

INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES SOBRE EL TRATAMIENTO TERMICO EN ALGUNAS MATERIAS PRIMAS DE PAMPA Y PATAGONIA

HUGO G. NAMI*
G. ROXANA CATTÁNEO**
MARÍA A. PUPPIO***

RESUMEN

El tratamiento térmico es un procedimiento pirotecnológico ocasionalmente utilizado en la secuencia de reducción de algunos instrumentos líticos. Se trata de la modificación intencional de algunas materias primas con el objetivo de mejorar la calidad para la talla, pues las torna más frágiles y quebradizas. Utilizando este procedimiento, el presente artículo da cuenta de un experimento realizado sobre distintas materias primas líticas de las regiones pampeana y patagónica. Se brindan los resultados sobre las modificaciones sufridas en el color, lustre, textura y en sus cualidades para la talla relacionadas con los distintos rangos de temperaturas empleadas. Finalmente se discute la posibilidad de la utilización de este procedimiento por parte de los cazadores-recolectores que habitaron Pampa-Patagonia en el pasado.

SUMMARY

EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS ABOUT THAT TREATMENT IN SOME RAW MATERIALS FROM PAMPA AND PATAGONIA

The heat treatment is a pyrotechnological procedure occasionally employed during the reduction sequences of some stone tools. It is the intentional modification of some raw materials with the aim of improve the flaking qualities. In fact, they became more fragile and brittle. Using this procedure, this article deals about an experiment carried out on different lithic raw materials from pampean and patagonian regions. Results of modifications on color, luster, texture and flaking properties related with different range of temperatures are provided. Finally, the possibility about the use of heat treatment by hunter-gatherers who settled Pampa-Patagonia during the past is discussed.

* Programa de Estudios Prehistóricos (CONICET), B. Mitre 1970, Piso 5 "A", (1039), Buenos Aires, Argentina.

** Departamento Científico de Arqueología. Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP), Paseo del Bosque s/n, (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina.

*** Departamento de Humanidades, Universidad Nacional del Sur, 12 de Octubre 856 Piso 5 Of. 11, (8000) Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.

1. INTRODUCCION

En la ciencia de los materiales metalíferos, el *tratamiento térmico* consiste en los procesos tecnológicos que se componen del calentamiento de los materiales, la duración y el enfriamiento de la temperatura con el propósito de cambiar la estructura y las propiedades de la aleación (Kozlov 1986). Las variables que gobiernan este proceso son la temperatura de máximo calentamiento del material, la velocidad y el tiempo hasta alcanzar esos valores y finalmente el enfriamiento. Entonces, cualquier proceso de tratamiento térmico puede ser descrito con un diagrama de coordenadas temperatura-tiempo aplicable sobre los materiales (Fig. 1). En la tecnología lítica, estos fundamentos teóricos son relevantes para el estudio de los artefactos de piedra confeccionados por las poblaciones humanas del pasado. En efecto el tratamiento térmico es un procedimiento pirotecnológico ocasionalmente utilizado en la secuencia de reducción de algunos instrumentos líticos (Purdy 1982). Se trata de la modificación intencional de algunas materias primas con el objetivo de mejorar la calidad para la talla, pues las torna más frágiles y quebradizas (Nami 1986a, Cattáneo *et al.* 1997/98).

De acuerdo con la información etnográfica recopilada por Mandeville (1973) el empleo del tratamiento térmico era practicado mundialmente. En casi todos los casos puede encontrarse asociado a la manufactura de instrumentos, especialmente en la producción de bifaciales (*v.gr.* Bordes 1969, Schlindler *et al.* 1982, Nami 1983, 1986b, 1994a, 1999, Johnson 1981, McCutcheon 1990, Luedtke 1992, Clemente Conte 1995, Patterson 1995).

Desde hace muchos años varios investigadores han aplicado el tratamiento térmico sobre una gran variedad de materias primas con diversos objetivos (Ariet 1988, 1991, Nami 1983, 1986/87, 1988/89, Nami *et al.* 1996 entre otros); y a estos se puede agregar el programa experimental desarrollado por algunos de los autores, cuya meta fue observar sistemáticamente las características de las alteraciones producidas por la acción del fuego sobre las rocas (Cattáneo *et al.* 1997/98).

De esta manera el presente artículo brinda los primeros resultados obtenidos en

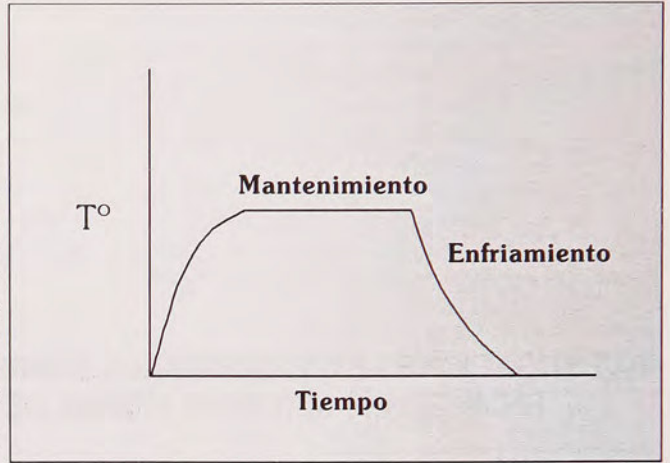


Fig. 1 Diagrama de tratamiento térmico (tomado de Kozlov 1986)

un intento de aunar los esfuerzos aislados en el campo de la arqueología experimental. En consecuencia, se diseñó un programa en el cual se utilizó este procedimiento pirotecnológico sobre una amplia variedad de materias primas, provenientes de distintas regiones del Cono Sur de Sudamérica y otros lugares del continente americano.

2. PROGRAMA DE EXPERIMENTACION

2.1 Consideraciones generales

En el diseño del programa experimental se consideraron dos etapas de trabajo. La primera, consistió en la observación de las alteraciones térmicas producidas en las muestras calentadas a distintas temperaturas y, en la segunda se registraron las modificaciones producidas durante la talla entre los materiales tratados y no tratados térmicamente.

Los objetivos de ambas etapas apuntaron a registrar el rango de *temperaturas óptimas* para cada materia prima estudiada. Es decir, los valores comprendidos entre el calentamiento mínimo requerido para obtener un mejoramiento en la calidad para la talla, hasta aquellas temperaturas anteriores a la producción del *stress térmico* (*sensu* Joyce 1985). Este fenómeno puede estar acompañado por otras modificaciones que están relacionadas con las características petrográficas de las rocas; entre ellas, la pérdida de peso, los cambios en el color y la aparición de lustre o de textura sedosa.

Aunque las temperaturas óptimas varían de acuerdo a las rocas, diversos autores

coinciden en establecer un rango entre 250° y 450°C. El límite de temperatura máxima considerada son los 573°C cuando el cuarzo (el elemento más abundante en los materiales tratados) comienza la transición de cuarzo tipo «a» a cuarzo tipo «b» estado en el cual se produce una alteración estructural que imposibilita su utilización para la talla (Joyce 1985, Nami 1986, Ariet 1988, Luedtke 1992, Patterson 1995, Clemente Conte 1995, Cattáneo *et al.* 1997/98).

Sobre la base de los resultados experimentales, otro objetivo estuvo relacionado con la búsqueda de *indicadores* de tratamiento térmico que puedan ser observables en el registro arqueológico (*cf.* Collins y Fenwick 1974).

2.2. *Materiales y métodos.*

Con el fin de contar con una muestra experimental amplia que permita observar una gama variada de respuestas de las rocas a determinadas temperaturas, se seleccionaron diversas muestras líticas (n=19) procedentes de la República Argentina (Tabla 1). Las mismas se recogieron en lugares donde los autores llevan a cabo sus investigaciones arqueológicas o como participantes de diversos proyectos. Todas están representadas en contextos arqueológicos de grupos cazadores-recolectores y proceden tanto de fuentes primarias como secundarias existentes en cada región (Nami 1986, Flegenheimer 1991, Flegenheimer *et al.* 1997, Miotti 1995). La dolomía silicificada y ortocuarcita provienen de afloramientos en las Sierras de Tandil de la provincia de Buenos Aires y las de Patagonia fueron recolectadas en el norte y sur de la provincia de Santa Cruz. También se incluyó una muestra de la localidad arqueológica Carson-Conn-Short del estado de Tennessee, E.E.U.U. de Norteamérica¹. Las determinaciones petrográficas de las rocas de la provincia de Buenos Aires y las del norte de Santa Cruz fueron realizadas por los Lic. Miguel Valente y Andrea Ramis. Las del norte de Península Mitre (Tierra del Fuego) por la Dra. A. M. Casé (Casé 1987). Las materias primas de las fuentes del Río Gallegos-Chico fueron determinadas por la Dra. B. Luedtke (Tabla 1).

La primera etapa de trabajo consistió en exponerlas al calor. El rango de tempe-

raturas elegido fue seleccionado tomando en cuenta las investigaciones realizadas con anterioridad (Nami 1986, Ariet 1988, 1991, Cattáneo *et al.* 1997/98) y los resultados obtenidos por otros investigadores (*u.gr.* Purdy 1975, 1982, McCutcheon 1990, Luedtke 1992).

Se efectuaron tres series experimentales denominadas A, B y C, a 250°, 350° y 450°C respectivamente. Esta tarea se llevó a cabo bajo condiciones oxidantes en un horno de altas temperaturas Globar Waltz. Para obtener una distribución homogénea de la temperatura, los ejemplares fueron colocados dentro de un recipiente metálico en una matriz de arena tamizada y secada previamente en estufa durante quince horas.

En cada una de las series la temperatura inicial fue de 100°C, elevándose 50°C cada treinta minutos hasta llegar al valor elegido, que se mantuvo por el término de doce horas. Finalizada esta etapa y para evitar un posible *shock* térmico se descendió a un ritmo de 50° C cada hora debido a las características de inercia térmica del horno. La variación en la temperatura programada se estimó en ± 5°C.

En la segunda etapa se procedió a tallar las muestras en estado original y tratadas térmicamente. Para esto se utilizaron un retocador tradicionalmente llamado “*Ishi stick*”, percutores blandos de asta, semiblandos y duros de piedra, aplicándose distintas variedades técnicas de percusión directa y presión. Los percutores blandos y semiblandos se utilizaron cuando los duros no eran adecuados para aplicar la fuerza.

En cada espécimen se compararon sus características de talla en estado natural y las sometidas a las distintas series experimentales. Para describir tanto las cualidades de las materias primas como de los cambios resultantes del tratamiento térmico se utilizó la escala ordinal propuesta en artículos previos (Nami y Rabassa 1988, Nami 1992 [1985]). De esta manera, con relación a sus cualidades para la talla se las clasificó en mala, regular, buena, y excelente, agregándose la categoría muy buena. Asimismo se utilizó la escala ordinal de “grados líticos” propuesta por Callahan (1979) cuyo rango varía de 0.5 a 5.5. Este último valor corresponde a las materias primas más difíciles de trabajar. Algunas de las rocas consideradas por este investigador fueron estudiadas por Luedtke (1992) desde el punto de vista de sus propiedades petrográficas. Esta autora concluyó

1 Este ejemplar fue procesado para controlar y ampliar las observaciones experimentales llevadas a cabo por uno de nosotros (*cf.* Nami *et al.* 1996)

TABLA 1
Caracterización petrológica y procedencia de las muestras analizadas.

Nº	TIPO DE ROCA	PROCEDENCIA
1	DOLOMÍA SILICIFICADA	Cantera-taller La Liebre, Cerro Reconquista, Sistema Serrano de Tandilia, Buenos Aires
2	CALCEDONIA	Formación La Matilde, Monumento Natural Bosques Petrificados, Santa Cruz
3	TOBA VITREA A	Formación La Matilde, Cantera Taller 17 de Enero, Santa Cruz
4	SILICE	Sitio San Jorge, Santa Cruz
5	SILICE	Sitio San Jorge, Santa Cruz.
6	FORT PAYNE CHERT	Cantera-taller Carson-Conn-Short, Tennessee, EEUU.
7	RIOLITA	Rodado Tehuelche, Costa de la ría del Río Gallegos, Santa Cruz
8	RIOLITA	Rodado Tehuelche, Costa de la ría del Río Gallegos, Santa Cruz
9	RIOLITA	Rodado Tehuelche, Costa de la ría del Río Gallegos, Santa Cruz
10	RIOLITA	Rodado Tehuelche, Costa de la ría del Río Gallegos, Santa Cruz
11	RIOLITA	Rodado Tehuelche, Río Chico, estancia Pali Aike, Santa Cruz
12	RIOLITA	Rodado Tehuelche, Río Chico, estancia Pali Aike, Santa Cruz
13	RIOLITA	Rodado Tehuelche, Río Chico, estancia Pali Aike, Santa Cruz
14	XILOPALO	Formación La Matilde, Monumento Natural Bosques Petrificados, Santa Cruz.
15	RIOLITA	Rodado Tehuelche, Río Chico, Santa Cruz
16	RIOLITA	Norte de la Península Mitre, Tierra del Fuego
17	RIOLITA	Rodado Tehuelche, Cuenca de la ría del Río Gallegos, Santa Cruz
18	INDETERMINADA	Rodado Tehuelche, Río Chico, estancia Pali Aike, Santa Cruz
19	RIOLITA	Costa de la ría del Río Gallegos, Santa Cruz
20	ORTOCUARCITA	Cantera El Diamante, Grupo Sierras Bayas, Sistema Serrano de Tandilia, Buenos Aires

que existe una relación entre las propiedades mecánicas de las rocas y la clasificación de Callahan que se utilizó en este artículo.

3. RESULTADOS

Como hemos expresado, uno de los objetivos de este trabajo fue observar el rango de temperaturas óptimas en las muestras expuestas a calor controlado. Una de las variables a establecer fue la temperatura en que se producía el *stress* térmico. Por ello, en la descripción de la presente serie experimental no se consignaron los tipos de daño producidos después del mismo y que se manifestaron por medio de distintos tipos de fracturas (Joyce 1975, Cattáneo *et al.* 1997/98). En cambio se describieron los rangos de temperaturas en las cuales aparecieron los daños térmicos macroscópicos, pues es uno de los datos que permite establecer el rango de temperaturas óptimas.

En todos los casos en que se observó daño macroscópico esta situación ocurrió a los 450°C (muestras 1, 4, 5, 7, 10, 11 y 14). En el resto de las muestras no se llegó al momento del *stress* térmico (Tabla 3).

La Tabla 2 describe los cambios de color, para ello se utilizó la tabla Munsell comparando a la roca original con los resultantes de las series experimentales A, B y C. La mayoría de las muestras modificaron su coloración a partir de los 250°C con ciertas excepciones (ejemplares 3, 4, 15 y 16) que cambiaron de grises y marrones claros o amarillentos, a tonalidades rojizas o más oscuras recién a partir de los 350°C. La ortocuarcita (N° 20) y el *Fort Payne Chert* (n° 6) fueron las únicas muestras que a los 450°C pasaron de blancos a rosados oscuros.

En trabajos anteriores se señaló que las variaciones de color representan modificaciones químicas en los minerales de cada roca. Este hecho, en general puede ser interpretado como un proceso de cambio en los óxidos e hidróxidos de hierro presentes (Cattáneo *et al.* 1997/98).

En primer lugar se describen las modificaciones físicas que se observan luego de la talla por presión o percusión, considerando la aparición de ondas de aplicación de fuerza, el lustre interno y el cambio de color en su interior. En segunda instancia, se ofrece la descripción de las cualidades de fragilidad y textura de cada una de los ejemplares calentados y no calentados, utilizando las categorías de observación

mencionadas en el acápite 2.2.

La Tabla 3 proporciona los cambios ocurridos en las características de las rocas. De la misma se desprende que durante el proceso de talla en ninguna de las muestras sin tratamiento se marcaron ondas de aplicación de fuerza. En el caso de la calcedonia, el sílice (muestra N° 4) y del *Fort Payne Chert* las ondas comienzan a definirse a partir de los 250°C; en la dolomía, y en la muestras 11 y 17 de riolita aparecen ondas a los 350° y a los 450°C respectivamente.

El lustre se manifiesta a los 250°C en las muestras 2, 8, 12, 15, 16, 17, 19 y 20; a los 350° en los especímenes 6 y 13; y a los 250°, 350° y 450° C en las 7, 9, 10 y 11. En estos últimos ejemplares a los 450° C se produjo el *stress* térmico.

Desde el punto de vista de las técnicas de talla y los productos obtenidos, en algunos casos se observó que pueden ser aplicadas una amplia variedad de técnicas y estrategias de reducción. Esta es una de las condiciones para establecer el grado de excelencia de una roca. En este sentido, a excepción de la toba vítrea (N° 3) y algunas riolitas (N° 7 y 12) todas son factibles de ser utilizadas tanto para la confección de instrumentos bifaciales como para la obtención de hojas y obtener retoques paralelos por presión, cuya puesta en práctica requiere de la utilización de materias primas de alta calidad. Por ejemplo en la figura 3 a y b se ilustran microhojas obtenidas por percusión directa y una punta de proyectil confeccionada por presión en la muestra de dolomía silicificada de la serie B. En la misma figura se puede apreciar una punta de proyectil triangular apedunculada confeccionada con el *chert* Fort Payne tratado a 250°C, en la cual se muestran retoques paralelos profundos por presión; con esta misma roca se pueden obtener excelentes ejemplos de acanaladura en puntas tipo Folsom (Fig. 3g-h). Asimismo se observan retoques paralelos profundos por presión en las muestras de calcedonia (N°2) y en un sílice (N° 5) de la serie B (Fig. 2b, d).

Con respecto a la muestra de ortocuarcita se obtuvieron excelentes retoques paralelos laminares en la serie C, en la cual se facilitó notablemente su regularidad y profundidad. Con algunos ejemplares de esta roca en estado natural proveniente de la provincia de Buenos Aires, fue posible adelgazar bifaces y obtener excelentes retoques por presión sin nin-

TABLA 2
Modificaciones en el color observadas en relación con las series experimentales de acuerdo a la tabla de Munsell.

MUESTRA	COLOR ORIGINAL	SERIE A: 250°C	SERIE B: 350°C	SERIE C: 450°C
1	10YR 5/4	10YR5/4	10YR5/4	10R3/4
2	10 YR 6/2	10YR6/2	10YR6/2	10YR6/2
3	5R 3/4	5R3/4	10R3/4	10R3/4
4	5 YR 5/6	5YR5/6	10R5/4	10R5/4
5	10 YR 8/6	10YR6/6	10YR6/6	5R3/4
6	10 YR 6/2	10YR6/2	10YR6/2	10R6/2
7	5 B 5/1	10YR5/4	N4	10R5/4
8	N 7	N8	5YR8/1	5YR8/1
9	5 Y 4/1	N6	N6	5YR4/1
10	5 Y 4/1	N4	5YR3/2	5YR4/1
11	N 3	N4	N3	5YR4/1N5
12	5 G 6/1	N5	N4	N5
13	N 2	N3	N3	N3
14	10 YR 6/6	10YR7/4	10YR7/4	5YR3/4
15	N 4	N4	N3	5YR4/1
16	5 Y 4/1	5YR4/1	10YR4/2	10YR4/2
17	N 4	N6	10YR4/2	5YR5/2
18	5 B 6/6	5GY6/1	10GY6/1	10GY7/2
19	5 B 5/1	N5	N5	N5
20	N 8	5YR6/1	5YR6/1	5YR7/2

guna clase de inconvenientes. Sin embargo, a veces existen ciertas limitaciones; eso se debe a que la fuerza no se propaga muy uniformemente y las lascas no se desprenden como es deseable. De esta modo, se producen terminaciones quebradas, situación que imposibilita un tallado óptimo de la piedra (Fig. 3c-e). En otras ocasiones, empleando la misma técnica y fuerza, los lascados por presión y/o percusión no son tan profundos. En la Fig. 3d se aprecia la diferencia existente entre los negativos obtenidos tallando una forma-base sin tratar y otra tratada térmicamente a 250° C (Fig. 3f). En la primera, los negativos presentaron ciertos problemas en las terminaciones, produciéndose diferentes tipos de fracturas (charnelas), hecho que influye en la práctica de un buen adelgazamiento bifacial². Este mismo fenómeno se puede distinguir en la pieza ilustrada en la Fig. 3c, en la cual

se muestra una réplica de punta de proyectil cuyos retoques son bastante cortos y -a pesar de los intentos del tallador durante la aplicación de la presión- no han invadido la superficie de las caras como sucede con rocas de mejor calidad. Sin embargo, el tratamiento térmico de ortocuarcitas las mejora de tal manera que facilita notablemente tanto el adelgazamiento bifacial como la obtención de retoques por presión más profundos. De todos modos, la temperatura óptima para los especímenes experimentales fue a los 450°C, con la que se facilitó extraordinariamente las cualidades para la talla y en la cual la técnica de presión es mucho más fácil de aplicar.

En las riolitas, excepto en la muestra 15 cuya temperatura óptima fue de 250°C, se observó para los ejemplares 7, 10, 11 y 16, que la misma correspondió a la serie B y a la

2 Una situación similar ocurrió con experimentos llevados a cabo sobre una variedad de cuarcita del estado de Utah (EE.UU.), la que tratada térmicamente a 230° C sufrió cambios sustanciales en sus cualidades de talla, especialmente en la fragilidad. Entre otras cosas, este hecho permitió llevar a cabo un excelente adelgazamiento bifacial y que era muy difícil de realizar con la roca en estado

natural. En un reciente encuentro con Eugene Gryba en Calgary (Canadá) el primero de los autores pudo observar que este arqueólogo ha obtenido resultados similares de cambios de color y propiedades para la talla tratando las cuarcitas blancas (similares a las de Tandilia) procedentes del norte de Alberta.



Fig. 2 Fotografías de los efectos del tratamiento térmico sobre las rocas. En cada caso los números corresponden a la muestra y las letras a la serie experimental. a) 1B, b) 4C, c) 2A, d) 5B, e) 7B, f) 11B, g) h) 18C, i) 16C, j) 17B, k) 17C, l) 4C m) 20A n) 20C ñ) 6C. Nótese que excepto las figs. e), l), e i), todas han sido talladas. Obsérvese: cambio de color a), e), k), i); aparición de lustre y ondas de aplicación de fuerza a), b), c), j), ñ); daño térmico en forma de hoyuelos y craquelado (señalado con una flecha) i), l). Fotografías: Hugo G. Nami.

TABLA 3
Modificaciones en las características de las rocas en las distintas series experimentales.

	Aparición de Ondas				Aparición de Lustre				Cambio de Color			
	Roca orig.	Serie A	Serie B	Serie C	Roca orig.	Serie A	Serie B	Serie C	Roca orig.	Serie A	Serie B	Serie C
1	—	—	x	*	—	—	x	*	—	—	x	x
2	—	x	x	x	—	x	x	x	—	—	—	—
3	—	—	—	*	—	—	—	*	—	—	—	—
4	—	x	x	*	—	x	x	*	—	—	x	x
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	x
6	—	x	x	x	—	—	—	x	—	x	x	x
7	—	—	—	*	—	x	x	*	—	—	x	x
8	—	—	—	—	—	x	x	x	—	—	x	x
9	—	—	—	—	—	x	x	*	—	—	x	x
10	—	—	—	—	—	x	x	*	—	—	—	—
11	—	—	x	*	—	x	x	*	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	x	x	x	—	—	—	—
13	—	—	—	—	—	—	—	x	—	—	—	—
14	—	—	—	*	—	—	x	*	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	x	x	x	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	x	x	x	—	—	—	—
17	—	—	—	x	—	x	x	x	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	x	x	—	—	—	—	—
19	—	—	—	—	—	x	x	x	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	x	x	x	—	—	—	x

Referencias: —: ausencia, x: presencia, *: daño térmico.

serie C para el resto (muestras 8, 9, 12, 13, 17 y 19). Debido a su tenacidad y poca fragilidad, estas rocas se encuentran entre las materias primas más difíciles para confeccionar instrumentos bifaciales por percusión y presión. En este caso, en estado natural tienen muchas limitaciones. En general, sin tratar no sólo exhiben una situación similar a las ortocuarzitas, sino que además son muy tenaces y presentan muchas dificultades. Sin embargo, el tratamiento térmico las mejora considerablemente. Por ejemplo, en la figura 4 b-e se ilustran puntas de proyectil confeccionadas en el marco del programa replicativo experimental de distintos instrumentos bifaciales de Patagonia y Tierra del Fuego (Nami 1986a, 1988). Estas piezas fueron

confeccionadas con riolitas de distintos lugares y tratadas térmicamente a 250°- 300°C. Allí se observó claramente la profundidad y regularidad de los retoques por presión que se pueden obtener.

4. DISCUSION

A continuación se discuten algunos de los resultados obtenidos en este experimento:

4.1 Con relación a los rangos de temperatura

La mejora de la calidad para la talla se produjo a partir de los 250°C y,

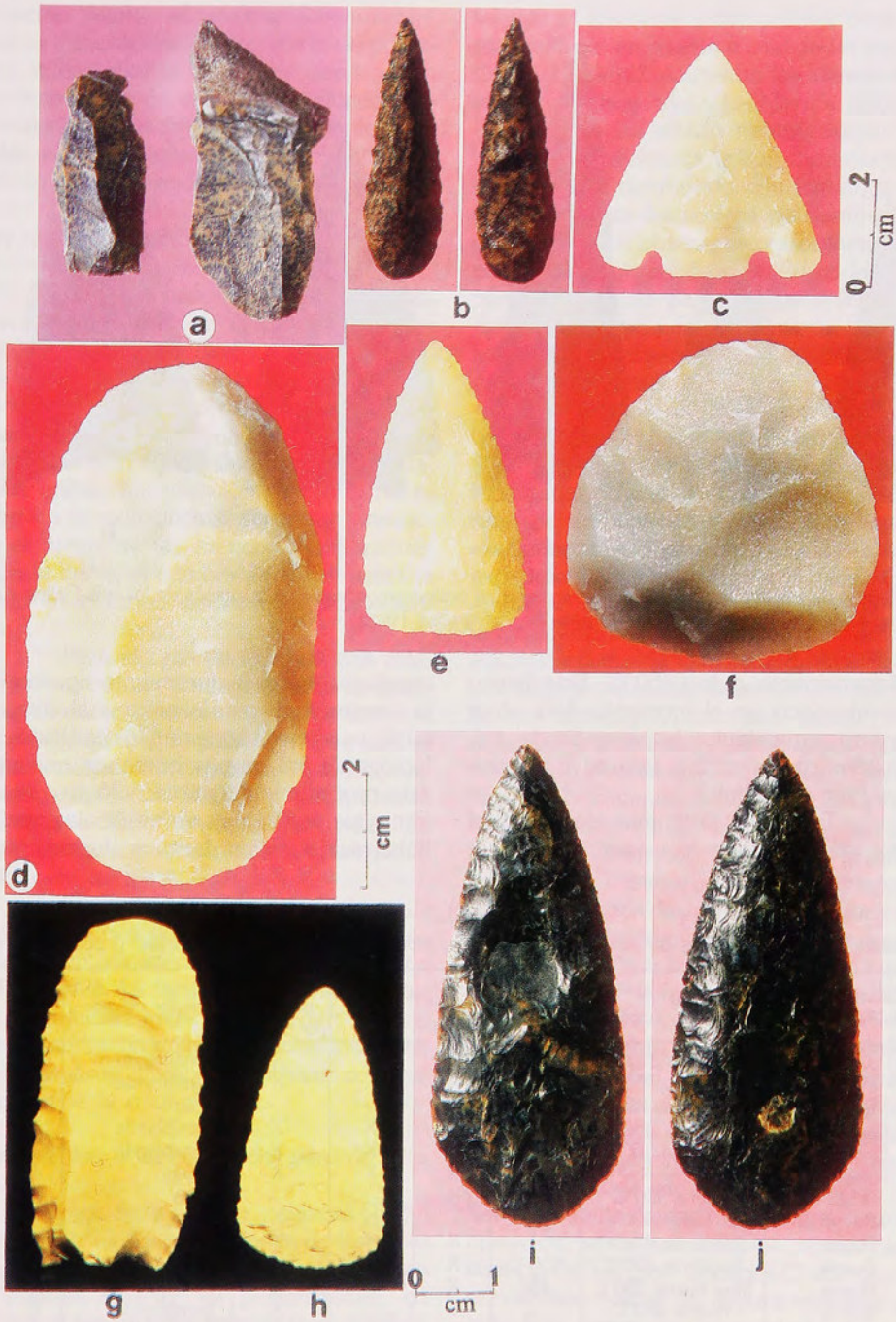


Fig. 3 Especímenes experimentales confeccionados en a-b): dolomía silicificada; c-f): ortocuarcita; g-h): *Fort Payne Chert*; i-j): sílice del norte de la provincia de Santa Cruz. a) microhojas obtenidas por percusión dura, b) anverso y reverso de una punta de proyectil confeccionada por presión, d) biface sin tratar tallado por percusión directa blanda, f) biface tratado obtenido por percusión directa blanda. Nótese la diferencia entre las terminaciones de los lascados. c) y e) puntas de proyectil confeccionadas en cuarcita sin tratar. Nótese en c) y e) las terminaciones de los retoques. g-h) preforma Folsom acanalada por presión y punta de proyectil triangular, i-j) anverso y reverso de punta de proyectil tratado térmicamente. Obsérvese el hoyuelo en i). La misma escala en a-b), i-j) y c), e-h). Fotografías: Hugo G. Nami.

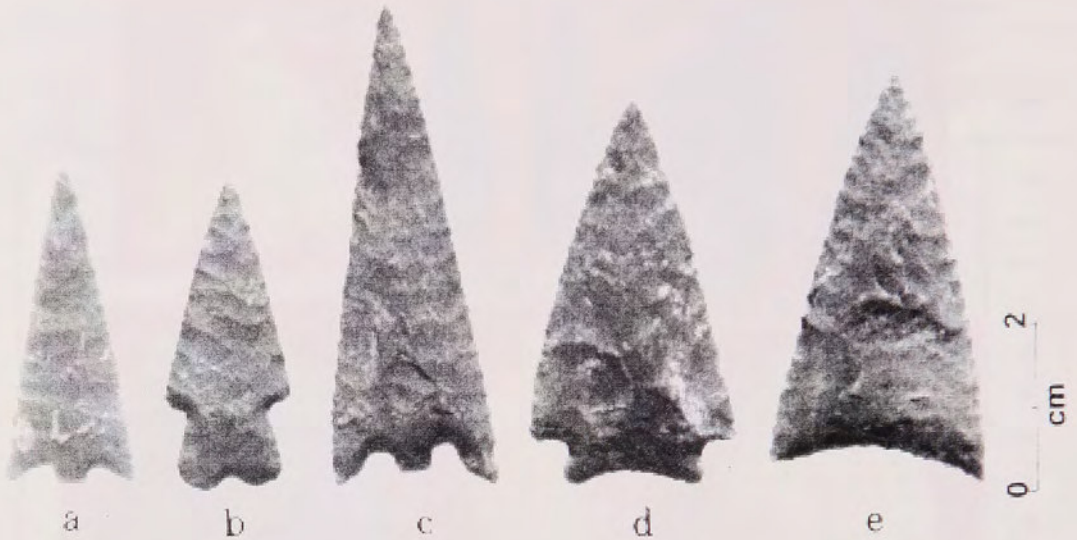


Fig. 4. Réplicas de puntas de proyectil confeccionadas en riolitas procedentes de la cuenca de los ríos Gallegos-Chico (a-c) y Península Mitre (d-e), a) sin tratar, b-e) tratadas. Fotografías: Hugo G. Nami.

preponderantemente a los 350°C. Este hecho adquiere relevancia en el momento de evaluar en el registro arqueológico la presencia del *tratamiento térmico* vs. *acción térmica* sin ambigüedades (ver más abajo).

Tanto del programa experimental como por otras observaciones actualísticas, se

concluye que el mejoramiento aparece cuando la temperatura es más cercana al *stress*. Por lo tanto, es predecible que en los contextos arqueológicos de los grupos humanos que utilizaban este procedimiento pirotecnológico, se encuentren altos porcentajes de materiales que pueden haber sufrido *stress* térmico. Justamente, es en

TABLA 4

Descripción de las cualidades de las rocas analizadas, técnicas y estraterias aplicadas, y productos de talla

	Características de la Roca original	Rango de Temperatura óptima	Aparición de daño	Adelgazamiento Bifaciales	Hojas	Retoque paralelo por presión	Percutor utilizado	Grado lítico sin/ con Trat. Tra.
1	Muy B. Excelente	Exclente 350°C	450°C	X	X	X	Semiblando	3.5 2.5
2	Buena	Excelente 450°C	--	X	X	X	Semiblando	3.5 2.5
3	Buena	Muy buena 350°C	--	--	--	--	Duro	4.5 --
4	Excelente	Excelente 350°C	450°C	X	X	X	Semiblando	3 2.5
5	Excelente	Excelente 350°C	450°C	X	X	X	Semiblando	3 2.5
6	Excelente	Excelente 450°C	--	X	X	X	Blando	4 2.5
7	Mala	Buena 350°C	450°C	X	--	--	Duro	5 4
8	Buena	Excelente 450°C	--	X	X	X	Duro	4.5 4
9	Buena	Excelente 450°C	--	X	X	X	Semiblando	5 4.5
10	Buena	Excelente 350°C	450 C	X	X	X	Semiblando	5 3.5
11	Buena	Muy buena 350°C	450	X	X	X	Semiblando	5 4
12	Buena	Buena 450°C	--	--	--	X	Semiblando	5 4
13	Buena	Excelente 450°C	--	X	X	X	Semiblando	4.5 4
14	Buena	Muy buena 350°C	450	X	X	X	Semiblando	3.5 --
15	Buena	Excelente 250°C	--	X	X	X	Blando	5 4
16	Muy buena	Excelente 350°C	--	X	X	X	Semiblando	5 4
17	Muy buena	Excelente 450°C	--	X	X	X	Semiblando	5 4
18	Buena	Muy buena 450°C	--	X	X	X	Duro-semiblando	4.5 3.5
19	Muy buena	Excelente 450°C	--	X	X	X	Blando-duro	3.5 --
20	Excelente	Excelente 450°C	--	X	X	X	Semiblando	3.5 2.5

esta situación cuando el analista debe diferenciar entre el tratamiento térmico como un procedimiento intencional y la acción térmica. Un ejemplo interesante de este umbral puede ilustrarse en algunos especímenes experimentales en los cuales algunas partes del ejemplar tratado tienen daño pero han podido ser tallados (Fig.3i).

4.2 Con relación a los indicadores

Sobre la base de los análisis realizados se deben considerar el conjunto de los indicadores: cambio de color, lustre y aparición de ondas de aplicación de fuerza. El análisis del conjunto permitió establecer un cierto grado de diferencias entre las rocas más frágiles, como la calcedonia, el *chert* y la dolomía silicificada, donde las ondas de aplicación de fuerza no se producen en la roca original sin tratar y aparecen en el rango de las menores temperaturas junto con el lustre; el cambio de color recién se manifiesta en el rango siguiente de temperaturas.

Para el caso de las muestras estudiadas se observó una tendencia hacia la aparición de ondas sólo en rocas frágiles de buena a excelente calidad. No sucede lo mismo con el lustre, que prácticamente aparece en la mayoría de los casos desde los 250°C y -exceptuando dos muestras- a 350°C en todas las demás. En las rocas más tenaces encontramos esta modificación a partir de los 450°C.

El cambio de color producto de la oxidación de ciertos minerales presentes en algunas rocas en los casos arqueológicos es un indicador relativo. Es factible de que se produzca sólo en aquellas rocas que pueden sufrir el proceso de oxidación y además, salvo excepciones es sumamente difícil de establecer con certeza el color de la roca original.

4.3. Con relación a las cualidades para la talla.

Siguiendo a Tixier y colegas (1980) la Tabla 4 describe las propiedades de las rocas en relación con algunas técnicas y los productos que se pueden obtener, las posibilidades de cambio con el tratamiento térmico y su clasificación de acuerdo a los grados líticos mencionados previamente.

Debido a sus peculiaridades merecen destacarse algunas observaciones. Por ejemplo, un resultado inesperado lo brindó la ortocuarcita; en efecto, esta materia prima sin trata-

miento es excelente y comparable a las mejores rocas silíceas en cuanto a cualidades para la talla (Nami 1993/94). Asimismo las silíceas de la formación Chon Aike y La Matilde (provincia de Santa Cruz) en estado natural varían de muy buenas a excelentes y son semejantes a los mejores sílex del mundo. Sin embargo, el tratamiento térmico las mejora notablemente, especialmente para obtener retoques laminares muy profundos por presión (Fig. 2d) o lascados por percusión directa para adelgazamiento bifacial. Este mismo grado de modificación a rocas excelentes puede observarse en las dolomías tratadas térmicamente.

Con relación a las calcedonias en la República Argentina la calidad es muy variable. Si bien en estado natural, algunas presentan buenas propiedades para la talla, otras necesitan del tratamiento térmico para llegar a ser excelentes, tal como ocurrió con los especímenes experimentales provenientes de Santa Cruz. Sin embargo, un caso muy notable lo constituyen las calcedonias intercaladas con bancos de dolomías cerca de Olavarría de las Sierras Bayas en la provincia de Buenos Aires (Di Tomaso, Sellés Martínez y Whalter com. pers. 1993). Estas rocas son excelentes y comparables, con el denominado «*Kentucky hornstone*» o «*Georgetown flint*» de Norteamérica o los mejores pedernales ingleses o daneses. En este último caso y debido a su alta calidad, no necesitan del procedimiento tratado en este artículo para confeccionar lo más elaborados instrumentos bifaciales, entre ellos las dagas danesas (Callahan com. pers. 1995); situación que tampoco sucedía en la prehistoria nórdica (Olausson y Larsson 1981-1982, 1982).

Tanto por experiencias anteriores (ver Nami 1986a) como por los resultados del presente experimento, se observó que la mayoría de las riolitas de la Patagonia Austral adquieren un aspecto graso, cierto lustre y una textura diferente al original (Fig. 2g). Sin embargo, es útil recordar que aunque de muy rara aparición, entre los rodados tehuelches de la cuenca de los ríos Gallegos-Chico también se encuentran riolitas de textura afanítica y grano muy fino, semejantes en calidad a los pedernales mencionados (Fig. 4a).

5. CONCLUSIONES

En las sociedades con tecnologías tradicionales, el fuego fue utilizado con diversos

objetivos en la manufactura de sus enseres y comidas. Entre ellos, para calentar piedras usadas en la cocción de alimentos, para enderezar o arquear maderas y huesos, durante la manufactura de cerámica, la metalurgia, o la confección de vidrio (v.g. Binford y Quimby 1963; Wertimore y Wertimore 1982). A pesar de ello no se considera una técnica culinaria, de manufactura ósea, cerámica, metalúrgica o del vidrio respectivamente. Consecuentemente, el uso del fuego para el tratamiento térmico de las rocas no debe considerarse una técnica de talla, tal como lo hacen algunos autores (Clemente Conte 1995, Afonso Marrero³ 1997). La determinación de su uso en la secuencia de reducción es crucial para discutir numerosas interpretaciones arqueológicas, especialmente relacionadas con las diferencias petrológicas observadas entre los estadios tempranos de manufactura y los productos terminados (cf. Ratto y Kligmann 1992).

Asimismo, es importante recordar que en el Cono Sur, desde hace varios años se ha señalado las modificaciones postdeposicionales que sufren las rocas por la acción de fuegos posteriores a la depositación de artefactos. Esa transformación fue denominada acción térmica (Aschero 1983), de la cual resultan diferentes tipos de alteraciones (Cattaneo *et al.* 1997/98), manifestándose en forma de distintos tipos de craquelados, hoyuelos u otros daños muy comunes en la Patagonia Austral (Fig. 2i, l).

A pesar de lo anterior, es posible discutir el uso del tratamiento térmico en algunos artefactos que presentan los indicadores mencionados. Por ejemplo, las características resultantes del uso de este procedimiento sobre las riolitas de la cuenca de los ríos Gallegos-Chico, han sido observadas en algunos instrumentos arqueológicos de las ocupaciones tardías de esa área. Esta es la razón por la cual es altamente probable que este procedimiento haya sido usado por los cazadores-recolectores locales; especialmente durante la reducción bifacial y probablemente en algunos casos de talla bipolar.

En Tierra del Fuego, García (1995)

en su análisis de un conjunto de artefactos bifaciales observó notables diferencias existentes entre los estadios tempranos de manufactura y algunos productos finales confeccionados con las mismas rocas, especialmente en el lustre y la tonalidad rojiza. Este fenómeno sugeriría el empleo del tratamiento térmico quizás cuando el biface haya sido exitosamente adelgazado y antes de la regularización final del artefacto. Sobre este mismo aspecto, Franco (com. pers. 1994) observó que muy probablemente algunos artefactos arqueológicos de la isla pudieron haber sido sometidos a tal procedimiento.

Estas coincidencias avalan la hipótesis de que el tratamiento térmico puede haber sido utilizado por diversos sistemas socioculturales del pasado para la manufactura de algunos instrumentos bifaciales y la aplicación de ciertas técnicas tanto en la región pampeana (Ariet 1988, 1991) como en la patagónica (Nami 1992, 1994b, 1994c) y durante un lapso muy prolongado de tiempo.

Sin embargo, merece destacarse que, si bien el daño térmico, el color y el lustre han demostrado a través de la experimentación ser las variables que más información brindan al analizar el material arqueológico, consideramos que su presencia aislada en *un sitio* no permite, por sí mismas establecer la intencionalidad de la exposición de las rocas al calor. En este sentido el estudio de los indicadores mencionados en contextos líticos específicos (Mandeville 1973, Nami 1999) y/o en un marco regional deberían abordarse desde la perspectiva del estudio de la organización de la tecnología (*sensu* Nelson 1991). Esto es indispensable para establecer el tratamiento térmico como un procedimiento pirotecnológico tradicional utilizado por los grupos humanos del pasado.

AGRADECIMIENTOS

A los Departamentos de Metalurgia y Geología de la Universidad Nacional del Sur, especialmente al Luciano Di Nardo y los Profesores Lucaioli y Blanco. Agradecemos enormemente la gentileza de Jorge Pérez, Laura Miotti y Nora Flegenheimer por habernos proporcionado muestras de rocas y la información brindada. A María de las Mercedes Cuadrado Woroszylo por su ayuda en la redacción de este artículo.

Esta investigación ha sido posible gracias a subsidios recibidos: Wenner-Gren

3 Este mismo autor también considera "técnica de talla" a las diferentes maneras en que se sostienen los artefactos durante el proceso de talla (cf. Afonso Marrero 1997:87-88). En realidad se trata de aquello que desde hace tiempo se ha señalado que son las "posiciones de sostén" existentes durante la aplicación de una técnica, se trate de presión, percusión o cualquier otra (Young y Bonnichsen 1983).

Foundation, National Geographic Society, Agencia Nacional de Promoción Científica, CONICET y Fundación OSDIC.

BIBLIOGRAFIA

- AFONSO MARRERO, J. A. 1997. Tratamiento térmico: Método para la cuantificación de sus efectos sobre las materias primas y para la explicación de su selección, *Arqueología* 7: 77-102, Buenos Aires.
- ARIET, I. 1988. Empleo de tratamiento térmico en sociedades tempranas de la Región Pampeana: Un estudio experimental. *Resúmenes de las ponencias científicas presentadas para el IX Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, pp. 105. Buenos Aires.
1991. Tratamiento térmico en grupos tempranos de la Región Pampeana. *Shincal* 3: 140-144, Catamarca.
- ASCHERO, C. A. 1983. Ensayo para una clasificación morfológica de artefactos líticos aplicada a estudios tipológicos comparativos. Informe CONICET. MS.
- BINFORD L. y G. QUIMBY 1963. Indian sites and chipped stone materials in the northern Lake Michigan Area. *Fieldiana Anthropology* 36: 277-307.
- BORDES, F. 1969. Traitement thermique du silex au Solutrean. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 66: 197.
- CALLAHAN, E. 1979. The Basics of Biface Knapping in the Eastern Fluted Point Tradition. A Manual for flintknappers and lithic analysts. *Archaeology of Eastern North America* 7 (1): 1-180.
- CATTANEO, R., A. PUPPIO, M. VALENTE y A. BARNA, 1997-98. Alteración térmica en dos tipos de rocas silíceas: resultados experimentales y aporte de datos para el análisis arqueológico. *Revista Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*. XXII-XXIII: 343-361.
- CASE, A.M. 1987. Informe petrográfico. MS.
- CLEMENTE CONTE, I. 1995. Silex y lustre térmico en el Paleolítico Medio ¿Alteración o técnica de talla? El ejemplo de Mediona 1. (Alt Penedes Barcelona). *Actas de Trabalhos de Antropologia y Etnologia*. 35 (3): 37-43, Porto.
- COLLINS, M. Y J.M. FENWICK. 1974. Heat treating of chert: Methods of interpretation and their application. *Plains Anthropologist* 19: 134-145.
- FLEGENHEIMER, N. 1991. Bifacialidad y Piedra con picado, Abrasión y Pulido en Sitios Pampeanos Tempranos. *Shincal* 3(2): 64-78, Catamarca.
- FLEGENHEIMER N., S. KAIN, M. ZÁRATE y A. BARNA, 1997. Aprovechamiento de cuarcitas en Tandilia, las canteras del Arroyo Diamante. *Arqueología* 6: 117-141, Buenos Aires.
- GARCIA, F. 1995. Análisis de los bifaces de la costa norte de Tierra del Fuego. MS.
- JOHNSON, J. 1981. *Lithic Procurement and Utilization Trajectories: Analysis, Kellow Creek Nuclear Power Plant Site, Tishomingo County, Mississippi*. Vol II Archaeological Papers of the Center for Archaeological Research, 1, University of Mississippi, Mississippi. Tennessee Valley Authority Publications in Anthropology 28.
- JOYCE D. 1985. Heat Treatment of Alibates Chalcedony. *Lithic Technology* 14: 36-40, San Antonio.
- KOZLOV, Y. 1986. *Ciencia de los materiales*. Editorial Mir, Moscú.
- LUEDKE B. 1992. *An archaeologist's Guide to Chert and Flint*. Archaeological Research Tools 7, Institute of Archaeology, University of California. Los Angeles.
- MANDEVILLE, 1973. A consideration of thermal pretreatment of chert *Plains Anthropologist* 18 (61): 177-202.
- MC CUTCHEON P. 1990. Archaeological investigations of stone tool heat treatment technology in southeastern Missouri. An experimental work. Doctoral Dissertation.
- MIOTTI, L. 1995. Piedra Museo Locality. A special place in the new world. *Current Research in the Pleistocene* 12: 36-38.

- NAMI, H. G. 1983. La experimentación aplicada a la interpretación de artefactos bifaciales. Un modelo de manufactura de las puntas de proyectil de los niveles inferiores del alero Cárdenas, provincia de Santa Cruz. Tesis de Licenciatura. Universidad nacional de Buenos Aires. MS.
- 1986a. Experimentos para el estudio de la tecnología bifacial de las ocupaciones tardías en el extremo sur de la Patagonia Continental. *PREP. Informes de Investigación* 5, 120 pags., Buenos Aires.
- 1986b. Observaciones preliminares sobre la tipología y tecnología de los artefactos líticos procedentes del sitio Puesto Donata. *PEOAF* 84, pp.131-145, 2 láminas, Museo Territorial, Ushuaia.
- 1986-87. Experimentos para el estudio de los sistemas socio-culturales del pasado patagónico. 1. Réplica de las puntas de proyectil del sitio Las Cuevas 2, Colonia Pelegrini, Santa Cruz. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XVII (1): 123-141, Buenos Aires.
1988. Tecnología lítica experimental aplicada al análisis de artefactos bifaciales arqueológicos: su aplicación a casos de Patagonia Meridional y Tierra del Fuego. Informe Final Beca de Perfeccionamiento CONICET. MS.
- 1988-1989. Simulación y réplica de las puntas de proyectil. *La Cueva de Haichol. Arqueología de los pinares cordilleranos del Neuquén* (Editado por J. Fernández). *Anales de Arqueología y Etnología* 42/45 (1): 227-241, Mendoza.
- 1992 [1985]. El subsistema tecnológico de instrumentos líticos y la explotación de los recursos del ambiente: Una nueva vía de aproximación. *Shincal* 2:33-53, Catamarca.
- 1993-94. Aportes para el conocimiento de técnicas líticas del Pleistoceno Final. Análisis de artefactos bifaciales del Norte de Venezuela (Colección Edomonton, Canada). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XIX: 417-435+20 figuras, Buenos Aires.
- 1994a. Preliminary additional information regarding the Folsom-Lindenmeier bifacial reduction sequence. *Program and Abstracts*, 52nd Annual Plains Anthropological Conference, pp.79, Lubbock.
- 1994b. Paleoindio, Cazadores-Recolectores y Tecnología Lítica en el Extremo Sur de Sudamérica Continental. *Arqueología de Cazadores-Recolectores. Límites, Casos y Aperturas*. (Compilado por J. L. Lanata y L. A. Borrero). *Arqueología Contemporánea* 5: 89-103, Austin, Texas.
- 1994c. Puntas de proyectil de la capa 2 del Alero Cárdenas. *Contribución a la Arqueología del Río Pinturas. Provincia de Santa Cruz* (Editado por Carlos J. Gradín y A. M. Aguerre), pp. 92-99, Estudios Arqueológicos, Búsqueda de Ayllu, Concepción del Uruguay.
1999. The Folsom Biface Reduction Sequence: Evidence from the Lindenmeier Collection. *Exploring Patterns and Variation in Folsom Lithic Technology: Late Pleistocene Hunter-Gatherers of the North American High Plains* (Editado por D. S. Amick), pp. 82-97, Archaeological Series 12. International Monographs in Prehistory, Ann Arbor, Michigan
- NAMI, H. G., M. R. NORTON, D. J. STANFORD y J. B. BROSTER, 1996. Comments on Eastern Clovis Lithic Technology at the Carson-Conn-Short Site (40BN 190), Tennessee River Valley. *Current Research in the Pleistocene* 13: 62-64, Corvallis.
- NAMI, H. G. y J. RABASSA, 1988. Experimentos, petrografía y confección de instrumentos de piedra con ignimbritas Pilcaniyeu. Observaciones para el conocimiento de las sociedades del pasado. *CEIDER. Revista de Estudios Regionales* 2: 131-149, Mendoza.
- NELSON, M. 1991. The study of technological organization. *Archaeological Method*

- and Theory 3 (Editado por M. B. Schiffer), pp. 57-100, Tucson.
- OLAUSSON D. y L. LARSSON, 1981-1982. Heat Treatment of Flint in the Scandinavian Stone Age? *Papers of the Archaeological Institute. University of Lund. New Series 4*: 5-25, Lund.
1982. Testing for the Presence of Thermal Pretreatment of Flint in the Mesolithic and Neolithic of Sweden. *Journal of Archaeological Science 9*: 275-285.
- PATTERSON L. 1995. Thermal damage of chert. *Lithic Technology 20* (1): 72-80. Tulsa, Oklahoma.
- PURDY B. 1975. Fractures for the Archaeologist. *Lithic Technology, Making and using stone tools*. (Editado por E. Swanson), pp. 133-141, Mouton Publisher, The Hague-Paris.
1982. Pyrotechnology: Prehistoric Applications to Chert Materials in North America. *Early Pyrotechnology. The Evolution of the First Fire-Using Industries*. (Editado por T. A. Wertimore y S. F. Wertimore), pp. 31-44, Smithsonian Institution Press, Washington D. C.
- RATTO, N Y D. KLIGMAN, 1992. Esquema de clasificación de materias primas líticas arqueológicas en Tierra del Fuego: Intento de unificación y aplicación a dos casos de análisis. *Arqueología 2*: 107-134, Buenos Aires.
- ROWNEY M y P. WHITE, 1997. Detecting Heat Treatment on Silcrete: Experimentes with methods. *Journal of Archaeological Science 24*: 649-657.
- SCHINDLER D., J. HATCH, C. HAY y R. BRADT, 1982. Aboriginal thermal alteration of a Central Pennsylvania jasper: Analytical and behavioral implications. *American Antiquity* (3): 526-544.
- TIXIER, J., M. L. INIZAN Y H. ROCHE, 1980. *Prehistoire de la Pierre Taillée. Terminologie et Technologie*. 1 Cercle de recherches et d'études Préhistoriques, Valbonne-Cedex.
- WERTIMORE, T. A. y S. F. WERTIMORE (Editores). 1982. *Early Pyrotechnology. The Evolution of the First Fire-Using Industries*. Smithsonian Institution Press, Washington D. C.
- YOUNG, D. y R. BONNICHSEN, 1983. *Understanding stone tools: a cognitive approach*. Center for the Studies of the First Americans, Orono.