Chungara volumen 30, N° 1, 1998 (Impreso 1999). Páginas 41-48
Universidad de Tarapacá. Arica - Chile

DATACIONES POR TERMOLUMINISCENCIA DE ROCAS DE FOGONES DE ASENTAMIENTOS ARCAICOS, PROVINCIA DE CHOAPA

Álvaro Román B. Donald Jackson S.***

RESUMEN

Se presentan los resultados de seis dataciones por termoluminiscencia de rocas de fogones de dos sitios del Arcaico de la comuna de Los Vilos, Provincia de Choapa, IV Región. Los resultados obtenidos son, en términos relativos, coherentes con fechados radiocarbónicas de ambos sitios. Se discuten los resultados en relación a los sitios datados, así como del uso de la termoluminiscencia para fechar contextos sin restos orgánicos y/o cronologizar eventos de combustión diferenciados.

Palabras Claves: *Termoluminiscencia, fogones, Arcaico, norte semiárido, Chile.*

ABSTRACT

The results of six thermoluminescence dating of burnt rocks from two Archaic sites (Los Vilos, Provincia de Choapa, IV Región) are presented. The results are coherent with both sites radicarbon date. Results are discussed in relation to the date sites. We also discuss the value of thermoluminescence dating in archaelogical contexts lacking organic remains and-or to chronologize different combustion events in prehistoric hearths.

Key Words: *Thermoluminiscence, burning, archaic, semiarid northern of Chile.*

La situación temporal de las evidencias arqueológicas es una temática central y frecuente en las discusiones sobre arqueología. No sólo se trata de fechar asentamientos o definir cronología de secuencias culturales. Los numerosos problemas implicados tienen relación primero con la posibilidad de obtener muestras adecuadas para datar, naturaleza de las muestras, seguridad de las asociaciones estratigráficas y contextuales, relación de eventos diferenciales de depositación, problemas de contaminación, situaciones de formación de sitio e incluso con los márgenes de error de cada método de datación, entre otros.

En Chile son frecuentes las dataciones por radiocarbono en muestras de carbón, madera, hueso, concha, turba, entre otros materiales. Sin embargo, no siempre es posible obtener muestras orgánicas para fechar o bien éstas presentan problemas. Una alternativa, a veces complementaria, a la datación por carbono14 ha sido Termoluminiscencia (TL), aplicada a cerámica, la que se ha venido desarrollando desde hace varios años en Chile desde los primeros fechados por TL realizados en el Norte del país (Castro *et al.* 1979).

El uso de la TL por la naturaleza del material fechado, se ha restringido en Chile únicamente a contextos del alfarero, limitando su uso a este período, aunque se han realizados intentos experimentales en muestras inorgánicas (hidróxido de apatita) provenientes de materiales orgánicos (Deza y Román 1991).

No obstante lo anterior, ya se había señalado la posibilidad de fechar por termoluminiscencia rocas, además de la cerámica (Daniels *et al.* 1953). A este respecto, para la "Cultura Las Vegas", en la Península de Santa Elena, Ecuador, se dataron muestras de piedra caliza alteradas por el fuego, obteniendo resultados consistentes con la estratigrafía, pero en alguna medida discrepantes con las dataciones por carbono 14 (Stothert 1988).

* Laboratorio de Radioactividad y Termoluminiscencia, Facultad de Física, Pontificia Universidad Católica de Chile, Casilla 306, Fono: 5522375, Fax: 5536468. Santiago, Chile.

** Departamento de Antropología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile, Casilla 1045, Fono: 6787759, Fax: 6787756. Santiago, Chile.

Recibido: Junio 1998
Aceptado: Agosto 1999

Estudios más amplios y precisos se han realizado en este sentido en Europa, datando por TL pedernales quemados (Huxtable y Aitken 1986; Valladas 1992; Mercier *et al.* 1995), permitiendo de este modo fechar contextos sin cerámica.

Tomando en cuenta tales antecedentes y en el marco de un proyecto de investigación de cazadores-recolectores del Arcaico Temprano, en la comuna de Los Vilos, Provincia del Choapa (IV Región), se consideró la posibilidad de fechar rocas de fogones, que contenían cuarzo y que estuvieron expuestos a la acción del fuego, con el propósito de evaluar las potencialidades del método de TL., sobre muestras de rocas. Esto permitiría ampliar el tipo de materiales culturales datables por TL, con especial relevancia a contextos sin cerámica, como son las ocupaciones Arcaicas, donde no siempre es posible obtener muestras orgánicas para fechar por carbono 14.

Los contextos de las muestras datadas

El sitio Punta Ñagué (L.V.098-A), se encuentra situado adyacente a la ensenada del mismo nombre, a un poco más de 6 kilómetros al N.W. de Los Vilos (31° 51'6" Lat. Sur y 71° 31'38" de Long. Oeste).

Este asentamiento corresponde a un extenso campamento abierto de cazadores recolectores orientado a la explotación de recursos marinos, atribuido al Complejo Cultural Huentelauquén. El sitio se encuentra identificado por áreas de conchal, restos de osamentas e instrumental lítico en superficie. Una primera excavación estratigráfica permitió detectar un depósito de conchal de machas (*Mesodesma donacium*), bajo el cual se registró una estructura de combustión, asociada a restos de osamentas, desechos de talla lítica y diversos instrumentos líticos. Una datación radiocarbónica de moluscos asociados a la estructura de combustión dio una fecha no calibrada de 10.120 ± 80 años A.P. (Jackson 1993).

Posteriores excavaciones ampliadas en el sitio permitieron identificar un evento ocupacional más antiguo, también correspondiente a un conchal, esta vez menos denso y compuesto esencialmente por locos (*Concholepas concholepas*), así como por osamentas e instrumental lítico. Sobre este evento ocupacional un pequeño depósito estéril mostraba una corta desocupación del sitio, luego de la cual se presentaba el segundo evento ocupacional compuesto por machas.

La primera y más antigua ocupación fue fechada en 10.200 ± 70 años A.P. y la segunda más reciente en 9.320 ± 60 años A.P. Ambas fechas corresponden a moluscos, sus resultados son calibrados y coherentes estratigráficamente.

En las nuevas excavaciones, se registró otra estructura de combustión, sin una relación estratigráfica clara, aunque presumiblemente relacionada con el segundo y más reciente evento ocupacional del sitio. Se encuentra constituida por un conjunto de rocas, formando unas especie de "emplantillado" de forma ligeramente circular y con un diámetro aproximado de 80 cm en una matriz arenosa, asociada con algunos restos de moluscos, osamentas e instrumentos líticos. Las rocas que constituían esta estructura presentaban claras huellas de exposición al fuego, manifiestas en hollín y en desprendimientos por termofractura. La matriz evidenciaba un color oscuro por la quema de la misma y asociada a partículas de carbón. Dicha estructura, definida como de combustión, sugiere un área de preparación de alimentos.

De esta estructura, se obtuvo un fragmento de roca (muestra VI) que presentaba cuarzo y claros indicios de alteración por fuego, para ser datada por TL. A pesar de la relación estratigráfica insegura con el segundo y más reciente evento ocupacional del sitio, esperamos un resultado cronológico similar a los 9.320 ± 60 años A.P. La datación TL de la estructura nos podría precisar su asignación estratigráfica en relación a los eventos ocupacionales del sitio datados previamente por carbono14.

El otro sitio datado por TL corresponde a Dunas Agua Amarilla (L.V.166), que se encuentra ubicado en el sistema de dunas del mismo nombre, situado a un poco menos de 6 Km al noreste de Los Vilos (31° 51'32" Latitud Sur y 71° 29'20" Longitud Oeste).

El sitio se emplaza protegido por una hondonada de paleoduna y corresponde a un extensivo campamento abierto de cazadores-recolectores del Arcaico, atribuido a grupos interiores que bajaron estacionalmente (verano) a la costa, para el aprovechamiento de recursos costeros, especialmente marinos.

Este campamento se encuentra definido por un extenso conchal, con algunos espacios "vacíos" que sugieren áreas distintas de actividad. El conchal está constituido esencialmente por el almejón (*Eurhomalea rufa*), aunque también se presentan otras especies de moluscos, así como varias especies de equinodermos, crustáceos y peces. La fauna terrestre se encuentra constituida por distintas especies de mamíferos, roedores y aves. El material artefactual está formado por algunos instrumentos de hueso y especialmente por instrumentos líticos, entre los que destacan puntas de proyectiles triangulares apedunculadas de base convexa, cóncava y recta, raspadores, cuchillos bifaciales, pendientes, cuentas y numerosos implementos de molienda.

Una intervención estratigráfica, mostró un depósito ocupacional con un máximo de potencia de 35 cm constituido por moluscos y otros restos orgánicos y culturales en una matriz arenosa, sin diferenciación estratigráfica, aunque no es descartable que dicho depósito cultural corresponda a varias ocupaciones estacionales generando un "palimpsesto" de cortos eventos depositacionales. En una de las áreas de excavación (cuadrante S.E.) y hacia el inicio del depósito ocupacional, se registró una estructura de combustión de forma tendiente a ovoidal y formada por rocas graníticas de fragmentos de molinos y manos de moler con claros indicios de exposición al fuego, asociadas a restos culturales y partículas de carbón.

Se obtuvieron dos muestras de moluscos próximas al fogón para dataciones radiocarbónicas. La primera obtenida de la base o inicio del depósito cultural dio un resultado calibrado de 6.670 ± 60 años A.P. y una segunda muestra obtenida hacia el término del depósito cultural arrojo una fecha calibrada de 6.700 ± 60 años A.P. Ambas datadaciones no son coherentes entre sí respecto a su ubicación estratigráfica, lo que podría deberse a que la segunda muestra fue procesada también por C13/12, siendo por ello más precisa que la primera. No obstante, tampoco puede descartarse una inversión estratigráfica.

Procedimiento metodológico

Las fechas de las rocas de estos fogones Arcaicos fueron obtenidas siguiendo los métodos tradicionales que se utilizan en la datación de cerámica por TL. Básicamente, estos consisten en determinar la paleodosis P, o sea la dosis de radiación total absorbida por la muestra, y la dosis anual de radiación D, a la cual estuvo sometida desde su último calentamiento a alta temperatura. El tiempo transcurrido a partir de ese evento se obtiene del cuociente P/D, expresado en años antes del presente (Aitken 1985).

Preparación de la muestra

Las rocas de los fogones fueron fragmentadas a golpes de martillo y el material interior resultante fue molido dentro de un tubo de bronce, presionándolo con un tornillo mecánico. Se seleccionaron granos de un tamaño no superior a 1 mm para ser atacados con HCL concentrado durante 72 horas, con el propósito de remover contaminantes de la TL. Posteriormente, fueron tratados con HF (25%) a 40 °C durante 1 hora y los granos de cuarzo resultantes de este proceso se sometieron a reiterados lavados con agua destilada, hasta llegar a un pH neutro, y secado en un horno a 50 °C. Finalmente los cristales se tamizaron

para separarlos según el tamaño de grano: para las muestras de rocas del sitio L.V. 166 se utilizaron granos de 75 a 105 um y para aquellas del sitio L.V.098-A granos de 50 um, aproximadamente.

Paleodosis

Todas las medidas fueron realizadas con el equipamiento existente en el Laboratorio de Radiactividad y Termoluminiscencia de la Facultad de Física de la Pontificia Universidad Católica de Chile, ya detallado en trabajos anteriores (Berenguer *et al.* 1988; Ávalos y Román 1996). Fundamentalmente, se trata de un lector TL Harshaw 2000 AB, con una velocidad de calentamiento de 12° C/s, que integra las señales de TL del cuarzo entre dos temperaturas prefijadas. Se escogió el intervalo comprendido entre 330 y 400 °C, ya que en él se encuentran la característica señal de 375 °C (Figura 1), que corresponde a una trampa muy estable por su enorme vida media de varios miles de años. Las muestras fueron expuestas a una fuente de irradiación de Sr-90, la cual otorga una tasa de dosis de 1,2 Gy/min en una geometría constante.

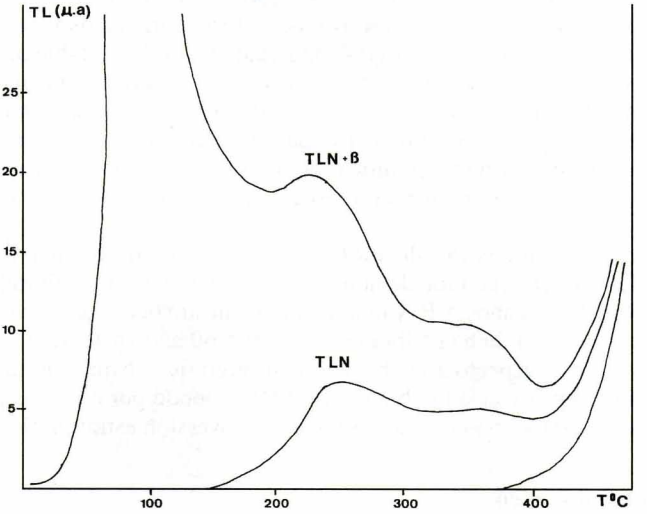

Figura 1. Curvas TLN y TLN + B correspondientes a la muestra de cuarzo extraída de una roca de fogón del sitio L.V.098-A (Punta Ñagué). El nivel del plateau fue de 0,55 y con una dosis adicional B de 12 Gy se obtuvo una dosis equivalente Q= 17,64 Gy.

La dosis equivalente Q se determinó por el método del plateau, utilizando 10 y 12 Gy como dosis adicional. Los valores del plateau para la muestra del sitio L.V.166 fluctuaron entre 0,66 y 0,44, todos comprendidos entre 350 y 410 °C. Para la roca VI del sitio L.V.098-A fue de 0,55 + 0,04, extendido entre 330 y 410 °C. Las respectivas dosis Q deducidas de esos valores aparecen en la Tabla 1; en el caso de la roca VI fue verificado con el método aditivo, con un resultado extraordinariamente coincidente.

Para llegar a la paledosis es necesario realizar un análisis de la supralinealidad de los granos de cuarzo. Las muestras I, II, III y V dieron cuenta de una corrección por supralinealidad bastante similar, dentro de los errores experimentales de las mediciones. En cambio, las muestras IV y VI poseen valores muy diferentes a los anteriores, lo cual se explicaría por las distintas características termoluminiscentes de los cristales de cuarzo contenidos en el interior de los ejemplares estudiados.

Tabla 1
RESULTADOS DE LOS FECHADOS POR TERMOLUMINISCENCIA

Muestra	Descripción	Q(Gy)	I(Gy)	P(Gy)	D(Gy/año)	Edad (años A.P.)
UCTL 749	Roca I:fogón L.V.166	23,28	0,62	23,90	3,67.10-3	6.500 ± 500
UCTL 808	Roca II:fogón L.V.166	0,84	0,84	10,37	1,52.10-3	6.800 ± 500
UCTL 978	Roca III:fogón L.V.166	16,60	0,70	17,30	2,62.10-3	6.600 ± 300
UCTL 979	Roca IV:fogón L.V.166	16,57	1,45	18,02	2,66.10-3	6.775 ± 500
UCTL 980	Roca V:fogón LV.166	11,53	0,71	12,24	1,89.10-3	6.480 ± 325
UCTL 954	Roca VI:fogón L.V.098-A	17,64	1,84	19,48	2,04.10-3	9.550 ± 800

Q: Dosis equivalente. **I**: Supralinealidad. **P**: Paleodosis. **D**: Dosis anual media.

Dosis anual media

Como es sabido, la dosis anual es la suma de las contribuciones radiactivas internas de la muestra y las del terreno, siendo la dosimetría termoluminiscente una metodología muy eficiente para medirlas (Deza y Román 1986).

La dosis interna de cada muestra fue medida utilizando dosímetros de CaSO4: Dy, constituidos por pequeños fragmentos de estos cristales insertos en láminas de teflón de 5x5 mm^2. Cinco de estos dosímetros, envueltos en una bolsita de plástico, se colocaron entre dos fragmentos de roca, de caras casi planas, formando una especie de sandwich. Permanecieron allí durante tiempos variables según la muestra, indicados en la Tabla 2. La dosis interna que allí aparece, se calculó considerando el tiempo de exposición de los dosímetros y la atenuación de la radiación B , debida al tamaño del grano de cuarzo utilizado en las medidas de TL.

La dosis externa, debida a las emisiones del terreno, se determinó de modo similar por dosimetría TL. Seis dosímetros de CaSO4: Dy, colocados en el interior de un pequeño frasco de vidrio, fueron enterrados en los sitios L.V.166 y L.V.098-A, por períodos de tiempo indicados en la Tabla 2. La dosis de radiación absorbidas por estos dosímetros fueron extrapoladas a un año y corregidas por el factor humedad del terreno.

A primera vista la dosis interna de las muestras del sitio L.V.166 son extremadamente diferentes. Sin embargo, esa disimilitud es coherente con los valores de las paleodosis mostradas en la Tabla 2. Como estas muestras provienen del mismo sitio, presumiblemente han recibido una dosis de radiación externa similar. Este hecho permite aplicar un análisis denominado *isochron* (Aitken y Valladas 1992), que se utiliza para verificar los resultados de dataciones de muestras contemporáneas, extraídas del mismo sitio de excavación. El gráfico de la paleodosis v/s dosis interna del método isochron (Figura 2) da como resultado una edad de 6.425 años A.P. (pendiente de la recta) y una dosis externa de 1,25.10-3 Gy/año (intersección de la recta con el eje horizontal). A pesar de que nuestro análisis contempla sólo cinco muestras, ambos valores son coherentes con los resultados para las rocas del sitio L.V.166: 6.630 años A.P., edad promedio de las rocas, 1.17.10-3 Gy/año, dosis del terreno.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La fecha de TL obtenida de la roca del fogón del sitio Punta Ñagué (L.V.088-A) que dio un resultado de 9.550 ± 800 años, guarda cierta consistencia con los fechados radiocarbónicos

Tabla 2
DOSIS ANUAL INTERNA Y EXTERNA DE ROCAS DE FOGONES ARCAICOS

Muestra externa (Gy/año)		Sitio Roca	Tiempo Exposición (días) Sitio	Dosis interna (Gy/año)	Dosis
Roca I	L.V.166	45	101	$2.50.10^{-3}$	$1,17.10^{-3}$
Roca II	L.V.166	61	101	$0,35.10^{-3}$	$1,17.10^{-3}$
Roca III	L.V.166	40	101	$1,45.10^{-3}$	$1,17.10^{-3}$
Roca IV	L.V.166	40	101	$1,49.10^{-3}$	$1,17.10^{-3}$
Roca V	L.V.166	45	101	$0,72.10^{-3}$	$1,17.10^{-3}$
Roca VI	L.V.098-A	159	291	$0,94.10^{-3}$	$1,10.10^{-3}$

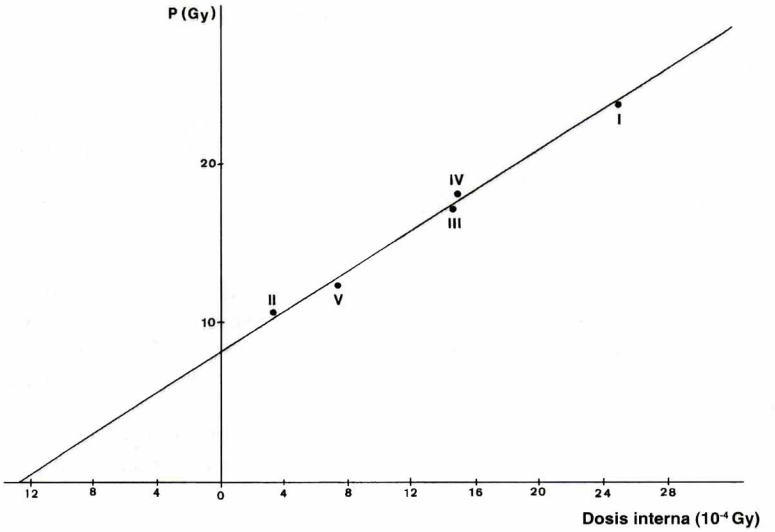

Figura 2. Análisis *isochron* para muestras de rocas de fogón del sitio L.V.166. La recta del gráfico tiene una pendiente que indica una edad de 6.300 años y la intersección de la recta prolongada con el eje horizontal es 13.10-4 Gy/año, que correspondería a la dosis externa del sitio.

del sitio. Su amplio margen de error, 800 años (Tabla 1), no nos permite asignar con claridad si corresponde en términos cronológicos al primer o segundo evento ocupacional del asentamiento. Las asociaciones estratigráficas sugieren una mejor relación con el segundo y más reciente evento ocupacional, con una datación radiocarbónica de 9.320 ± 60 años A.P. Esta se ajusta más cronológicamente en términos relativos a la fecha de TL, aunque con una diferencia de 230 años, que podría tener relación con una mayor profundidad del fogón respecto a la muestra de molusco datada.

Para este sitio, es necesario contar con más dataciones de TL, con la intención de tener una muestra amplia para comparar los resultados. Sin embargo, en general, la datación de TL. es consistente con los resultados obtenidos por radiocarbono.

Para el caso del sitio Dunas Agua Amarilla (L.V.166), las cinco fechas de TL obtenidas de las distintas rocas del fogón, guardan consistencia entre sí y de similar forma mostrarían coherencia con los dos fechados radiocarbónicos del sitio, aunque también los

márgenes de error en las fechas de TL son más amplios. La fecha de TL que se ajusta más a la cronología del sitio, corresponde a la roca III que dio un resultado de 6.600 ± 300 años A.P.

Todos los resultados, especialmente la coherencia entre los fechados de TL del sitio Dunas Agua Amarilla, muestran que este método de datación permite obtener cronologías relativamente consistentes, sobre rocas de cuarzo que han estado sometidas a altas temperatura, como en el caso de fogones o incluso en superficies de quema y, cuya matriz arenosa presente cuarzo afectado por la combustión.

Las potencialidades de este procedimiento podrían ser de gran relevancia. Así por ejemplo, la posibilidad de fechar a través de un mismo método, distintas estructuras de combustión y cronologizar sus últimos eventos de encendido. De este modo, se conocería la diacronía o sincronía de rasgos tan relevantes como los fogones, que en la mayoría de los casos se asocian a las áreas de actividad más importante de un asentamiento. También se abren posibilidades en torno a fechar instrumental lítico, tratado termicamente o que bien pudo estar sometido casualmente a calentamiento.

Agradecimientos: Los autores agradecen a los alumnos de Licenciatura en Física, Antonia Alvarado y Ricardo Demarco, quienes realizaron las medidas correspondientes al fechado de la roca VI, como parte del curso de Física Experimental Avanzada del currículum de Licenciatura en Física de la Pontificia Universidad Católica de Chile, así mismo a los alumnos de Licenciatura en Arqueología de 3er. y 4to. año del Departamento de Antropología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile, quienes participaron en las labores de excavación de los sitios Punta Ñagué y Dunas Agua Amarilla. Investigación financiada por el proyecto Fondecyt 1950372.

BIBLIOGRAFÍA

AITKEN, M.J.
1985 *Thermoluminescence Dating*. Academic Press, London.

AITKEN M. y H. VALLADAS.
1992 Luminescence Dating Relevant to Human Origins. *Philosophical Transactions Society of London* 337: 139-144.

ÁVALOS H. y A. ROMÁN.
1996 Presencia Inca en el Valle de la Ligua. *Revista de Estudios Regionales Valles* 2: 29-56.

BERENGUER J., A. ROMÁN, A. DEZA y A. LLAGOSTERA.
1988 Testing a Cultural Sequence for the Atacama Desert. *Current Anthropology* 29: 341-346.

CASTRO V., C. ALDUNATE, J. BERENGUER, A. ROMÁN, A. DEZA, O. BRITO y G. CONCHA
1979 Primeros Fechados Arqueológicos por Termoluminiscencia en Chile: Toconao (2da. Región). *Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural,* Año XXIII, Nº 270: 3-10.

DEZA A. y A. ROMÁN.
1986 La Dosimetría Termoluminiscente en Arqueología. *Chungara* 16-17: 403-407.

DEZA A. y A. ROMÁN.
1991 Fechamiento de Hueso por Termoluminiscencia: ¿una alternativa al C-14? *Actas del XI Congreso Nacional de Arqueología Chilena,* Tomo I: 153-155 Museo Nacional de Historia Natural, Santiago.

HUXTABLE J. y M. AITKEN.
1986 Dating of European Flint by Thermoluminescence. In *Proceedings of the 24th Archaeometry Symposium,* edited by J.S. Olin and M. J. Blackman, pp. 465-472 Smithsonian Institution, Washington D.C.

JACKSON, D.,
1993 Datación Radiocarbónica para una Adaptación Costera del Arcaico Temprano en el Norte Chico, Comuna de Los Vilos. *Boletín Sociedad Chilena de Arqueología* 16: 28-31.

MERCIER N., H. VALLADAS, G. VALLADAS y J.L. REYSS
1995 Tl Dates of Burnt Flints from Jelinek's Excavations at Tabun and Their Implications. *Journal of Archaeological Science* 22: 495-509.

STOTHERT, K.
1988 La Prehistoria Temprana de la Península de Santa Elena, Ecuador: Cultura Las Vegas *Miscelánea Antropológica Ecuatoriana, Serie Monográfica* N° 10. Museo del Banco Central del Ecuador, Guayaquil.

VALLADAS H.
1992 Thermoluminescence Dating of Flint. *Quaternary Science Reviews* 11: 1-5.