia sobre sitios o conjuntos de sitios.

## Estudio de Caso I: Transición Pleistoceno-Holoceno en Salares de Imilac y Punta Negra, Región de Antofagasta

Las cuencas interconectadas de Punta Negra e Imilac se localizan en las serranías precordilleranas desérticas, unos 100 km al sur del Salar de Atacama. Hoy constituyen un espacio de extrema aridez, con precipitaciones marginales, escasas o nulas fuentes de agua dulce, y comunidades restringidas de pastos, arbustos, aves del desierto, mamíferos menores y ocasionalmente camélidos y pumas (Cartajena *et al.* 2014). Diversos estudios paleoambientales han propuesto condiciones de mayor humedad hacia el Pleistoceno terminal, coincidentes con el Evento Pluvial del Atacama Central y las fases altiplánicas Tauca y Coipasa (Betancourt *et al.* 2000; Rech *et al.* 2002). Esto habría determinado que ambas cuencas se transformaran en zonas de humedales y espejos de agua en dos períodos muy restringidos: 15.900 – 13.800 y 12.700 – 9.700 años AP, tras los cuales el proceso macrorregional de aridización los transformó en salares de baja productividad ecológica (Quade *et al.* 2008).

Prospecciones en torno a las márgenes de los salares identificaron 43 sitios a cielo abierto, correspondientes a campamentos residenciales, logísticos y zonas de aprovisionamiento lítico, con dataciones que los sitúan sistemática y casi exclusivamente en el segundo período de actividad de los humedales, sugiriendo que fueron abandonados en forma efectiva en la primera mitad del Holoceno Temprano (Grosjean *et al.* 2005; Loyola *et al.* 2018). Los sitios se manifiestan como grandes dispersiones superficiales de material lítico con predominio de instrumentos formales (*sensu* Andrefsky 1994) y muy baja densidad de desechos de producción. Poseen una potencia estratigráfica baja, con un depósito restringido consistente con los materiales observados en superficie, que se han interpretado como contextos de deflación y alta erosión (Loyola *et al.* 2017). Siete fuentes de aprovisionamiento de materias primas líticas de regular a muy buena calidad, dentro de las mismas cuencas, configuran un paisaje lítico rico y diverso, el cual se expresa en los conjuntos instrumentales de los sitios, que atestiguan la evolución de un sistema de aprovisionamiento y gestión de minerales desde el Pleistoceno terminal hasta el Holoceno Temprano, que incluyó el transporte sistemático de rocas a lo largo de las cuencas, así como la circulación de materias primas exóticas a grandes distancias en el escenario sur-andino (Loyola *et al.* 2018, 2019).

En ese sentido, se configuró un escenario de investigación con un paisaje lítico bien conocido, en conjunto con sitios de alta riqueza instrumental y relativamente buena delimitación cronológica (Figura 1). Las fuentes de materia prima más significativas se distribuyen en forma no agrupada dentro de ambas cuencas, con brechas calcedónicas (Salar de Imilac-4) y sílices opalinos (Salar de Imilac-3) en el extremo norte del salar de Imilac; ágatas bandeadas en el sector intermedio (Cerrillos de Imilac); y basaltos de regular a buena calidad en el sur del salar de Punta Negra (Morro Punta Negra - MPN). Contrario a expectativas habituales respecto a la correlación entre frecuencia de materias primas y distancias al aprovisionamiento, los sitios distribuidos a lo largo de las cuencas mostraban cantidades significativas de las rocas “locales” más lejanas. Bajo la hipótesis de que la selección y transporte de rocas pudiera relacionarse con la función de los instrumentos, se diseñó una estrategia de análisis de base microscópica para evaluar el uso que tuvieron las piezas en dos de los sitios, cuyos resultados han sido presentados en trabajos anteriores (Sierralta 2015; 2019).

Para ello se seleccionaron los campamentos residenciales de Salar de Imilac-7 (SI-7) y Salar de Punta Negra-19 (SPN-19). El primero se localiza en el noroeste de la cuenca, a 5 km de SI-3 y 2

km de SI-4, y fue fechado entre 11.600 y 11.200 cal. AP. El segundo se ubica en el límite sur de Punta Negra, a 7 km del basalto de MPN, y corresponde al último período de ocupación de la cuenca (11.057 – 10.501 cal. AP). Poseen un conjunto combinado de 181 instrumentos retocados, sin que se registraran filos naturales con rastros complementarios (FNRC), lo que corresponde a la muestra total considerada para el análisis.



Figura 1. Ubicación de sitios analizados y canteras en las cuencas de Imilac y Punta Negra.

Éste fue realizado en tres etapas. Primero, un análisis macroscópico caracterizó atributos morfotecnológicos y morfofuncionales, considerando tanto la descripción de la pieza en general y su clasificación tipológica (Figura 2), como la caracterización de los filos activos y sus funciones potenciales (Aschero 1983). Con aquellos resultados, se elaboró un programa experimental a partir de materias primas recolectadas en las fuentes de SI-3 -sílice opalino-, SI-4 -brecha calcedónica- y MPN -basalto-. Durante la ejecución de la investigación no fue posible acceder a los Cerrillos

de Imilac, por lo que los instrumentos elaborados en ese tipo de roca fueron excluidos del análisis funcional. La experimentación contempló las siguientes tareas: raspado y corte de hueso de vacuno, raspado y corte de madera local (*Prosopis chilensis*), y raspado de cuero húmedo de caprino. No se realizaron actividades rotativas, de percusión ni de grabado, pues no se registraron instrumentos cuyos atributos morfológicos sugirieran la ejecución de ese tipo de faenas. Se realizaron 23 experimentos (siete de basalto, ocho de brecha y ocho de sílice), que se controlaron microscópicamente para observar el proceso de desarrollo de huellas a los 100, 2000 y 4000 movimientos, lo que equivale a un total aproximado de 40 minutos de uso por pieza. Hubo tres casos de corte de madera en que aun así no se observaron micropulidos bien desarrollados, posiblemente por la dureza y falta de humedad en el material trabajado, por lo que se trabajó durante 20 minutos adicionales. La descripción minuciosa del proceso y resultados no puede ser expuesta, pero puede encontrarse un trabajo más extenso (Sierralta 2015). Las huellas observadas fueron utilizadas como criterios cualitativos y cuantitativos de comparación para la interpretación de huellas arqueológicas.

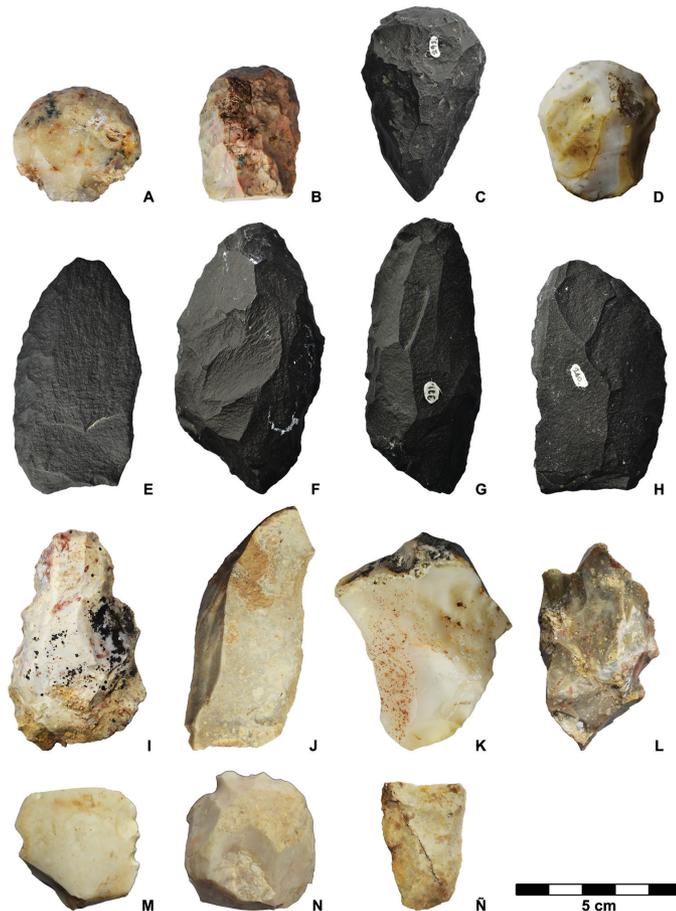


Figura 2. Tipología de instrumentos en Imilac y Punta Negra. A. Raspador semidiscoidal. B. Raspador de bordes paralelos. C. Raspador espigado. D. Raspador trapezoidad. E. Raedera simple. F. Raedera convergente. G. Raedera paralela. H. Raedera alternante. I. Denticulado. J. Filo retocado recto K. Filo retocado convexo. L. Muesca. M. Denticulado. N. Cepillo. Ñ. Filo natural.

El análisis microscópico consideró la combinación de bajos aumentos (lupa binocular Olympus SZ61 6,7-45x) y altos aumentos (microscopio de luz reflejada Zeiss Axioskop 40 50-400x). El microscopio contaba con objetivos de baja distancia de trabajo, que implicaron una profundidad de campo subóptima en aumentos superiores a 200x, dificultando la observación y sobre todo el registro fotográfico en rocas de grano más grueso (ver *infra*). Sólo se analizaron instrumentos elaborados en brecha, sílice opalino y basalto, evitando interpretaciones sobre variedades de roca sin control experimental. La totalidad de las piezas de dichas materias primas (n=127) fueron analizadas mediante bajos aumentos, a partir de lo cual se seleccionó un subconjunto de 64 para su observación con altos aumentos. El análisis caracterizó la disposición, morfología, intensidad y tamaño de microastillamientos, trituramientos, micropulidos, redondeamientos y estriamientos (Figura 3a). Adicionalmente, considerando que sobre el 90% de los artefactos fueron recolectados en superficie, se realizaron apreciaciones cualitativas respecto a alteraciones tafonómicas, con especial atención a la abrasión eólica, siguiendo los criterios propuestos por Pal y Messineo (2014).

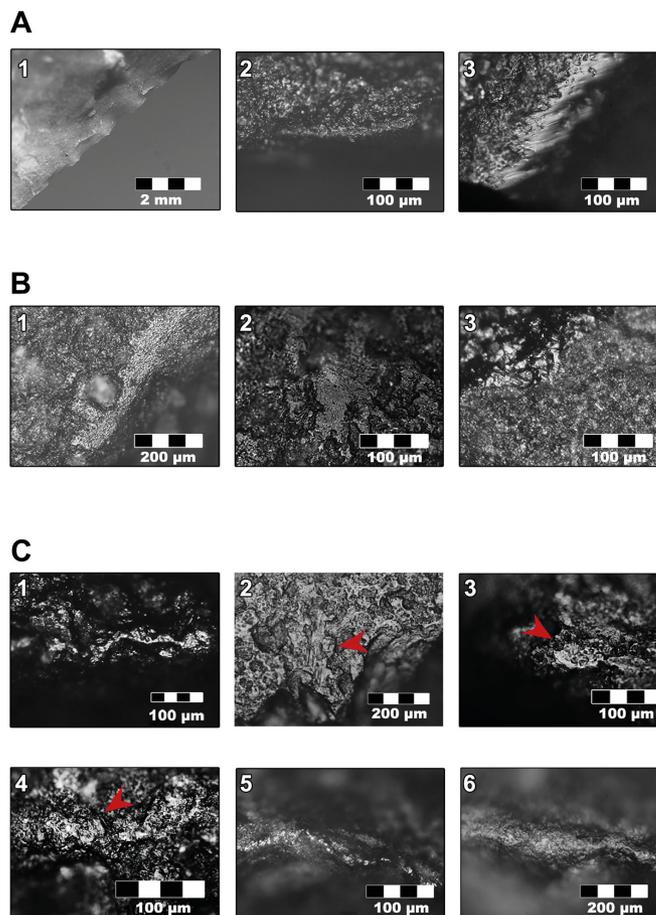


Figura 3. (A) Huellas microscópicas experimentales, (B) tafonómicas y (C) funcionales arqueológicas de Imilac y Punta Negra. A1. Microastillamientos. A2. Micropulido opaco (cuero). A3. Micropulido brillante (madera). B1. Abrasión localizada. B2. Playa de abrasión. B3. Contraste entre fractura fresca y abrasión. C1. Micropulido de uso en hueso (100x). C2. Estriamiento de uso en hueso (200x). C3. Micropulido de corte en madera (100x). C4. Micropulido de uso en madera (200x). C5-6: Redondeamiento y surcos por raspado de cuero (100 y 200x).

Los resultados mostraron conjuntos muy similares, definidos por alta formalidad y estandarización tipológica, con énfasis en morfotipos de raedera y raspadores (Figura 2). Se pudo observar microscópicamente el efecto conspicuo de la exposición prolongada a partículas sedimentarias movilizadas por el viento, que implicaron diversos grados de regularización de la microtopografía de la roca en más del 90% de la muestra, obliterando en los casos más severos las huellas diagnósticas como micropulidos y estriamientos. La apreciación de estos efectos no hubiese sido posible sin el contraste experimental, que posibilitó la comparación con rocas cuya superficie correspondía a una fractura reciente (Figura 3b).

Pese a las alteraciones, algún tipo de traza funcional fue identificada en el 93,3% de los instrumentos en SI-7, y el 94,2% en SPN-19. Considerando las limitaciones del método, se optó por una cautela interpretativa en que sólo se establecieron inferencias en piezas en que se pudieron describir micropulidos, resultaran éstos o no diagnósticos de material trabajado (Figura 3c). En este último caso, otros tipos de huellas se utilizaron como indicadores de dureza relativa de la materia trabajada. La mayoría de las interpretaciones se realizaron sobre instrumentos de basalto y brecha calcedónica, lo que se atribuye a las características físico-químicas del sílice opalino, que dificultan tanto la observación como el proceso de generación de trazas, algo que pudo observarse en el programa experimental.

Se pudo proponer que, si bien en cada sitio el recurso lítico más cercano fue utilizado en tareas diversas, la selección de materias primas se encontraba asociada preferentemente a la producción de ciertas morfologías funcionales independientemente de la distancia. Así, se observó el uso sistemático del basalto para la producción de instrumentos de filos largos y extendidos, aptos para labores de corte/aserrado, asociados a tipologías de raedera; mientras que la brecha se prefirió para la manufactura de filos abruptos con énfasis en raspadores terminales. Por otro lado, no se encontró una asociación entre variedad de roca y material trabajado, pues el basalto parece haberse utilizado más para el procesamiento de madera en SPN-19, y de recursos animales en SI-7; mientras que la brecha se utilizó sobre todas las materias en SI-7, pero específicamente sobre madera y material duro en SPN-19. En todo caso, el tamaño reducido de la muestra analizada mediante microscopio de luz incidente (50%) implica que las interpretaciones deben considerarse como preliminares.

Por una parte, estos datos invitan a sugerir diferenciación funcional entre ambos sitios, proponiendo un trabajo más enfocado en la madera en SPN-19. Por supuesto, la exclusión de instrumentos elaborados en otras materias primas implica que esto no puede señalarse con certeza. Asimismo, tanto la diversidad de instrumentos observada en el análisis macroscópico, como la menor cantidad de determinaciones funcionales en relación a la muestra, y sobre todo el tamaño reducido de las muestras experimental y arqueológica, indican que es necesario profundizar los análisis. Las alteraciones producto del contexto depositacional fueron otro factor en este sentido, así como las características técnicas del microscopio utilizado. Por una parte, esto muestra algunas limitantes del método de acuerdo a consideraciones metodológicas, poniendo de relevancia la necesidad de evaluar esta dimensión caso a caso y con todos los antecedentes sobre la mesa. Por otro lado, se observa que pese a dichas limitantes es posible obtener información interesante. Puede que haya existido una selección de materias primas asociada a la producción de ciertas morfologías funcionales, pero no necesariamente al tipo de material trabajado. Asimismo, la alta proporción de trabajo sobre madera resulta un dato interesante en un escenario geográfico como el despoblado de Atacama, en donde los recursos leñosos son hoy prácticamente inexistentes, mostrando la potencialidad del método traceológico para identificar industrias menos esperadas o poco visibles en el registro arqueológico.

## Estudio de Caso II: Cazadores-Recolectores durante el Holoceno en el río Ibáñez Medio e Inferior, Aysén.

El río Ibáñez circula por unos 85 km de oeste a este entre el volcán Hudson y el lago General Carrera/Buenos Aires, en Patagonia centro-occidental. A lo largo de su recorrido atraviesa una diversidad de ambientes geomorfológicos y bióticos, desde un curso superior en las alturas andinas dominadas por la selva patagónica, cruzando en su segmento medio un ecotono enmarcado en relieves glaciares escalonados con mosaicos de pasturas y bosques deciduos de notofagáceas, articulados por lagos y ríos menores, para desembocar finalmente en los inicios de la estepa semiárida patagónica y su característica cobertura de gramíneas y matorrales. Esta distribución de recursos configura un escenario que seguramente fue atractivo para las sociedades de cazadores-recolectores que poblaron la Patagonia andina durante el Holoceno, y que ha sido investigado en forma sistemática desde los años ochenta. Se ha registrado así una secuencia cultural desde el Holoceno Medio en adelante, que destaca por una excepcional abundancia de registros de arte rupestre, y que está caracterizada por la ocupación de los diversos nichos en los cursos medio e inferior del río sobre una base estacional asociada al acceso a grandes ungulados -guanacos en la estepa y huemules en el bosque-, habitando reparos rocosos y campamentos a cielo abierto sobre las terrazas del valle (Bate 1970, 1971; García y Mena 2016; Lucero y Mena 2000; Mena 1983, 1992; Mena y Lucero 2004; Mena y Ocampo 1993).

Los conjuntos líticos registrados en las ocupaciones del Ibáñez se caracterizan por el contraste entre los contextos de reparos rocosos, en los que predominan los instrumentos formales, y los de cielo abierto, en donde se registra una importante proporción de herramientas expeditivas y derivados de talla, lo que señala una diferenciación en la función de los asentamientos. En términos de materias primas, se ha planteado que predominaría la importación de recursos silíceos de los valles vecinos de Jeinemeni y Chacabuco, obsidiana de Pampa del Asador (PdA) y andesita del lago Posadas, por sobre la explotación del pobre paisaje lítico local, lo que implicaría circuitos amplios de movilidad, y/o relaciones intergrupales muy bien establecidas (Gómez 2016; Mena y Ocampo 1993; Stern *et al.* 2013).

En términos morfotipológicos, los conjuntos instrumentales son bastante similares a los observados en los sitios de las estepas orientales, lo que junto al transporte de materias primas a larga distancia sugiere relaciones relativamente estrechas. En ellos, las herramientas de raspado son un elemento conspicuo, que ha sido asociado tanto por la tradición etnohistórica como los estudios funcionales al trabajo del cuero por parte de grupos asociados a la trayectoria histórica de las sociedades tehuelches (v.g. Guráieb 2004; Jackson 1999; Leipus 2006; Méndez y Blanco 2001; Musters 2007 [1871]). Considerando que el valle del Ibáñez, especialmente en el ecotono bosque-estepa que constituye su curso medio, presenta recursos significativamente distintos a los pampeanos, entre los que destacan la madera y la fauna del bosque, se diseñó un estudio funcional aproximativo que evaluara el potencial de identificar diferencias en el uso de instrumentos con morfologías funcionales similares (Sierralta y Mena 2019). Asimismo, se buscó contrastar preliminarmente diferencias entre lo observado en el territorio predominantemente estepario del curso inferior, y en aquellos sitios próximos a los bosquetes del curso medio.

Se analizaron 19 instrumentos provenientes de 11 sitios (Figura 4), nueve en el Ibáñez medio (n=14) y dos en el Ibáñez bajo (n=5). Corresponden a recolecciones superficiales, salvo siete instrumentos en tres sitios excavados del curso medio (RI-6E, RI-22 y RI-23), los cuales presentan dataciones radiocarbónicas -asociadas a las capas en que se recuperaron los instrumentos- en un

rango entre 6.500 y *ca.* 400 cal.AP (Mena 2016; Mena y Ocampo 1993; Sierralta y Mena 2019). La metodología comprendió el análisis macroscópico de caracterización de morfología general (Figura 5) y de filos activos (Aschero 1983), así como el análisis microscópico de bajos aumentos (lupa binocular Leica EZ4 HD 8-35x) y altos aumentos (microscopio de luz reflejada *Zeiss Axioskop 40* 50-400x). La diversidad de materias primas y su carácter foráneo no hizo posible elaborar referentes experimentales sobre las mismas rocas del conjunto, salvo en el caso de obsidiana PdA. Para sílices y calcedonias se utilizaron rocas de atributos similares a las del conjunto, pero recolectadas en distintas regiones del norte y centro del país. El protocolo experimental diseñado, y los criterios de descripción de trazas microscópicas fueron idénticos a los descritos para el caso de estudio anterior.

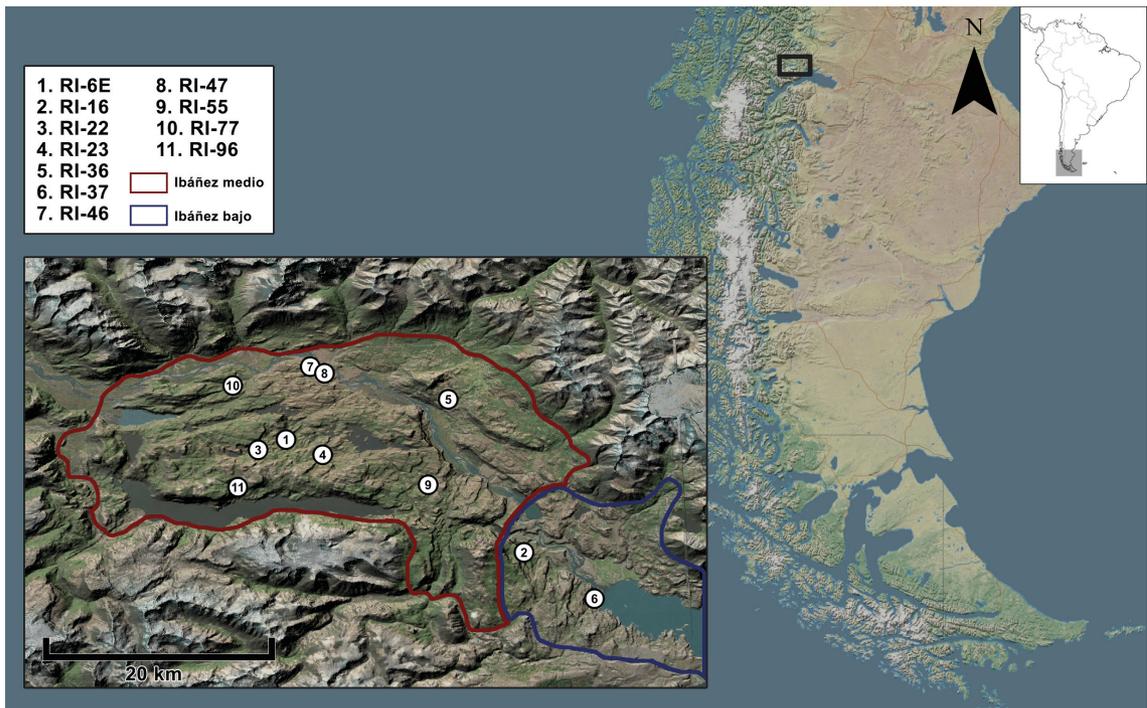


Figura 4. Ubicación de sitios en la cuenca del río Ibáñez.

Pese a tratarse de un conjunto con una alta frecuencia de piezas recuperadas en superficie, no se observaron intensidades de abrasión de las superficies comparables con los de Punta Negra e Imilac, lo que muestra la importancia de los ambientes depositacionales y, en este caso específico, la cantidad de partículas sedimentarias transportadas por el viento como factor de alteración. Sólo en dos casos no pudo describirse ningún tipo de huella, correspondientes a un filo natural que posiblemente no fue utilizado, y una muesca elaborada en jaspe. En 13 casos (68,4%) se identificaron micropulidos y estriamientos diagnósticos del material trabajado (Figura 6), siendo lo más prevalente el raspado de cuero (7 casos), mientras que cinco piezas se utilizaron para trabajar madera, y una para raspar hueso.

Tres de los instrumentos utilizados sobre madera provienen de RI-37, en el Ibáñez bajo, mientras que en el curso medio predominó ampliamente el trabajo del cuero. Interpretaciones posibles son un sesgo por la diferencia muestral y el haber considerado sólo una categoría morfofuncional en el análisis, o bien una especialización funcional de RI-37. En cualquier caso, esto llama la atención en tanto es en el Ibáñez medio donde hay mayor densidad de recursos de bosque, y si bien éstos

no están ausentes en el segmento inferior, sugiere la necesidad de hilar más fino en términos espaciales. En cuanto a materias primas, se observa una asociación entre la calcedonia y el trabajo de la madera, mientras que para el raspado del cuero se utilizaron distintas variedades de sílices, abriendo la posibilidad de una selección de rocas orientada a función. Por último, se observa una mayor variabilidad en morfología y ángulos de filos utilizados para el trabajo de la madera, y una estandarización en los raspadores para cuero en relación a morfología convexa y descarte cuando los ángulos alcanzaban entre  $70^\circ$  y  $75^\circ$ , lo cual se interpreta como una expresión de la mayor diversidad de tareas involucradas en el trabajo de carpintería.

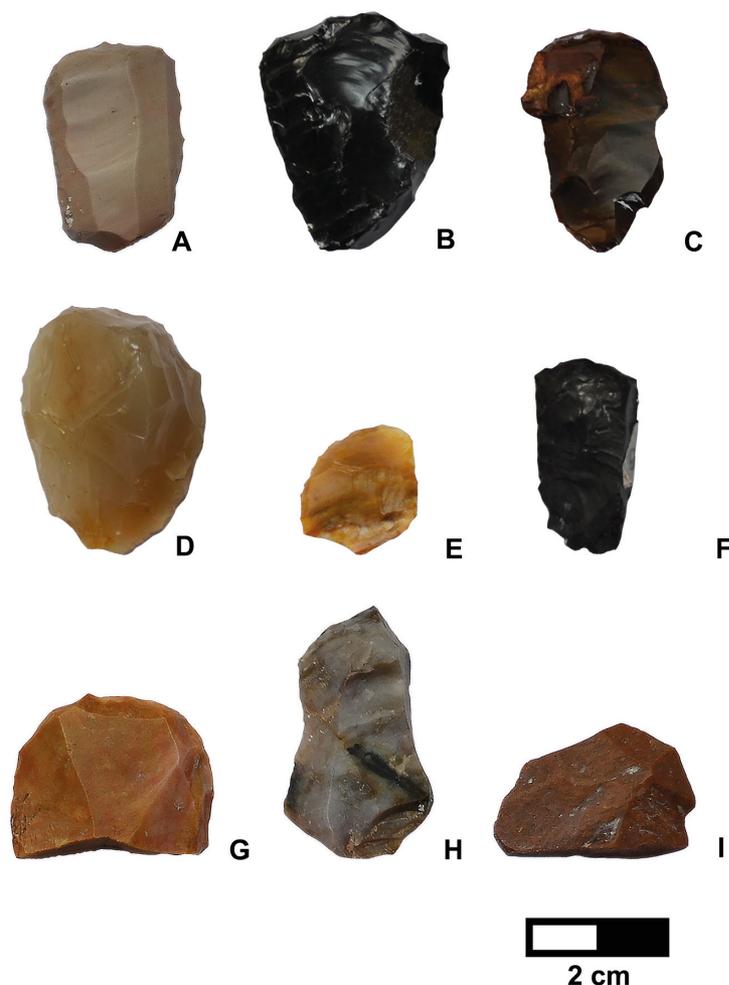


Figura 5. Clasificación provisional de instrumentos de raspado en el río Ibáñez. A. Bordes paralelos. B. Trapezoidal. C. Pedunculado. D. Espigado. E. Pequeño. F. Bifacial. G. Fragmento. H. Muesca. I. Filo natural.

Si bien la muestra de análisis presenta algunas limitantes, como su carácter superficial y el sesgo morfofuncional, ofrece datos interesantes. Particularmente, llama la atención la alta proporción de instrumentos utilizados sobre madera (*ca.* 30%), que contrasta con lo observado en otros análisis funcionales en Pampa y Patagonia, donde el porcentaje de este tipo de uso es más bajo (Leipus 2006; Mansur y Lasa 2005; Massigoge y Pal 2011). Otros casos en ambientes transicionales al

bosque han sugerido uso sobre madera significativo, sin embargo, como se discute más abajo, el uso de equipos subóptimos dificulta la comparación de resultados (Hormazábal 2015; Méndez *et al.* 2016a).

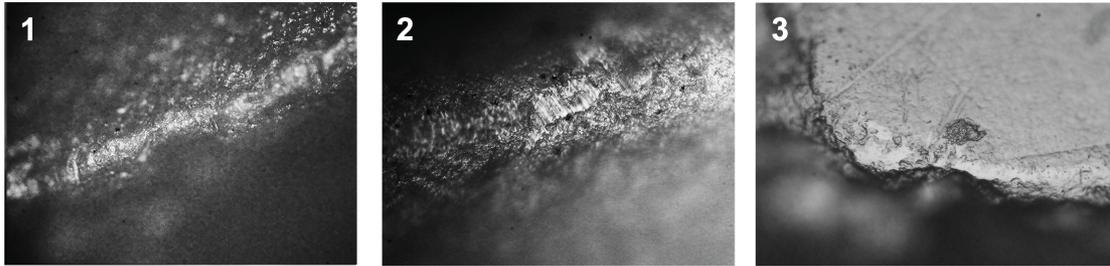


Figura 6. Huellas microscópicas observadas en instrumentos del río Ibáñez. 1. Pulido y estrías de raspado de cuero (200x). 2. Pulido y estrías de raspado de hueso (200x). 3. Pulido y estrías de raspado de madera (200x).

Los datos a escala de valle sugieren una diferenciación funcional respecto de lo observado en Patagonia oriental. En términos internos, la expectativa de encontrar trabajo de madera asociado al ecotono del Ibáñez medio no se cumplió, si bien podría estar representada en otras categorías morfofuncionales. La alta proporción de trabajo en madera del Ibáñez Bajo podría estar dada por la función del sitio RI-37. Asimismo, asociación entre uso y materias primas resulta significativa, pero sería necesario evaluar circuitos de distribución, así como aumentar el número de sitios en el Ibáñez bajo, para ver si la tendencia se relaciona con las características físico-químicas de la roca, o con la variable disponibilidad y la orientación funcional de RI-37. En todo caso, este tipo de datos permiten comenzar a preguntarse por la complementariedad de ambientes, considerando que los ambientes boscosos próximos a los Andes poseen recursos no disponibles en las estepas, y que así como las materias primas líticas circulan de oriente a occidente, algo inverso podría ocurrir -por ejemplo- con la industria en madera. Otra alternativa, ya sugerida para el Ibáñez, es que en este haya funcionado un sistema social discreto, que haya desarrollado un modo de vida específico a los ambientes boscosos o ecotonales (García y Mena 2016).

## Discusión y Conclusiones

Los dos casos presentados, junto con el estudio publicado por Huidobro (2018), representan las primeras investigaciones en análisis funcional de base microscópica que han utilizado instrumental óptico -no digital- de alto aumento para la observación traceológica en Chile. Esta no es una metodología reciente, pues su desarrollo original data de la mitad del siglo XX (Semenov 1957]) y su depuración desde la década de los ochenta en adelante (Keeley 1979; Mansur-Franchomme 1983). Sin embargo, los estudios funcionales en la arqueología chilena han descansado hasta hace poco en la observación con lupa binocular, muchas veces con escaso control experimental, presentaciones poco detalladas y/o sistemáticas de las metodologías utilizadas, y escalas interpretativas que no siempre se ajustan a los protocolos de análisis. En ese sentido, se ha recurrido casi exclusivamente a las propuestas iniciales de la “escuela de bajos aumentos” que suponían que los atributos morfométricos de microastillamientos permitían una identificación confiable de la dureza del material trabajado (Odell 1977; Odell y Odell-Vereecken 1980). Aunque esto no es una discusión necesariamente

cerrada, el consenso internacional sugiere que dicha aproximación se encuentra expuesta a equívocos producto de diversos factores tecnológicos, tafonómicos, materiales y funcionales que oscurecen relaciones que en los diseños experimentales iniciales parecían directas, y que una metodología sensible corresponde a la complementación entre distintas técnicas (Calvo 2007; Clemente *et al.* 2002; Mansur 1986). En otras palabras, el análisis funcional de base microscópica en Chile se ha caracterizado por treinta años de escasa exploración metodológica, en que los criterios utilizados en forma pionera por D. Jackson se aplicaron de forma relativamente mecánica. Entre factores que incidieron en dicha condición, podemos destacar el escaso diálogo en términos metodológicos con las escuelas de análisis lítico en otros países, particularmente en este sentido con Argentina y Europa; así como la dificultad de acceso a equipos de observación adecuados, particularmente aquellos de altos aumentos. Ambas situaciones parecen haber comenzado a ser sorteadas.

Quedan aún algunas precisiones que hacer al respecto. Primero, no es exclusivamente la magnitud de aumento lo relevante para la observación de las distintas huellas: el tipo de instrumental también debe ser considerado. Por ejemplo, vimos casos que han utilizado microscopios digitales de mano para la descripción de micropulidos, generando interpretaciones sobre el material específico trabajado (Méndez *et al.* 2016a, 2016b). Uno de ellos se fundamenta en un meticuloso programa experimental, que generó una amplia variedad de criterios funcionales sobre distintos tipos de instrumentos, y a partir del cual se realizó la interpretación arqueológica (Hormazábal 2015). A partir de las fotografías presentadas en ese estudio, se distingue que el microscopio digital muestra una buena capacidad en términos de identificar microastillamientos y otras huellas mecánicas<sup>2</sup>. Sin embargo, en el caso de los micropulidos -huella más diagnóstica en la escala interpretativa utilizada-, una comparación con fotografías hechas en microscopio de luz incidente evidencia las dificultades que implica el uso del instrumental digital en la descripción de este tipo de trazas. Estas surgen del hecho de que la descripción precisa de la microtopografía de la roca, y por extensión de la morfología de la superficie regularizada, así como las diferencias en el brillo que resultan especialmente diagnósticos, se fundamenta en el ángulo recto de la luz proyectada desde el instrumento al objeto y la dirección de la reflexión que retorna al objetivo (Calvo 2007; Mansur 1999). Esto no es sólo relevante en la tarea de distinguir los distintos micropulidos generados al trabajar materiales diferentes, sino en la identificación correcta de qué tipos de superficies más o menos brillantes corresponden a pulidos funcionales, y no a otros procesos como, por ejemplo, las playas de abrasión generadas por la acción eólica.

Segundo, incluso teniendo el *tipo* de instrumental indicado, sus características específicas implican posibilidades y limitaciones diferentes, de acuerdo a las leyes de la óptica. Durante el análisis de las muestras experimentales de Punta Negra e Imilac, se pudo evidenciar como la profundidad de campo que entregaba el instrumento utilizado resultaba un factor limitante en la observación de piezas de ciertas materias primas. Mientras aquellas con granulometrías finas, como la brecha calcedónica, resultaban sencillas de observar, el basalto de grano medio ofrecía dificultades, pues la profundidad de campo era menor a las diferencias de nivel microtopográfico. El factor principal en este sentido es la distancia de trabajo (i.e. distancia entre el objetivo y el objeto), cuya magnitud está en directa proporción con la profundidad de campo de la imagen, y que depende exclusivamente del tipo de objetivo utilizado (Abramowitz *et al.* 2002). La Figura 7 exhibe las diferencias en la observación de una misma pieza experimental (aunque no del mismo punto) de basalto del salar de Punta Negra en microscopios con diferente distancia de trabajo, mostrando como en el

---

<sup>2</sup> Desafortunadamente, no ha sido posible acceder a las fotografías digitales originales con resolución suficiente para incorporarlas en esta publicación.

segundo caso es posible apreciar mejor la microtopografía. El de menor profundidad de campo fue el utilizado para el análisis de los conjuntos arqueológicos, lo cual puede haber implicado una menor posibilidad de identificación de huellas en la parte de la muestra que fue elaborada en basalto. Asimismo, afectó la capacidad de obtener fotografías adecuadas para la presentación de resultados, como puede verse en la Figura 3c.

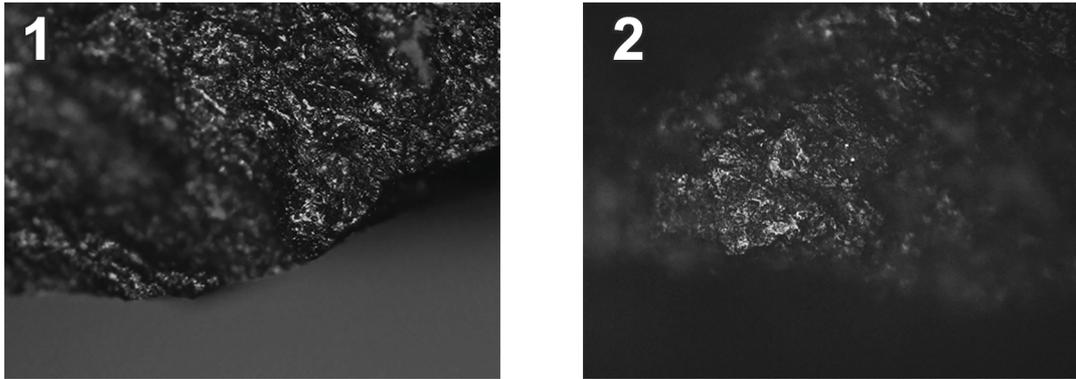


Figura 7. Comparación de observaciones sobre una misma pieza a 100x con un objetivo regular (1) y uno de distancia de trabajo ultra grande (Ultra Large Working Distance, ULWD) (2).

Por otro lado, pese a una diversificación de aproximaciones y áreas de estudio que puede identificarse en los trabajos traceológicos de la arqueología chilena en la última década, la inadecuada presentación de sus metodologías y resultados, así como la poca claridad respecto a los protocolos experimentales de referencia, dificultan la ponderación de la confiabilidad de sus interpretaciones. La importancia de esto es ejemplificada en algunos casos que sí explicitan las condiciones de realización del estudio. En Imilac y Punta Negra, la discusión de las decisiones metodológicas y el ambiente tafonómico permiten evaluar las limitaciones interpretativas del análisis (ver *infra*). En los casos en que se usó un microscopio digital, justamente conocer el instrumental utilizado para la observación nos permite estimar el límite de sus observaciones de “alto aumento” (Méndez *et al.* 2016a, 2016b). La incorporación de necesarias y “nuevas” líneas de evidencia a la interpretación de los contextos arqueológicos debe realizarse sobre la base de estructuras metodológicas rigurosas, y sobre todo comparables y contrastables, a modo de constituirse efectivamente como datos. En ese sentido, es de esperar que la progresiva especialización, desarrollo y exploración teórico-metodológica en torno al problema de la funcionalidad del instrumental lítico, se verá expresada también en una depuración en la presentación de los datos.

El caso de estudio de los salares de Imilac y Punta Negra ejemplifica la relevancia de proporcionar datos adecuados relativos a muestras y procedimientos de análisis (Sierralta 2019). Distintas variables, como agentes tafonómicos, muestras experimental y arqueológica reducidas, y limitaciones del instrumental utilizado para la observación, implican que las interpretaciones funcionales a nivel de instrumento y de conjunto deben ser tomadas con cautela y ciertamente revisadas a la luz de nuevos estudios más completos. El punto relevante, en este caso, es que para realizar esa evaluación y ponderar el peso interpretativo del trabajo, resulta necesario contar con los antecedentes metodológicos claramente expuestos.

La relevancia de los protocolos experimentales se relaciona, por una parte, con la familiarización con el proceso de formación de las trazas microscópicas, y su desarrollo variable en relación a la intensidad de uso de las piezas. Por otro lado, en la diferenciación de dichos procesos de formación y los atributos específicos de los distintos tipos de huellas en materias primas líticas con características fisicoquímicas variables. Por último, la experimentación permite disminuir o controlar el efecto del ruido tafonómico, funcional y tecnológico. Como ha podido observarse en el caso de Punta Negra e Imilac, la acción de los agentes ambientales puede generar la aparición de rasgos que, sin conocer el comportamiento de la roca en su interacción con el material trabajado, podrían fácilmente confundirse con micropulidos o estriamientos. Su comparación con lo observado en el río Ibáñez, también caracterizado por tratarse de un conjunto con un importante componente superficial, pero en donde el agente eólico no jugó un papel significativo, muestra la relevancia de una aproximación caso por caso, en donde los criterios experimentales sean generados a nivel local tanto como sea posible. La ausencia de este tipo de controles en mucha de la bibliografía revisada, y luego la falta de discusión respecto a los factores de ruido que podrían incidir en las observaciones, pueden generar dudas respecto a la robustez de las interpretaciones presentadas.

En todo caso, el panorama es alentador. La cantidad de trabajos es creciente, existe un número de memorias y tesis en curso que consideran análisis de traceología lítica (I. Monroy com. pers., B. Santander com. pers.), lo que indica que la incorporación de estas metodologías es una tendencia en nuevos proyectos de investigación. Además, sugiere la existencia de una inquietud por el perfeccionamiento metodológico, que sin duda deberá ser progresivamente más depurado y superar las limitaciones mostradas por la bibliografía revisada y los estudios de caso presentados. En ese sentido, se vuelve prioritario incentivar el desarrollo de programas experimentales que permitan incorporar nuevas materialidades, nuevas materias primas, y diversas variables que permitan adelantar progresivamente el horizonte del análisis funcional. En la misma línea, el desarrollo institucional de los espacios formativos y de investigación, ofrece la posibilidad de aumentar la cantidad de equipos disponibles, incorporando algunos más adecuados que aquellos con los que se ha contado hasta ahora. Asimismo, permitirá el avance metodológico hacia el uso de otro tipo de técnicas, como la microscopía de barrido, y su interacción con análisis microscópicos complementarios, como es el caso los estudios de micro residuos.

*Agradecimientos:* A Donald Jackson por su incentivo imperecedero y la formación inicial en traceología. A Fernanda Falabella, quien guio mi Memoria de Título sobre Punta Negra e Imilac. A Isabel Cartajena y el equipo del proyecto VID N° SOC 09/12-2 en el marco del cual se realizó la investigación de los salares. A Francisco Mena por la invitación y colaboración en el estudio del río Ibáñez. A Cristian Solar por la información entregada respecto a su estudio desarrollado en Combarbalá. A María Estela Mansur, Nélica Pal, Hernán de Angelis, Myrian Álvarez, Iván Briz y el equipo del CADIC en Ushuaia, quienes me entregaron una formación breve pero invaluable en el análisis microscópico. A la Universidad de Chile y la Universidad Alberto Hurtado por facilitar los equipos utilizados en los estudios. A los coordinadores del simposio Fernanda Falabella y José Blanco por la gentileza de acoger el trabajo y modificar mi horario de presentación dentro de la sesión.

## Referencias Citadas

- Abramowitz, M., K. Spring, E. Keller y M. Davidson. 2002. Basic principles of microscope objectives. *Biotechniques* 33(4): 772-781.
- Alonso, M. y M.E. Mansur. 1986. Estudio traceológico de instrumentos em quartzo e quartzito de Santana do Riacho (MG). *Arquivos do Museu de História Natural* 11: 173-190
- Anderson-Gerfaud, P. y D. Helmer. 1987. L'enlèvement au Moustérien. La maine et l'outil. Manches et enlèvements préhistoriques. *Traux de la Maison de l'Orient* 15: 37-54.
- Andresfky, W. (1994). Raw-material availability and the organization of technology. *American Antiquity* 59(1): 21-34.
- Aschero, C. 1983. *Ensayo para una clasificación morfológica de artefactos líticos aplicada a estudios tipológicos comparativos*. Manuscrito.
- Aoyama, K. 1989. Estudio experimental de las huellas de uso sobre material lítico de obsidiana y sílex. *Mesoamérica* 17: 185-214.
- Bamforth, D., G. Burns y C. Woodman. 1990. Ambiguous use traces and blind test results: New data. *Journal of Archaeological Science* 17(4): 413-430.
- Bate, L.F. 1970. Primeras investigaciones sobre el arte rupestre de la Patagonia Chilena. *Anales del Instituto de la Patagonia* 1: 15-25.
- Bate, L. F. 1971. Primeras investigaciones sobre el arte rupestre de la Patagonia chilena (segundo informe). *Anales del Instituto de la Patagonia* 2: 33-41.
- Betancourt, J., C. Latorre, J. Rech, J. Quade y K. Rylander. 2000. A 22,000-yr record of monsoonal precipitation from Northern Chile's Atacama Desert. *Science* 289:1542-1546.
- Bravo, G., A. Troncoso, y B. Santander. 2019. Bone tools of Late Holocene hunter-gatherer-fishers of North-Central Chile: Case study of the Punta Teatinos assemblage. *International Journal of Osteoarchaeology* 29(2): 314-324.
- Calvo, M. 2007. *Tallando la Piedra: Formas, Funciones y Usos de los Útiles Prehistóricos*. Editorial Ariel, Barcelona.
- Cartajena, I., R. Loyola, L. Núñez y Faúndez, W. 2014. Problemas y perspectivas en la interpretación del registro espacial de Punta Negra-Imilac. En *Distribución espacial en sociedades no aldeanas: del registro arqueológico a la interpretación social*, editado por F. Falabella, L. Sanhueza, L. Cornejo, e I. Correa, pp.143-162. Serie Monográfica de la Sociedad Chilena de Arqueología N°4, Santiago.
- Christidou, R. 2008. An application of micro-wear analysis to bone experimentally worked using bronze tools. *Journal of Archaeological Science* 35: 733-751.
- Clemente, I., R. Risch y J.F. Gibaja (eds.). 2002. *Análisis funcional: su aplicación al estudio de sociedades prehistóricas*. BAR International Series 1073, Oxford
- Clemente, I. y F. Gómez. 2008. Microwear analysis of retouched glass fragments from Fortlet Miñana, Azul, Argentina, 1860-1863. *International Journal of Historical Archaeology* 12(3): 248-262.
- Cordero, R. 2009. *Tras la huella de los cazadores recolectores en la tradición de bosques templados*. Memoria para optar al título profesional de Arqueóloga, Universidad de Chile, Santiago.
- Dauelsberg, P. 1983. Tojo-Tojone: un paradero de cazadores arcaicos (características y secuencias). *Chungara* 11: 11-30.
- De Angelis, H., A. Lasa, M.E. Mansur, L. Sosa, y G. Valdez. 2009. Análisis tecnológico y funcional de artefactos de vidrio: resultados de un programa experimental. En *Arqueometría Latinoamericana. 2do. Congreso Argentino, 1ro. Latinoamericano*, editado por O. Palacios, C. Vázquez, T. Palacios y E. Cabanillas, pp. 134-141. Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires.

- García, C. y F. Mena. 2016. ¿Funcionó un sistema sociocultural discreto en el Ibáñez medio? Evaluando fronteras mediante prospecciones en los Andes centropatagónicos (Aysén, Chile). *Magallania* 44(2): 187-207.
- Gómez, M. L. 2016. Aprovechamiento de recursos líticos en el valle del río Ibáñez (Patagonia Central). En *Arqueología de Patagonia: de mar a mar*, editado por F. Mena, pp. 34-47. Ñire Negro Ediciones, Santiago.
- Grosjean, M., L. Núñez e I. Cartajena. 2005. Palaeoindian occupation of the Atacama Desert, northern Chile. *Journal of Quaternary Science* 20: 643-653.
- Guráieb, A. 2004. Selección de materias primas para la confección de raspadores en contexto de Cerro Los Indios 1 (lago Posadas, Santa Cruz, Argentina). *Chungara, Revista de Antropología Chilena* Vol. Especial: 15-28.
- Haslam, M., G. Robertson, A. Crowther, S. Nugent, y L. Kirkwood, L. (eds.). 2009. *Archaeological science under a microscope: studies in residue and ancient DNA analysis*. ANU E Press, Canberra.
- Hayes, E., D. Cnuts, C. Lepers, V. y Rots. 2017. Learning from blind tests: Determining the function of experimental grinding stones through use-wear and residue análisis. *Journal of Archaeological Science: Reports* 11: 245-260.
- Herrera, K., P. Ugalde, D. Osorio, J. Capriles, S. Hocsman, C. Santoro. 2015. Análisis tecno-tipológico de instrumentos líticos del sitio Arcaico Temprano Ipilla 2 en los Andes de Arica, Chile. *Chungara, Revista de Antropología Chilena* 47(1): 41-52.
- Hormazábal, N. 2015. *Uso de recursos boscosos en el valle del río Cisnes (~44° S) durante los 3.000 – 2.300 años cal AP: una aproximación Traceológica*. Memoria para optar al grado profesional de Arqueólogo, Universidad de Chile, Santiago.
- Huidobro, C. 2018. Perspectiva funcional del equipamiento lítico tallado de las sociedades canoeras de Magallanes entre los ca. 4.400 – 3.000 años AP. Nuevos resultados a partir del análisis traceológico de Pizzulic 3 y Offing 2 – Locus 1 (componente inferior). *Magallania*, 46(2): 203-230.
- Ibáñez Estévez, J., González J., Lagüera, M. y C. Gutiérrez. (1987). Huellas microscópicas de talla. *Kobie* 16: 151-162.
- Jackson, D. 1987a. Componente lítico del sitio arqueológico Tres Arroyos. *Anales del Instituto de La Patagonia, Serie Ciencias Sociales* 17: 67-72.
- Jackson, D. 1987b. Clasificación morfo-funcional y análisis de huellas de uso en un conjunto lítico del sitio arqueológico de Salango. *Miscelánea Antropológica Ecuatoriana* 7:59-90.
- Jackson, D. 1989-1990. Instrumentos líticos y microhuellas de uso del sitio Ta-2E-7 Radal Siete Tazas. *Revista Chilena de Antropología* 8: 63-76
- Jackson, D. 1991a. Raspadores de vidrio en Dinamarquero: reflejo de una encrucijada cultural. *Anales del Instituto de la Patagonia* 20: 58-67.
- Jackson, D. 1991b. Los instrumentos de vidrio de Cuarto Chorrillo, costa de bahía Santiago, Estrecho de Magallanes. *Anales del Instituto de la Patagonia* 20: 69-74.
- Jackson, D. 1992. Arqueología en Los Vilos. *Museos* 12: 20-21
- Jackson, D. 1999. Raspadores de vidrio en un asentamiento Aonikenk en el valle del Zurdo, zona central de Magallanes. *Anales del Instituto de la Patagonia* 27: 175-181.
- Jackson, D. 2002. *Los instrumentos líticos de los primeros cazadores de Tierra del Fuego*. Ediciones DIBAM – Centro de Investigaciones Diego Barros Arana, Santiago.
- Jackson, D., E. Aspillaga, X. Rodríguez, D. Jackson, F. Santana y C. Méndez. 2012. Las ocupaciones humanas del sitio arqueológico de Santa Inés, Laguna de Tagua Tagua, Chile central. *Revista Chilena de Antropología* 26: 151-168.

- Jackson, D. y M.A. Benavente. 1995-96. Instrumentos líticos del complejo pastoril temprano Chiu Chiu 200, norte de Chile. *Estudios Atacameños* 12: 35-45.
- Jackson, D., C. Méndez y R. Seguel. 2003. Late Pleistocene Human Occupations in the Semiarid Coast of Chile: a Comment. *Current Research in the Pleistocene* 20: 35-37.
- Jackson D. y C. García. 2005. Los instrumentos líticos de las ocupaciones tempranas de Marifilo 1. *Boletín de la Sociedad Chilena de Arqueología* 38: 71-78.
- Jackson D. y A. Prieto. 2005. Estrategias tecnológicas y conjunto lítico del contexto Paleoindio de Cueva Lago Sofia 1, Última Esperanza, Magallanes. *Magallania* 33(1): 115-129.
- Jackson, D. y C. Méndez. 2005. Reocupando el Espacio: Historia de un asentamiento multicomponente, sus relaciones Inter-sitios y los cambios paleoambientales de la costa del Choapa. *Werkén* 6: 5-14.
- Juel Jensen, H. 1988. Functional analysis of prehistoric flint tools by high-power microscopy: a review of West European research. *Journal of World Prehistory* 2(1): 53-88.
- Keeley, L. H. 1979. *Experimental Determination of Stone Tool Uses*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Keeley, L. H. y M. Newcomer. 1977. Microwear analysis of experimental flint tools: a test case. *Journal of Archaeological Science* 4: 29-62.
- Knutsson, K. 1986. SEM analysis of wear features on experimental quartz tools. *Early Man News*, 9/10/11: 35-46.
- Kononenko, N., R. Torrence, H. Barton, A. Hennell. 2010. Cross-cultural interaction on Wuvulu Island, Papua New Guinea: the perspective from use-wear and residue analysis of turtle bone artifacts. *Journal of Archaeological Science* 37: 2911-2919
- Kuzmanic, I. y G. Castillo. 1986. Estadio arcaico en la costa del semiárido de Chile. *Chungará* 16-17: 89-94.
- Leipus, M. 2006. Análisis de los modos de uso prehispánicos de las materias primas líticas en el Sudeste de la Región Pampeana: Una aproximación funcional. Tesis doctoral inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.
- Lerner, H., X. Du, A. Costopoulos y M. Ostojá-Starzewski. 2007. Lithic raw material physical properties and use-wear accrual. *Journal of Archaeological Science* 34: 711-722
- Lewenstein, S. 1981. Mesoamerican obsidian blades: an experimental approach to function. *Journal of Field Archaeology* 8(2): 175-188.
- Loyola, R., L. Núñez, C. Aschero e I. Cartajena. 2017. Tecnología lítica del Pleistoceno final y la colonización del salar de Punta Negra (24,5° S), desierto de Atacama. *Estudios Atacameños* 55: 5-34.
- Loyola, R., I. Cartajena, L. Núñez y P. López. 2018. Moving into an arid landscape: Lithic technologies of the Pleistocene-Holocene transition in the high-altitude basins of Imilac and Punta Negra, Atacama Desert. *Quaternary International* 473 (B): 206-224.
- Loyola, R., Núñez, L., Cartajena, I. 2019. What's it like out there? Landscape learning during the early peopling of the highlands of the south-central Atacama desert. *Quaternary International* 533:7-24.
- Lucero, M. 2004. *Evaluación del uso de artefactos de concha en el poblamiento inicial del semiárido de Chile*. Memoria para optar al título de arqueóloga. Universidad de Chile, Santiago.
- Lucero, V. y F. Mena. 2000. Arte rupestre del río Ibáñez (XI región): un análisis cuantitativo exploratorio. En *Desde el país de los gigantes. Perspectivas arqueológicas en Patagonia*, editado por J. Belardi, F. Carballo y S. Espinoza, pp. 415-427. Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Río Gallegos.

- Mansur-Franchomme, M. E. 1983. Scanning electron microscopy of dry hide working tools: the role of abrasives and humidity in microwear polish formation. *Journal of Archaeological Science* 10: 223-230.
- Mansur-Franchomme, M. E. 1986. *Microscopie du matériel lithique préhistorique. Traces d'utilisation, altérations naturelles, accidentelles et technologiques. Exemples de Patagonie*. Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- Mansur, M.E. 1999. Análisis funcional de instrumental lítico: problemas de formación y deformación de rastros de uso. *Actas del XII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, pp. 355-366. Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
- Mansur, M. E. 2009. Aplicación del análisis de imágenes digitalizadas a la caracterización de rastros de uso en instrumentos líticos. En *Arqueología Argentina en los Inicios de un Nuevo Siglo. Tomo 2*, editado por F. Oliva, N. de Grandis, J. Rodríguez, pp. 369, 376. Laborde Libros, Rosario.
- Mansur, M. E. y I. Clemente. 2001. ¿Tecnologías invisibles? Confección, uso y conservación de instrumentos de valva en Tierra del Fuego. *Actas y Trabajos del XIV Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, pp. 359-368. Laborde Editor, Rosario.
- Mansur, M. E. y A. Lasa. 2005. Diversidad artefactual vs. especialización funcional. Análisis del IV componente de Túnel I (Tierra del Fuego, Argentina). *Magallania* 33(2): 69-91.
- Massigoge, A. y N. Pal. 2011. Producción y uso de artefactos líticos en contextos cazadores-recolectores del Área Interserrana (Argentina): análisis integral de la diversidad tecno-morfológica y funcional. *Revista Española de Antropología Americana* 41(1): 51-73.
- Massone, M. 1981. Arqueología de la región volcánica de Pali Aike (Patagonia Meridional chilena). *Anales del Instituto de la Patagonia* 12: 95-124.
- Mena, F. 1983. Excavaciones arqueológicas en Cueva Las Guanacas (RI-16), XI Región. *Anales del Instituto de la Patagonia* 14: 65-75.
- Mena F. 1992. Mandíbulas y maxilares: un primer acercamiento a los conjuntos arqueofaunísticos del Alero Fontana (RI-22; XI Región). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* 43: 179-191.
- Mena, F. 2016. Sistemas de movilidad restringida y circulación en el valle del río Ibáñez, Andes centropatagónicos, Chile. En *Arqueología de la Patagonia: de mar a mar*, editado por F. Mena, pp. 48-57. Ñire Negro Ediciones, Santiago.
- Mena, F. y V. Lucero. 2004. En torno a las últimas poblaciones indígenas de la cordillera centro-Patagónica: estudio comparado de tres valles en Aysén oriental (Chile). En *Contra viento y marea. Arqueología de Patagonia*, editado por M. T. Civalero, P. M. Fernández y A. G. Guraieb, pp. 643-657. Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano-Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.
- Mena F y C. Ocampo. 1993. Distribución, localización y caracterización de sitios arqueológicos en el río Ibáñez (XI Región). *Boletín del Museo Regional de la Araucanía* 4(1): 33-58.
- Méndez, C. 2011. *Tecnología lítica en el poblamiento Pleistoceno terminal del centro de Chile*. Tesis para optar al grado de Doctor en Antropología, mención Arqueología. Universidad Católica del Norte-Universidad de Tarapacá.
- Méndez, C. y J. Blanco. 2001. Los componentes líticos de los cursos medio y bajo Valle del Chacabuco (Aysén, Chile): Una aproximación exploratoria desde “El Círculo de Piedras” y “El Cuadro del 18”. *Werken* 2:71-82.
- Méndez, C., O. Reyes, A. Nuevo, H. Velásquez, V. Trejo, N. Hormazábal, M.E. Solari y C. Stern. 2016a. Las Quemadas rockshelter: understanding human occupations of andean forests of

- central Patagonia (Aysén, Chile), Southern South America. *Latin American Antiquity* 27(2): 207-226.
- Méndez, C., S. Grasset, D. Jackson, A. Troncoso y B. Santander. 2016b. Ocupaciones humanas del Holoceno medio en los Andes del Norte semiárido de Chile (31° S, Combarbalá): función del sitio e implicancias para el uso regional del espacio. *Chungara, Revista de Antropología Chilena* 48(2): 225-241.
- Musters, G. 2007 [1871]. *Vida entre los Patagones. Un año de excursiones desde el estrecho de Magallanes hasta el río Negro*. Continente, Buenos Aires.
- Núñez, L. 2015. Obituario: la apasionada obra de Donald Guillermo Jackson Squella y su muerte inesperada (1960-2015). *Estudios Atacameños* 51: 9-13.
- Odell, G. H. 1977. *The application of micro-wear analysis to the lithic component of an entire prehistoric settlement: Methods, problems and functional reconstructions*. Tesis para optar al grado de Ph. D., Harvard University, Harvard.
- Odell, G. H. 1985. Small sites archaeology and use-wear in surface-collected artifacts. *Midcontinental Journal of Archaeology* 10: 21-48.
- Odell, G. H. y F. Odell-Vereecken. 1980. Verifying the reliability of lithic use-wear assessments by "blind tests": the low-power approach. *Journal of Field Archaeology* 7: 87-120.
- Osorio, D., M. Sepúlveda, C. Castillo y M. Corvalán. 2016. Análisis lítico y funcionalidad de sitio de los aleros de la precordillera de Arica (centro-sur andino) durante el período Arcaico (ca. 10.000-3700 años AP). *Intersecciones en Antropología* 17: 77-90.
- Pal, N. y P. Messineo. 2014. Aportes a la interpretación de las actividades llevadas a cabo en sitios superficiales a partir del análisis funcional. *Revista del Museo de Antropología (Universidad Nacional de Córdoba)* 7: 79-92.
- Plisson, H. (1982). Une analyse fonctionnelle des outillages basaltiques. *Studia Praehistorica Belgica* 2: 241-244.
- Quade, J., J. Rech, J. Betancourt, C. Latorre, J. Quade, K. Rylander, y T. Fisher. 2008. Paleowetlands and regional climate change in the central Atacama Desert, northern Chile. *Quaternary Research* 69: 343-360.
- Rech, J., J. Quade y J. Betancourt. 2002. Late quaternary paleohydrology of the central Atacama Desert (22 -24°S), Chile. *Geological Society of America Bulletin* 114, 334-348.
- Reyes, O., C. Méndez, V. Trejo y H. Velásquez. 2007. El Chueco I: un asentamiento multicomponente en la estepa occidental de Patagonia central (11.400 a 2.700 años cal. AP, -44° S). *Magallania* 35(1): 107-119.
- Rots, V., L. Pirnay, P. Pirson, y O. Badoux. 2006. Blind tests shed light on possibilities and limitations for identifying stone tool prehensión and hafting. *Journal of Archaeological Science* 33: 935-952.
- Sade, K. y F. Castañeda. 2017. Sitios arqueológicos del Noroeste del Lago General Carrera Cuenca del Río Baker, Aysén, Chile). *Aysenología* 3: 37-47.
- Santander, B. 2015. Bone tools use-wear in an Early Formative pastoralist Site of Northern Chile: Weaving and piercing at the dawn of herds. En *Proceedings of the International conference on Use-Wear analysis, Use-Wear 2012*, editado por J. Marreiros, J. Gibaja, y N. Bicho. Cambridge Scholars Publishing, Newcastle upon Tyne.
- Santander, B. y P. López. 2012. Análisis de microhuellas de uso mediante Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) de artefactos óseos de un sitio Arcaico Tardío del valle del Mauro (región de Coquimbo, Chile). *Revista de Antropología* 26: 129-150.
- Semenov, S.A. 1981 [1957]. *Pervobitnaya tejnika. Materiali y isledovania po arjeologii*. SSSR. no 54, Moscú.
- Serracino, G. 1985. Calarcoco 3: un yacimiento precerámico. *Chungara* 15: 31-44.

- Sierralta, S. 2015. *Función, uso y selección de materias primas en el desierto de Atacama: el caso de los salares de Punta Negra e Imilac*. Memoria para optar al título de Arqueólogo, Universidad de Chile, Santiago.
- Sierralta, S. 2019. Función y selección de materias primas en la transición Pleistoceno-Holoceno: Punta Negra e Imilac, región de Antofagasta, Chile. *Intersecciones en Antropología* 20(1): 11-23.
- Sierralta, S. y F. Mena. 2019. Instrumentos de raspado en el río Ibáñez, Aysén: aproximación funcional en la transición bosque-estepa. En *Arqueología de la Patagonia: El pasado en las arenas*, editado por J. Gómez Otero, A. Svoboda y A. Banegas, pp. 635-646. Instituto de Diversidad y Evolución Austral, Puerto Madryn.
- Solar, C. 2009. *Organización de la tecnología lítica de un sitio de cazadores recolectores: CBL 066, Combarbalá, IV región*. Informe de práctica profesional. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile.
- Solar, C., C. Méndez y D. Jackson. 2010. Tecnología lítica y áreas de actividad en un contexto de cazadores-recolectores en el norte semiárido de Chile. *Revista Chilena de Antropología* 22: 57-76.
- Stemp, J y M. Stemp. 2003. Documenting stages of polish development on experimental stone tools: surface characterization by fractal geometry using UBM laser profilometry. *Journal of archaeological Science* 30: 287-296.
- Stern, C., A. Castro, C. Pérez de Micou, C. Méndez y F. Mena. 2013. Circulación de obsidias en Patagonia central-sur entre 44 y 46° S. En *Tendencias teórico-metodológicas y casos de estudio en la arqueología de la Patagonia*, editado por A. Zangrando, R. Barberena, A. Gil, G. Neme, M. Giardina, L. Luna, C. Otáola, S. Paulides, L. Salgán y A. Tivoli, pp. 243-250. Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Buenos Aires.
- Toselli, A., A. Pijoan, y J.A. Barceló. 2002. La descripción de trazas de uso en materias primas volcánicas: resultados preliminares de un análisis estadístico descriptivo *Análisis Funcional*, editado por I. Clemente, R. Risch, y J.F. Gibaja, pp. 65-78. BAR International Series 1073, Oxford.
- Unrath, G., L.R. Owen, A. Van Gijn, E.H. Moss, H. Plisson y P. Vaughan. 1986. An evaluation of use-wear studies: a multi-analyst approach. *Early Man News* 9/10/11: 117-175.