

# **ANUARIO DE ARQUEOLOGIA**

## **2010**

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE ARQUEOLOGÍA

**Anuario de Arqueología 2010**  
Departamento de Arqueología

**ÍNDICE**

**Proyectos de Docentes de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la  
Educación, UdelaR**

	Pág.
<b>BAEZA, Jorge</b> <i>La Revolución digital en Arqueología. Reflexión sobre nuevas tecnologías aplicadas al Proyecto de puesta en valor del Patrimonio Cultural Prehistórico del Parque Santa Teresa.....</i>	1
<b>CABRERA, Pérez Leonel</b> <i>Informe Proyecto ANII FCE-263. Petroglifos del Dpto. de Salto: investigación y diseño de un parque arqueológico.....</i>	12
<b>CURBELO, Carmen</b> <i>Presentación del Programa del Patrimonio Indígena Misionero como reforzador de la identidad local al Norte del Río Negro. Uruguay (PROPIM).....</i>	147
<b>LEZAMA, Antonio</b> <i>El Programa de Arqueología Subacuática (PAS).....</i>	161
<b>LÓPEZ MAZZ, José María</b> <i>Programa de Investigación: Poblamiento Temprano en las Tierras Bajas del Este del Uruguay.....</i>	174
<b>SUAREZ , Rafael</b> <i>Cronología de alta resolución, extinción-supervivencia de Fauna del Pleistoceno y tendencia económica durante el poblamiento temprano de Uruguay: Evidencias y reflexiones desde Pay Paso 1 .....</i>	184

## Anuario de Arqueología 2010

Departamento de Arqueología

### Reseña de trabajos monográficos de Estudiantes

	Pág.
<b>AZZIZ, Natalia</b>	
<i>Clasificación de la colección lítica de Cayetano Renée Álvez López.....</i>	<i>201</i>
<b>CASANOVA, Gustavo</b>	
<i>La Cerámica de Pasta Blanda del sitio "Puerto Chico".....</i>	<i>252</i>
<b>GAZZÁN, Nicolás</b>	
<i>Análisis funcional de instrumentos de arenisca silicificada. Estudio de caso, sitio arqueológico CD8g01, Dpto. de Salto.....</i>	<i>276</i>
<b>SACCONE, Elena</b>	
<i>Liquenometría, una aproximación a su aplicación en Arqueología: datación de estructuras cónicas de piedra en Lavalleja.....</i>	<i>301</i>

# **Liquenometría, una aproximación a su aplicación en Arqueología: datación de estructuras cónicas de piedra en Lavalleja.**

Elena Saccone  
Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación  
esaccone@fhuce.edu.uy

## **Resumen**

La liquenometría es una técnica de datación que se fundamenta en el crecimiento lento, constante y medible de los líquenes costrosos. Fue inicialmente desarrollada por Beschel a mediados del SXX para su aplicación en geomorfología, pero también ha sido utilizada con éxito en diversos contextos arqueológicos. En el presente trabajo la técnica se aplica para la obtención de dataciones de un conjunto de estructuras construidas en piedra en las inmediaciones del Cerro Negro, departamento de Lavalleja. El trabajo pretende aportar un marco cronológico para la interpretación futura de estas construcciones.

La velocidad de crecimiento de la especie de líquen costroso seleccionada, ha resultado en aproximadamente 0,98mm/año. La edad de las cinco estructuras de edad desconocida (conos en piedra) ha sido calculada utilizando la función que describe la curva de crecimiento que fue obtenida interpolando el tamaño de los líquenes de otras cinco estructuras de edad conocida (lápidas, paredes de canteras abandonadas, taperas, etc.).

El tamaño de los líquenes en afloramientos naturales del área supera ampliamente al de las estructuras más antiguas estudiadas. Por este motivo, la aplicación de la técnica se sitúa dentro del rango de validez para la especie de líquen.

La edad de los líquenes observados en los conos es de 210,5 +/- 23,5 años, con lo cual la antigüedad mínima de construcción de las estructuras data de 1774 a 1821.

Resta por investigar, por un lado, la posible imprecisión de la curva originada en la inexactitud de las edades atribuidas a las estructuras conocidas, la dispersión de edades de los conos restantes y la interpretación del significado de las estructuras cónicas, en particular considerando su contemporaneidad con la fundación de la ciudad de Minas (a unos 8km de distancia) y con dos taperas próximas a ellos.

## **1. Introducción**

La liquenometría es una técnica de datación que se fundamenta en la rápida colonización pero crecimiento lento y constante de algunos líquenes (OZENDA y CLAUZADE 1970). El principio general consiste en que si se puede medir líquenes de distintas edades conocidas, se podrá trazar una curva de crecimiento que permitirá luego estimar la edad de estructuras expuestas o paneles de arte rupestre de la zona que presenten la misma especie de líquenes y cuya edad sea de interés conocer. La gran ventaja de la liquenometría para dataciones en el período del Holoceno, con respecto a otras técnicas, es la posibilidad de aplicarla en prácticamente todas las longitudes, latitudes y altitudes (LOCKE et al. 1979).

El trabajo de campo se llevó a cabo en una zona con estructuras de piedra localizada en las inmediaciones del Cerro Negro, departamento de Lavalleja, situado a unos ocho

kilómetros al sur de la ciudad de Minas y en cementerios de la región.

En el transcurso del estudio, se intentó verificar la presencia de líquenes de distinto tamaño promedio en estructuras de distintas edades y se hallaron líquenes de mayores dimensiones en las de mayor edad. Esto descansa sobre el supuesto de que a pesar de la variabilidad intrínseca de los diámetros, si se toma el eje mayor del líquen se estará considerando el potencial máximo de crecimiento y de esta manera se podrá obtener una aproximación a la edad mínima más ajustada. Ello es considerado válido desde hace décadas por Beschel (1961) en estudios de antiguas morrenas glaciares y, más recientemente por Bednarik (2001) en estudios sobre la antigüedad de estructuras arqueológicas, entre otros autores.

El aporte que pretende realizar este trabajo consiste, por un lado, en la puesta a punto de una técnica que, una vez evaluada, pueda resultar útil en arqueología, para datar estructuras en piedra expuestas a la colonización por parte de líquenes así como paneles de arte rupestre, en zonas no contaminadas; este punto debe tenerse en cuenta ya que los líquenes tienen una gran sensibilidad a la contaminación ambiental que los afecta al punto de llegar a serles letal (DE SANTIS 1999). Por otro lado, el estudio pretende realizar, específicamente, una contribución concreta al sitio donde se realiza la aplicación práctica. Esta consiste en la posibilidad de otorgarle un marco cronológico a un sitio que no ha sido previamente datado mediante otras técnicas y que presenta estructuras construidas en piedra sobre las cuales existe una controversia entre los investigadores sobre su origen y antigüedad, y la implicancia que esto tiene en su significado.

## **2. Marco Teórico**

En los estudios arqueológicos, la cronología no constituye un fin en sí mismo, pero su relevancia es indiscutible. La cronología es considerada como “la columna vertebral” de la disciplina (WHEELER 1948:50) y un requisito previo para comprender la sucesión de eventos del pasado (HESTER et al 1975).

El origen de la cronología en arqueología puede rastrearse a través del tiempo hasta sus inicios cuando en 1816 Christian J. Thomsen fue encargado por la Comisión Danesa para la Preservación y Colección de Antigüedades de catalogar y preparar una exposición de una colección de antigüedades de su país. Para realizarlo de la forma más eficaz, procedió de “manera cronológica”, dividiendo los materiales en edades de piedra, bronce y hierro, lo que fue luego conocido como el sistema de las tres edades (TRIGGER 1992:79).

El consenso entre los académicos con respecto a la trascendencia de la datación arqueológica es constante a lo largo del tiempo. Ya a mediados del siglo Wheeler (1948:33) declara que “las puras fechas siguen siendo de importancia primordial, esencial e inflexible”. Luego, en las últimas décadas Hester et al (1975), afirman que los investigadores en arqueología deben tener presente la necesidad de obtener dataciones de las manifestaciones culturales estudiadas y, por tanto, deben recuperar materiales y efectuar las observaciones necesarias en el campo para poder llevar a cabo estas determinaciones. Y recientemente, Renfrew y Bahn (2006) aseguran que el primer paso, y en algunos sentidos el más importante, de gran parte de las investigaciones arqueológicas, implica ordenar eventos en secuencias, y que poco del material

proveniente de las excavaciones es de utilidad a menos que pueda ser datado de alguna manera.

En consonancia con estas afirmaciones, en este trabajo se considera que la datación es parte esencial de la investigación arqueológica, ya que otorga la posibilidad de acceder a la dimensión temporal de las manifestaciones culturales estudiadas, lo cual permite relacionar, ordenar y realizar comparaciones entre diferentes sitios o estructuras.

Chang (1967) destaca los conceptos de tiempo y espacio en el marco de los estudios arqueológicos y los considera “inseparables”. Ambos conceptos resultan relevantes para el abordaje de las manifestaciones arqueológicas que el presente trabajo toma como objeto. “El espacio arqueológico es a la vez realidad empírica y reconstrucción de la realidad pasada”, y sin embargo, “el tiempo arqueológico (...) no es sino un procedimiento utilizado por los arqueólogos (...), y no posee conexiones inherentes con la realidad o con los pueblos prehistóricos” (CHANG 1967:31). Es este *tiempo arqueológico* que el presente estudio intentará desentrañar para unas manifestaciones culturales específicas localizadas en el departamento de Lavalleja, a sabiendas de que es un tiempo sin relación alguna con los pueblos que construyeron estas estructuras. Este *tiempo arqueológico* es una construcción de la que el arqueólogo se sirve para ubicar las manifestaciones culturales temporalmente y un aspecto más en la aproximación a su comprensión.

#### **¿Cómo qué tipo de datación puede clasificarse la Liquenometría?**

Existen distintas formas de clasificar las técnicas de datación y la liquenometría queda incluida en el subgrupo de las técnicas basadas en *incrementos anuales* según las categorías establecidas por Walker (2005) y según la clasificación tradicional como técnica de *datación relativa calibrada*, porque se fundamenta en la velocidad de crecimiento de los líquenes y ésta, a pesar de su regularidad, depende de ciertos factores ambientales y varía según la especie, por lo tanto, la curva de crecimiento varía para las distintas especies de líquenes y las diversas regiones. Sin embargo, este crecimiento es lo suficientemente estable a lo largo de un período de tiempo para hacerlo aplicable a la datación arqueológica. Esta técnica se basa en el hecho de que la estructura datada es anterior a la colonización y desarrollo del líquen. Entonces, permite atribuir edades mínimas al sustrato sobre el cual crecen los líquenes.

La mayoría de los métodos de datación son específicos para obtener las edades de algún tipo de materiales, estructuras o sitios en particular (HESTER et al 1975). En el caso de la liquenometría en arqueología, es aplicable para datar estructuras o construcciones en piedra, por ejemplo *cairnes* (HALL 2006) o los *moais* de Isla de Pascua (FOLLMANN 1961) así como paneles de arte rupestre (BEDNARIK 2001) que han estado expuestos al crecimiento de líquenes; pero, como fuera anteriormente mencionado, tiene la ventaja de ser aplicable en casi cualquier región del mundo (LOCKE et al. 1979). Otro de los puntos más destacables es que la liquenometría no es destructiva, las estructuras no se ven afectadas por aplicar esta técnica de datación.

#### **Antecedentes del uso de la liquenometría en geomorfología y arqueología**

En primera instancia, se abordan los antecedentes de la técnica liquenométrica en general, con sus diversas aplicaciones; luego, se destacan los usos en arqueología y se mencionan las variantes que existen de la técnica.

La liquenometría es ampliamente utilizada en estudios geomorfológicos como técnica de datación de eventos geológicos recientes: fallas, deslizamientos de tierra, movimiento de glaciares (BULL 1996; CHAUJAR 2006; GUPTA 2005; HANSEN 2004; HART y WATTS 1997; INNES 1986; REYNOLDS 2001; WORSLEY 1990) aunque también existen diversos antecedentes en arqueología, tanto para su aplicación en estructuras de piedra como en paneles de arte rupestre (BEDNARIK 2001; FOLLMANN 1961; HALL 2006; INNES 1986:253; NYLUND 2006). La técnica liquenométrica ha sido aplicada en diversas latitudes, desde los países nórdicos donde se originaron los primeros trabajos hasta la Isla de Pascua - latitud sur 27°- (FOLLMANN 1961).

Bednarik afirma que la primera sugerencia de que los líquenes podrían ser utilizados para datar superficies rocosas fue realizada por Renaud en 1939, sin embargo, este investigador no avanzó más en el tema (BEDNARIK 2001). Tres décadas más tarde, uno de los primeros investigadores en desarrollar esta técnica en Europa para aplicar en geomorfología fue Roland E. Beschel, quien publicó varios artículos sobre el tema a partir de mediados del siglo pasado. “*Lichenometrie im Gletschervorfeld*” fue publicado en 1957 y “*Dating rock surfaces by lichen growth and its application to glaciology and physiography (lichenometry)*” en 1961. Desde hace décadas, Beschel ha sido considerado *el padre de la liquenometría* (LOCKE et al. 1979).

Los trabajos de geomorfología que utilizan esta técnica pueden dar la impresión de que su aplicabilidad se limita a condiciones subpolares o alpinas. Sin embargo, Locke et al. (1979) y Bednarik (2001) afirman que este no es el caso, ya que ha sido aplicada exitosamente en distintas latitudes, en áreas climáticas diversas y utilizando diferentes especies de líquenes, costrosos en su mayoría pero también foliosos.

### **Variantes de la Liquenometría**

Se pueden citar dos variantes dentro de la técnica liquenométrica: un abordaje directo y otro indirecto. El primero consiste en la medición de los mismos líquenes a lo largo del tiempo. Estas medidas pueden tomarse en fotografías antiguas de las estructuras a datar y luego se comparan con fotografías actuales de escala equivalente; esta variante fue aplicada para la datación de los *moais* de la Isla de Pascua (FOLLMANN 1961). También se puede llevar a cabo esta variante mediante la realización de un estudio de la misma estructura a través del tiempo, donde el investigador vuelve a registrar los líquenes, durante varios años, para determinar su velocidad de crecimiento. De esta manera se puede trazar la curva que ilustra este crecimiento (BEDNARIK 2001).

La otra variante consiste en la construcción de la curva de crecimiento de una especie a partir de las mediciones realizadas en líquenes presentes en estructuras de edad conocida y la aplicación de ésta a los líquenes de la misma especie en las estructuras o paneles a datar (BEDNARIK 2001). Esta variante de liquenometría es la que se aplicará en el presente trabajo y la que la mayoría de los trabajos consultados utilizan. La principal ventaja que presenta esta forma de liquenometría es que puede ser desarrollada en un lapso relativamente breve de tiempo, además de fundarse en una curva de crecimiento basada en un más amplio rango de edades (siglos) que las disponibles en los registros fotográficos referidos en la variante anterior (décadas).

### **Los líquenes en la Liquenometría**

Los líquenes son por definición organismos simbióticos compuestos por un micobionte

y uno o más fotobiontes (NASH 2008), o dicho de otro modo, que resultan de la asociación íntima y duradera, o *simbiosis*, de un hongo superior con un vegetal clorofílico (OZENDA y CLAUZADE 1970). En el mundo existen aproximadamente 15.000 especies de líquenes (SMITH 1955) y presentan una enorme diversidad en su morfología. Por otra parte los líquenes colonizan la mayor parte de los ecosistemas del mundo (NASH 2008). Entre una gran variedad de usos que se dan a los líquenes, se utilizan en investigaciones científicas relacionadas con el medioambiente o para establecer la antigüedad del sustrato sobre el cual crecen (OZENDA y CLAUZADE 1970). Esta última aplicación es la que interesa resaltar a los objetivos del presente trabajo.

Entre las miles de especies de líquenes existentes se diferencian tres formas básicas de talos: costrosos, foliosos y fruticosos (SMITH 1955). Existen también otras formas menos comunes como gelatinosos, escamulosos y filamentosos (OZENDA y CLAUZADE 1970). Si bien se han utilizado tanto los costrosos como los foliosos para las dataciones liquenométricas (LOCKE et al. 1979) los primeros son los que mejor sirven a la liquenometría por la mayor regularidad y lentitud de su crecimiento. Asimismo, son los más abundantes: representan tres quintos del total y sin embargo, son los menos conocidos, lo cual suele presentar dificultades a la hora de su identificación. Se dividen a su vez según el sustrato sobre el cual crecen; los líquenes que crecen sobre las rocas son llamados *saxícolas*. Los líquenes costrosos saxícolas se desarrollan sobre el sustrato lítico tendiendo a crecer de forma circular concéntrica adheridos a la roca (OZENDA y CLAUZADE 1970).

### **Crecimiento de los líquenes**

Se pueden distinguir tres fases en el crecimiento de un líquen: colonización, crecimiento explosivo y crecimiento uniforme (HALL 2006). La colonización se define como el período desde que el sustrato se encuentra expuesto y la aparición de los primeros líquenes. Ésta ocurre durante un período de algunos meses o años y el crecimiento para algunas especies puede ser expresado en milímetros por década, por lo tanto las mediciones directas sobre líquenes y el trazado de la curva de crecimiento revelan las etapas de crecimiento explosivo y crecimiento uniforme. El crecimiento explosivo refiere simplemente a la tasa de crecimiento que aumenta a continuación de la colonización y puede durar algunos años y el crecimiento uniforme se define por la tasa de crecimiento constante que ocurre luego de que el crecimiento explosivo se estabiliza (HALL 2006). Pero durante la mayor parte de la vida de un líquen, la tasa de crecimiento radial no varía, el radio del talo aumenta linealmente y no existe evidencia de una fase post lineal en el crecimiento radial (ARMSTRONG 1976).

### **Características de los líquenes costrosos**

Los líquenes costrosos son muy variados, su principal característica es que el talo se desarrolla fuertemente adherido al sustrato y presenta un crecimiento radial (OZENDA y CLAUZADE 1970). En gran parte de la bibliografía en español se utiliza el término 'crustáceo. Los líquenes saxícolas pueden tomar tres formas dependiendo de su relación con el sustrato: pueden ser epilíticos, que crecen adheridos a la roca pero fuera de esta; endolíticos, que crecen dentro del sustrato rocoso o hemilíticos, que crecen parcialmente incorporados al sustrato (OZENDA y CLAUZADE 1970).

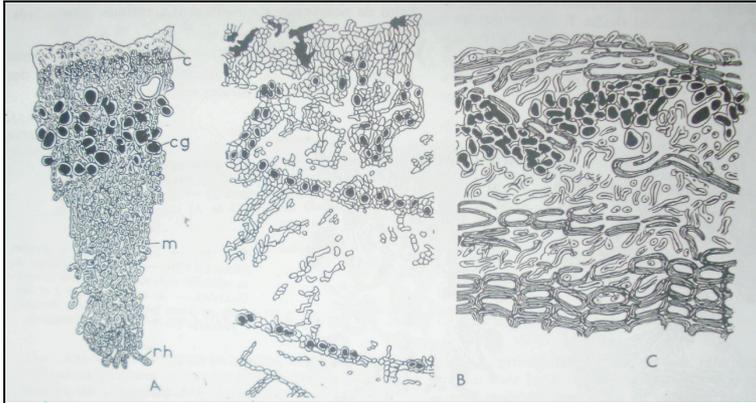


Figura 1. Anatomía de talos costrosos, corte vertical. (c corteza; cg capa gonial; m médula; rh ricinas (tomada de OZENDA y CLAUZADE 1970:21).

Generalmente, a simple vista se puede observar en un líquen costroso un talo, o cuerpo del líquen y ciertos órganos de reproducción, apotecios o peritecios, que pueden presentar el mismo color o uno distinto que el talo del líquen. Los apotecios son órganos abiertos en forma de copa, mientras que los peritecios son órganos cerrados que se abren por medio de un ostiolo (NASH 2008). Ciertos rasgos de estos órganos son utilizados para su identificación en laboratorio. Por otra parte, para identificar un líquen se debe observar el color del talo, si su superficie es uniforme o está agrietada, si está dividido en compartimentos poligonales o no, y cuál es el diámetro de estos compartimentos, o si presenta aspecto verrugoso o granuloso con compartimentos convexos, etc. Las características del borde que deben ser notadas son su color, más claro o más oscuro que el talo del líquen, si éste está bien definido o es difuso, si se presenta elevado o hundido con respecto al talo del líquen (OZENDA y CLAUZADE 1970). Por otra parte, es importante detallar datos del lugar sobre el cual crece el líquen: tipo de roca, superficie lisa o rugosa, orientación y distancia del suelo a la que se encuentra (OZENDA y CLAUZADE 1970).

### Los líquenes y el ambiente

La influencia del ambiente en el crecimiento de los líquenes es descripta por Worsley (1990:425) como un “complejo de variables interrelacionadas”, pero no existe un consenso entre los autores con respecto a cuales serían los factores clave. Algunos de los que afectan al crecimiento de los líquenes son la incidencia de luz solar y vientos predominantes (HALL 2006). En cambio, según Hall (2006) otros factores climáticos y del entorno que no afectan o cuyos efectos son mínimos son la humedad, la temperatura y las características del sustrato sobre el cual crecen. Sin embargo, Worsley (1990) afirma que la humedad y el sustrato son de importancia aunque las temperaturas extremas no lo son.

Worsley (1990) además, considera que no es correcto estimar que las tasas de crecimiento de los líquenes son lo suficientemente lentas como para eliminar los efectos de las variaciones temporales de los factores ambientales. Por el contrario, Beschel (1969:1057) basándose en sus estudios en las morrenas, concluye que las fluctuaciones climáticas dentro del período datado no se veían reflejadas en el crecimiento de los líquenes.

Tomando en cuenta la descripción aportada sobre la biología del líquen por los diversos autores, las características del crecimiento que fundamentan la técnica liquenométrica como técnica de datación son que éste es lento, concéntrico, uniforme y medible de forma relativamente sencilla.

### **Antecedentes de investigación de las estructuras cónicas de piedra**

El tipo de estructuras en piedra, objeto de este trabajo, están presentes en gran parte del territorio de nuestro país (PALERMO et al. 2004) y existen manifestaciones similares en muchas partes del mundo. Sin embargo, no existen datos fehacientes sobre la función para la cual fueron construidas. Por otra parte, se utilizan una diversidad de términos para denominarlos que refieren al conjunto de estructuras en piedra con pequeñas variaciones como *'bicheaderos'*, *'atalayas'*, *'cairnes'*, *'chenques'* o simplemente *'estructuras cónicas o semiesféricas'* o *'amontonamientos artificiales'* (ARAÚJO 1912; DARWIN 1839; FEMENÍAS 1983; FIGUEIRA 1892; LABORDE 1997; PALERMO et al. 2004) lo que en ocasiones dificulta el hallazgo de material bibliográfico específico.

### **Caracterización de las estructuras cónicas**

Laborde (1997) en un informe producido luego del trabajo de campo realizado en el área del Cerro Negro describe las estructuras cónicas como construcciones, de incuestionable origen antrópico, realizadas en piedra y sin ningún tipo de material aglutinante, que sobrepasan en ocasiones los tres metros de altura. En cuanto a su composición afirma que cada una está formada

...por un perímetro cerrado y anular de piedras trabadas hacia dentro(...), unas piedras más extendidas y recortadas al modo de grandes tapas cierran la forma rellena por guijos y restos de desbaste de las anteriores, así como piedras más pequeñas que los hacen macizos (LABORDE 1997:1).

Otra característica distintiva de algunas de las estructuras es un tercer tipo de piedras colocadas como salientes formando escalones que permiten ascender hasta la cima de la construcción (LABORDE 1997).

### **Primeras referencias sobre estructuras de piedra**

Posiblemente, la primera mención de estructuras de este tipo o similares, data de 1832, año en que Charles Darwin explorara la zona de Maldonado y Minas durante el viaje realizado en el Beagle (DARWIN 1839).

En el capítulo III Darwin refiere, durante su estadía de 10 semanas en Maldonado, a la excursión realizada desde allí hasta el río Polanco a una distancia de 70 millas en dirección norte. En el trayecto a caballo hacia la villa de Las Minas destaca la escasez de población y menciona haber visto una sola persona en todo el camino. No menciona aquí las estructuras sino a su regreso hacia el sur realizado por otro camino. Darwin y sus dos guías locales ascienden a la Sierra de las Ánimas y en la cima observan unos pequeños amontonamientos de piedras que parecían haber estado allí desde hacía muchos años (DARWIN 1839). Uno de sus acompañantes le aseguró que eran obra de antiguos habitantes indígenas y que en esa época ya no quedaban indígenas en la zona.

Darwin luego compara estos amontonamientos con los que se encuentran habitualmente en las montañas de Gales pero de menor tamaño, y finalmente reflexiona sobre lo que parece ser un comportamiento universal: el de señalar cualquier suceso, como con estos apilamientos de piedras, en el lugar más alto de las tierras cercanas (DARWIN 1839).

En segundo lugar, en el Vocabulario Rioplatense Razonado de Granada, publicado en 1890, se mencionan las estructuras cónicas que aparecen en este sitio bajo el nombre de "bicheadero". Y luego se afirma que

...en los cerritos y otros puntos eminentes de la banda oriental del Uruguay hállanse unos montones de piedras en forma de pirámide cónica, de dos a tres metros de altura. Algunos, a un par de pasos de distancia, están cercados por una pared de piedra suelta, de una vara de alto poco más o menos (GRANADA 1890:107).

En cuanto a la posible función de estas estructuras, Granada desestima que hubieran sido construidos como atalayas para avistar a los enemigos, aunque, en ocasiones, pudieran haber sido utilizados por los charrúas con esta finalidad. Afirma luego, que “lo probable es que con las pirámides señalasen el enterramiento de sus caciques, y que les pusiesen el cerco para significar el respeto con que debían ser miradas”. (GRANADA 1890:107)

Poco más tarde, Figueira (1892:146) menciona en “El Uruguay en la Exposición Histórico-Americana de Madrid” que los charrúas “enterraban a sus muertos en las inmediaciones de algún cerro, haciendo una excavación poco profunda, en donde ponían el cadáver, cubriéndolo perfectamente con piedras, si las había cerca...”, aunque al no haber más aclaraciones sobre esta práctica es difícil discernir si se trata de los “montones de piedra en forma de pirámide cónica” mencionados anteriormente por Granada (1890:107).

Araújo (1912:21) en su descripción del cerro de las Ánimas observa que en su cumbre se pueden ver “numerosos montones de piedra suelta, cada uno de los cuales es señal de sepulturas indígenas; pues, como es sabido, las tribus que poblaban esta parte del territorio, enterraban sus muertos en las alturas más prominentes”. Esto parece referirse a lo mismo, aunque la mención de piedra ‘suelta’ plantea la duda de que se trate de la técnica constructiva sin ningún tipo de argamasa o de una forma de apilamiento de las piedras más laxa que los conos presentes en el cerro Negro. Paradójicamente, en la descripción del cerro Negro de Minas, Araújo no menciona estas construcciones.

### **Investigaciones recientes sobre las construcciones de piedra**

Más recientemente, algunos investigadores han llevado a cabo relevamientos de campo de estructuras construidas en piedra pero hasta el momento hay una falta de trabajos que aborden el tema de forma comprensiva, que profundicen en la búsqueda de modelos predictivos para su localización, que apliquen técnicas de datación o que investiguen sobre sus posibles usos y significados, entre otros aspectos.

Femenías (1983) realiza una clasificación de estas estructuras para nuestro país definiendo dos tipos de construcciones: Tipo 1 en forma de cono o semiesfera y Tipo 2 en forma de anillo – constituido por un cerco circular. Citando a diferentes autores se mencionan hallazgos de estas estructuras para Sierra de las Ánimas, Cerro Tupambaé, Cerro Chico y Cerro Betete en el departamento de Maldonado. Y menciona otros relevados en la bibliografía para los departamentos de Rocha, Salto y Tacuarembó y aporta observaciones personales para los Cerros Itacabó, Boquerón y El Pentágono, en el departamento de Paysandú; Cerro Dos Hermanos en el departamento de Salto y Cerro Charrúa en el departamento de Tacuarembó.

En 1994 fueron detectados en el Cerro Negro de Lavalleja dos construcciones cónicas de grandes dimensiones y alrededor de cincuenta más pequeños, cifra que más tarde se duplicó (PALERMO et al. 2004). De acuerdo con la magra información obtenida de la bibliografía utilizada, la zona del Cerro Negro sería la mejor representante de esta manifestación cultural por la abundancia de estructuras en unos pocos kilómetros cuadrados.

En cuanto a las investigaciones en curso, Baeza viene realizando trabajos sobre los sitios arqueológicos de esta zona de Lavallega desde 1994 y ha relevado varias decenas de estructuras en esta y otras zonas del territorio en los departamentos de Paysandú, Salto, Rivera, Cerro Largo, Tacuarembó y Durazno. Según sus investigaciones, al menos parte de los conos de piedra están contruidos con una técnica llamada de *la piedra seca* conocida en España y otras partes de Europa y utilizada para la construcción de refugios en el campo para los pastores (LÓPEZ y LÓPEZ 2005). Por este motivo, estima que las construcciones en nuestro territorio estén más relacionadas con esta tradición europea que con la indígena local (comunicación personal 2008).

Investigando esta tradición europea de construcción a la piedra seca mencionada por Baeza, se halló un sitio donde se presentan construcciones de similares características. Este se encuentra en la Sierra Mágina de la provincia de Jaén, España y allí existen numerosas construcciones tradicionales realizadas con la técnica de *la piedra seca* que recuerdan a la técnica y forma de los conos. De acuerdo con López y López (2005:1) estas “construcciones tienen un antiquísimo origen, al menos del Neolítico, y se han seguido construyendo hasta nuestros días, como una arquitectura tradicional que constituye una de las expresiones culturales más significativas” de la zona. Se denominan chozos a pequeñas construcciones de falsa bóveda, “con muros y cobertura de piedra caliza sin labrar y sin ningún tipo de argamasa”(LÓPEZ y LÓPEZ 2005:1). La gran diferencia entre estas estructuras y las presentes en el cerro Negro es que las de nuestro país son macizas mientras que las de Sierra Mágina fueron realizadas como pequeños habitáculos. Pero su similitud es bastante evidente, tanto por la forma como por el hecho de que en ambos “los materiales utilizados se encuentran alrededor de la obra y por la sencillez de su construcción, sin argamasas de unión, están plenamente integrados en el paisaje” (LÓPEZ y LÓPEZ 2005:1). Este tipo de construcciones rurales también está presente en la provincia de Albacete, España. Se trata de pequeñas construcciones “definidas como de habitabilidad temporal” y denominadas cucos, cubillos, chozos o cubos según la zona (RAMÓN y RAMÍREZ 2001:27). Si bien se acepta que existen similitudes con respecto a la técnica de construcción y formas no se puede dejar de destacar que es evidente que la función que cumplen las estructuras de la zona estudiada ha de ser diferente ya que en ningún caso se presentan como habitáculos.

Continuando con las investigaciones realizadas en el cerro Negro, Laborde (1997:4) distingue “tres tipos claramente diferenciados de estructuras” y dentro de cada estructura diferencia cuatro tipos de tamaño de piedras:

las de cascajo para relleno, las perimetrales, más bien planas y de poco espesor (...) y las alargadas que ofician de traba, algunas quedando en ménsula en uno de los tipos constructivos. A estas tres formas se suma una cuarta, la tapa de estas estructuras que en general es redonda y tenía, en uno de los casos claras marcas de haber sido golpeada para producir esa forma de laja oval... (LABORDE 1997:1)

### **Caracterización geológica**

Las estructuras cónicas presentes en el sitio fueron contruidas con rocas de la zona, que pueden ser descritas como calizas y rocas calcosilicatadas, tectonizadas en mayor o menor medida (pliegues y fracturas) recortadas por ocasionales diques de cuarzo atribuibles al clásico “grupo Lavallega-Rocha” de Preciozzi et al. (1985) y estas están cubiertas de líquenes costrosos lo que hace posible la aplicación de la técnica liquenométrica para su datación.

#### 4. Objetivos generales y específicos

Los objetivos del trabajo consistieron en la obtención de un conjunto de dataciones para un sitio con estructuras en piedra, la creación de una base de datos con imágenes e información de líquenes relevados para la zona, y la construcción de una curva de crecimiento para una especie de líquenes que pudiera ser utilizada para datar diversas manifestaciones culturales del área.

A través de la fotointerpretación se ubicaron en el terreno los predios donde se localizan las manifestaciones culturales estudiadas. Se observaron las características de la zona a fin de planificar adecuadamente la actividad de campo y se localizaron estructuras de posible interés para ser incluidas en la prospección

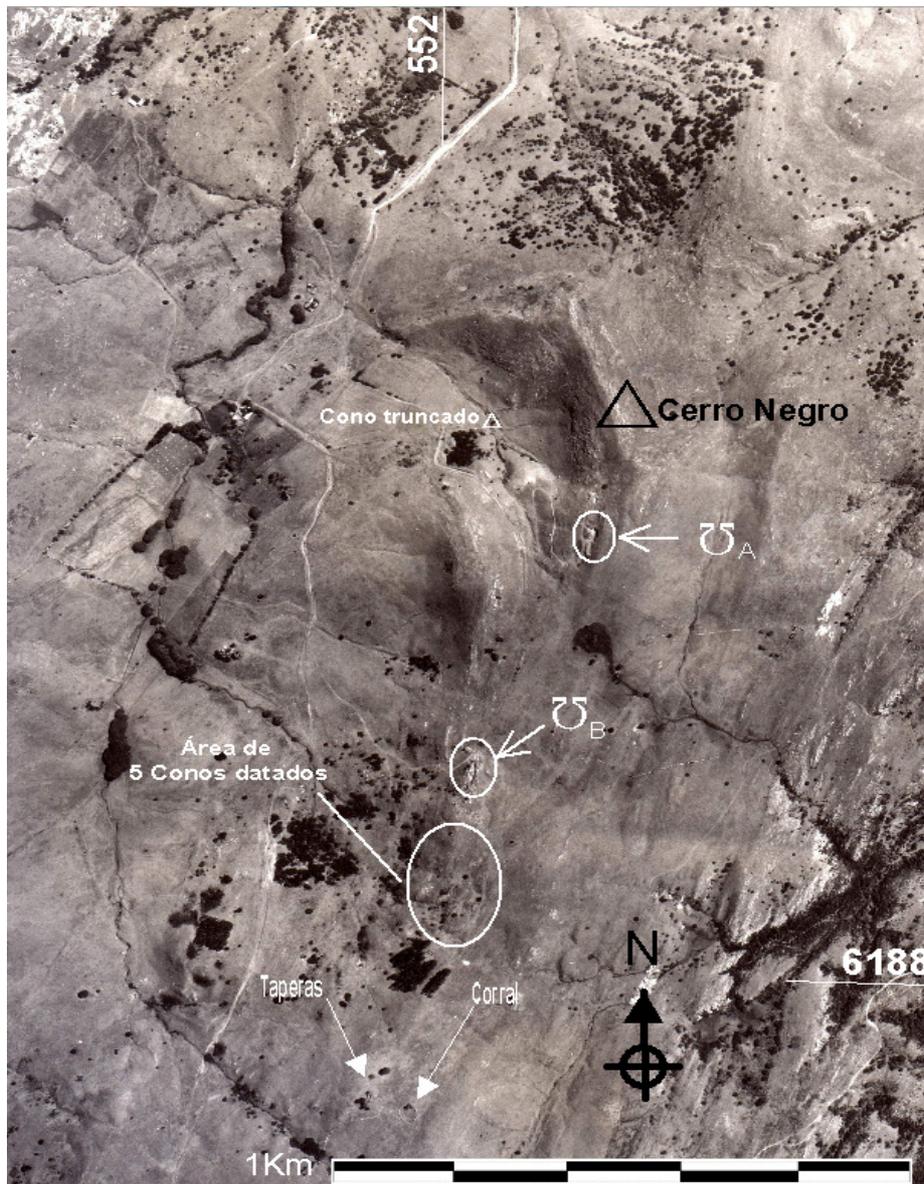


Figura 2. Reproducción parcial de foto aérea SGM de 1966 con ubicación geográfica de estructuras.

#### Actividades de campo

El trabajo de campo consistió en la realización de salidas de campo para observar, clasificar, medir y registrar líquenes en estructuras de edad conocida así como en las

estructuras a datar.

Se seleccionaron cinco estructuras cónicas para la aplicación de la técnica ubicados todos en el predio denominado Zona B y se registraron líquenes en canteras, lápidas y otras estructuras de edad conocida en la zona para la construcción de la curva de crecimiento.



Figuras 3, 4, 5, 6 y 7: Cinco estructuras cónicas seleccionadas para aplicar la técnica.

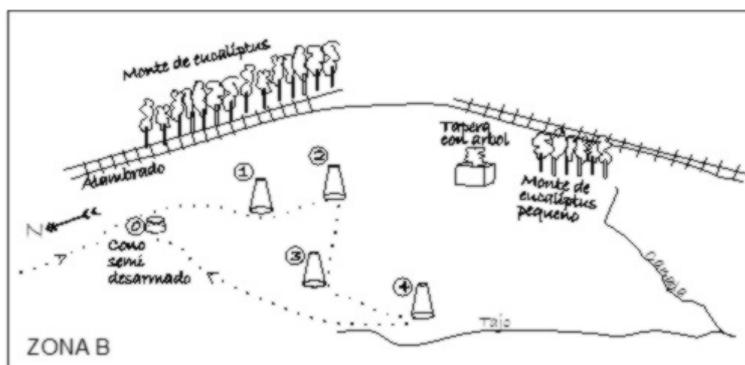


Figura 8. Esquema de ubicación de las cinco estructuras observadas.

## 5. Metodología

La metodología aplicada consta básicamente de tres etapas: en primer lugar, se identifica la especie de líquenes de mayor tamaño en las estructuras a datar. Luego, se deben hallar líquenes de esta especie en estructuras de edad conocida en la misma área y con estos datos se construye la curva de crecimiento y se establece así la tasa de crecimiento. Finalmente, se aplica esta tasa de crecimiento a los líquenes de las estructuras que se intenta datar.

En apariencia es un procedimiento relativamente sencillo pero se deben tener en cuenta otros aspectos. Locke et al. (1979) establecen dentro de las bases de la técnica de datación liquenométrica, se han de considerar cuatro cuestiones fundamentales: la elección e identificación de la especie; el parámetro a medir; la estrategia de muestreo y finalmente, la definición del área de muestreo.

### Identificación y selección de la especie

En cuanto a la especie seleccionada y su identificación, Locke et al. (1979) aclaran que ésta puede ser mejor lograda en condiciones de laboratorio y por un especialista. Por esta razón, para el trabajo se consultó al Dr. Osorio -experto en la materia en nuestro país-, sobre cuál era la mejor forma de seleccionar la especie de líquen. Además de indicar cuáles son las características observables más relevantes de los líquenes para su identificación, Osorio advirtió que la tarea no sería sencilla ya que cientos de especies en el territorio nacional siguen sin ser identificadas y muchos de estos presentan gran similitud en su aspecto (comunicación personal 2008).

Por lo tanto, en primer lugar, para la selección de la especie se observaron las estructuras para definir qué líquenes eran los más antiguos, según su tamaño, superposición y sustrato, luego se tomaron todos los datos en la ficha de registro y se fotografiaron. Para la identificación en el campo se creó una ficha descriptiva que incluye la variedad de atributos del líquen costroso mencionadas por Ozenda y Clauzade (1970). Si bien la taxonomía liquenométrica queda para futuras investigaciones, es sabido que no es óbice para que la herramienta sea exacta si se procede adecuadamente en la identificación (ficha descriptiva exhaustiva).

### Parámetro medido

Para la definición del parámetro medido, se siguió lo establecido por Karlén, (1977, en LOCKE et al. 1979) con respecto a que la velocidad de crecimiento de los líquenes puede ser disminuida en alguna dirección particular pero no hay razón para creer que ésta pueda ser acelerada. Por lo tanto, lo correcto es tomar como parámetro medido el diámetro máximo de los líquenes subcirculares o el eje mayor definido como la

distancia entre los dos puntos del perímetro del líquen más alejados entre sí. En consecuencia, si bien ha existido una controversia interesante con respecto a cómo medir los líquenes en estudios de liquenometría, las mediciones en este trabajo se realizan sobre el eje mayor del líquen. Esta decisión fue tomada durante la preparación del trabajo de campo y elaboración de fichas, y es respaldada como ya fue referido, entre otros, por el trabajo de Innes (1986:254) que fundamenta que cualquier divergencia en la circularidad del líquen se debe a una reducción en la tasa de crecimiento en algunas zonas más que en un aumento de esta tasa a lo largo del eje. Asimismo, Innes (1986) rechaza las mediciones del diámetro de la circunferencia mayor inscrita en el líquen porque, según sus estudios y experimentaciones, esta forma introduce un error mayor.

#### Selección de muestras en las que se aplicó la técnica

La estrategia de muestreo refiere a la selección de los conos cuyos líquenes son observados. En este caso, el muestreo no es probabilístico (sensu RENFREW y BAHN 2006) sino que los conos fueron elegidos tomando en cuenta varias de sus características. Todos los conos seleccionados están ubicados en una posición geomorfológica equivalente, todos muy próximos y, en consecuencia, bajo condiciones razonablemente semejantes en cuanto a humedad, vientos predominantes, exposición a la radiación solar. Las cinco estructuras se encuentran además en la misma ladera de orientación oeste. Por otra parte, se tuvo en cuenta no seleccionarlos dentro del predio de mayor afluencia turística por la posibilidad de que los conos allí presentes hubieran sufrido modificaciones, ya que existe un caso en este predio de un cono que fue parcialmente derribado.

Finalmente, siguiendo las consideraciones de Locke et al. (1979) se definen las unidades de muestreo como unidades estructurales. El universo muestral se lo entiende compuesto por unidades muestrales (los conos) en las cuales se realizan las observaciones independientemente y se resuelven resultados independientes (tamaño medio, etc., para cada unidad muestral-cono). De esta manera, la superficie de cada estructura se analiza en su totalidad. El registro y la identificación se centran en los líquenes costrosos en las estructuras. Y dentro de estas unidades de muestreo, el procedimiento de levantamiento de datos consiste en la medición de un conjunto de entre 10 y 20 líquenes y la selección y registro de al menos los cinco líquenes de mayor tamaño, midiéndolos con un calibre en el campo o con cintas de papel en caso de crecer en varias caras de la roca o de tener un eje mayor de más de 20cm de longitud, para seleccionar, luego, durante el trabajo de laboratorio el conjunto más apropiado. Para ello se fotografían y realizan bocetos, se identifican con un número y se completa en la ficha de registro los campos de ubicación dentro de la estructura (zona del cono, orientación del líquen, distancia del suelo). La Ficha de registro incluye los siguientes datos: número, nombre del sitio, número de foto, número de la estructura, sector del cono, orientación, diámetro del eje mayor, distancia del suelo, porcentaje de contacto en los bordes y otras observaciones. De esta manera, con los datos recopilados se crea una base de datos diversos datos y con imágenes asociadas de todos los líquenes costrosos observados.

#### Construcción de la curva de crecimiento de referencia

Una vez seleccionada la especie y definido el parámetro a medir y las muestras se procuraron los datos necesarios para la construcción de una curva de crecimiento de referencia para la especie de líquenes seleccionada. Para ello se localizaron, observaron,

midieron y registraron los líquenes de la misma especie en estructuras de edad conocida. Con la finalidad de localizar este tipo de estructuras se realizó, con anterioridad a la salida de campo, la fotointerpretación del área en busca de corrales de piedra, canteras, muros y otras construcciones o estructuras que una vez identificadas pudieran ser estudiadas y cuya edad pudiera ser conocida por medio de registros, inscripciones, otro tipo de documentación o conocida por medio de entrevistas a los lugareños.

Otro de los sitios previstos para la observación de líquenes son los cementerios de la zona que por su potencial (lápidas de piedra con fechas) resultan ineludibles (Osorio comunicación personal 2007). Se registraron los líquenes de igual modo que los de las estructuras del sitio y se agregó el dato de edad en años en la ficha de registro. Para la construcción de la curva de crecimiento se procesaron las imágenes y la información obtenida en el campo. En esta etapa de laboratorio se realizó el procesamiento de los datos registrados en las fichas. La curva se traza graficando edad de la estructura vs. diámetro mayor. De esta forma se obtiene la velocidad de crecimiento de los líquenes.

Finalmente, para la obtención del rango de edades (antigüedad mínima) de los conos de piedra se utilizan los registros de la base de datos obtenida y la curva de crecimiento trazada a partir de las demás mediciones realizadas. Se introducen en la gráfica los diámetros obtenidos para asignarles su edad correspondiente

## 6. Resultados obtenidos y discusión

### Base de datos

El primero de los resultados consiste en una base de datos (Ver *Anexo I*) elaborada a partir de mediciones y observaciones en el campo para cada líquen relevado. Parte de los datos fueron utilizados para el trazado de la curva de crecimiento y la datación de los conos. Cada líquen, cuyas características han sido ingresadas en la base de datos, está asociado a un número que corresponde a la fotografía del líquen tomada en el campo. Este archivo de imágenes (Ver *Anexo II*) sirve a la hora del análisis de laboratorio, entre otras cosas, para corroborar mediciones.

Por otra parte, estos datos pretenden ser de utilidad para futuras investigaciones que puedan abordar el problema de las variaciones de crecimiento debido a la orientación y ubicación del líquen y el problema de la limitante por contacto de los bordes, así como de material comparativo en un estudio que aborde diversas áreas del país. Se considera que este análisis puede aportar información relevante pero excede a los objetivos del presente trabajo.

Sitio	Foto No.	Estructura	Sector Cono	Orientación	Diámetro Eje mayor	Distancia del suelo	%contacto bordes	Edad	Observaciones
Nombre del sitio	No. correlativo	Cono X U otros	Punto cardinal	Del líquen en la estr.	Medida en mm	En cm.	Aprox.	En años, estr. de edad conocida	Anotaciones de campo.
Cerro Negro	011	Cara sup cono trunc	-	Hacia arriba	20,2	170	10%	10	
“	031	Frente cantera A	Cara E	E	73,0	Más de 2m	0%	100	En el frente de la cantera
“	067	Panteón 2 cementerio	S	Pared S	72,2	80	0%	94	Lápida de granito rosado
“	072	Frente cantera B	W	Pared W	39	“	5%	45	
“	475	Tapera 1C	S	S	225	170	20%	216	Inscrip tallada en la roca

Tabla 1. Ejemplo de datos relevados de líquenes en estructuras observadas



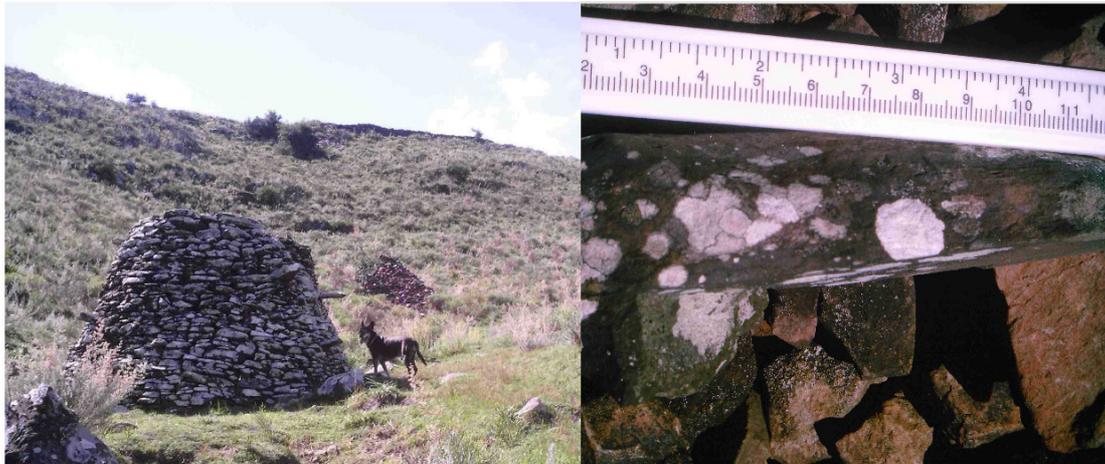
Figura 9. Imágenes asociadas a los ejemplos de la Tabla 1

Curva de crecimiento de referencia

El segundo resultado consiste en la gráfica de la curva de crecimiento del líquen seleccionado para la zona de trabajo. Esta es utilizada para datar los conos y servirá también para datar otras estructuras del área que presenten la misma especie de líquen.

Los datos utilizados para el trazado de la curva de crecimiento fueron obtenidos de líquenes presentes en estructuras de piedra de edad conocida y la antigüedad de exposición al crecimiento de estas estructuras. Las fuentes de donde provino la información respecto a la antigüedad de las estructuras fueron diversas.

En primer lugar, el profesor Jorge Baeza informó que el cono truncado 1A había sido parcialmente destruido en el año 1998 (comunicación personal 2008). Este fue el momento en que la cara superior del cono quedó expuesta a la colonización de nuevos líquenes, por lo cual la edad de los líquenes de esta superficie queda asignada en 10 años.



Figuras 10 y 11. Cono truncado (1A) y líquenes de la parte superior.

La cantera B, ubicada en el predio B, dejó de utilizarse hace 45 años, según informaron el Sr. García Blanco y la Sra. De la Llana, propietarios del predio B y vecinos de la zona desde hace alrededor de 50 años. No es posible saber con exactitud qué parte de la cantera se dejó de utilizar primero pero debido a sus pequeñas dimensiones la cantera se toma como una unidad y se asume que dejó de utilizarse toda simultáneamente con lo cual los líquenes de mayor tamaño tendrían en el entorno de 45 años de antigüedad.



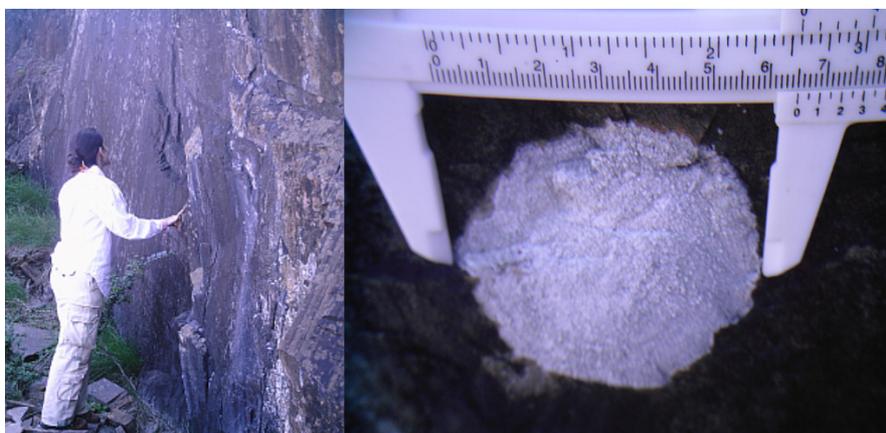
Figura 12. Líquen del frente de cantera B.

El panteón del Cementerio Este de la ciudad Minas, construido en granito rosado e identificado con el número dos corresponde al 30 de mayo de 1914, de acuerdo con la información de los registros de Necrópolis de la Intendencia Municipal de Lavalleja, provista por la encargada Sra. Irma Berisiartúa. A pesar de que esta estructura presentaba solamente un líquen de la especie seleccionada, fue utilizado para la curva de crecimiento debido a la existencia de un registro municipal que asegura su precisión. La influencia de la contaminación ambiental se considera despreciable, debido a que se trata de una ciudad relativamente pequeña (aprox. 37.000 habitantes según censo IMJ 2004) y a que el cementerio se encuentra en las afueras de la ciudad. Por otra parte, varios trabajos consultados (HALL 2006; REYNOLDS 2001; GOLM et al. 1993; LOCKE et al. 1979) atestiguan la utilidad de los líquenes de lápidas de cementerios de distintas partes del mundo, incluyendo cementerios de ciudades como Tulsa, Oklahoma, cuya población es aproximadamente diez veces mayor que la de Minas.



Figura 13. Líquen del panteón número 2. Cementerio Este de Minas.

La edad de abandono de la cantera A es de 100 años. Esta información fue obtenida indirectamente, a través del Dr. Guerrero, propietario del predio A, según fuera informado por un poblador local cuyo abuelo había trabajado en la cantera. Tampoco se obtuvo información específica con respecto al orden en que los frentes de la cantera dejaron de utilizarse y se tomó la cantera como una unidad.



Figuras 14 y 15. Frente de cantera A y líquen de este frente.

Finalmente, la edad de la tapera fue obtenida de una inscripción que se halla grabada en una de las piedras de la pared exterior de la tapera junto a una pequeña ventana. Debido a que existió cierta controversia con respecto a la tercera cifra de la inscripción se consultó con el profesor Baeza y el equipo que ha trabajado con él y se utilizaron distintas fotografías con luz rasante para obtener imágenes del área. Se concluyó que el año de la inscripción es 1774, lo que da una antigüedad a la tapera de 234 años, asumiendo que la fecha indica un momento próximo a su construcción. Evidentemente, esto es una presunción que se deberá verificar con una investigación más en profundidad sobre el poblamiento colonial de la zona.



Figuras 16 y 17. Tapera e inscripción junto a la ventana.

A partir de las medidas de líquenes de los líquenes de mayor tamaño obtenidas en las cinco estructuras de edad conocida se construyó la siguiente tabla:

Estructura	Año	Edad	Medidas 5 líquenes (mm)					Promedio
			A	B	C	D	E	
Cara superior del cono truncado 1A	1998	10	20,2	20,1	14,1	14,1	13,8	<b>16,5</b>
Frente de cantera B. Edad de abandono.	-	45	49,5	43,5	39	39	29,0	<b>40,0</b>
Panteón del Cementerio del Este de Minas	1914	94	72,2	-	-	-	-	<b>72,2</b>
Frente de cantera A. Edad de abandono.	-	100	87,0	86,0	82,0	86,5	73,0	<b>82,9</b>
Tapera de piedra 1C con inscripción del año	1774	234	310,0	185,0	233,0	241,0	225,0	<b>238,8</b>

Tabla 2. Promedios de los cinco líquenes mayores para cada estructura de edad conocida.

En primer lugar, se trazó con los datos obtenidos (promedio de los diámetros mayores de los cinco líquenes de mayor tamaño vs. antigüedad de las estructuras) una curva de crecimiento marcando una línea de tendencia recta (Figura 21) debido a que suele ser lo indicado en la mayoría de los trabajos consultados (ARMSTRONG 1976; CHAUJAR 2006; OZENDA y CLAUZADE 1970; REYNOLDS 2001; entre otros) Según esta curva, la velocidad de crecimiento de los líquenes sería de 0,98mm/año luego de un período de 7,073 años que correspondería al período de colonización.

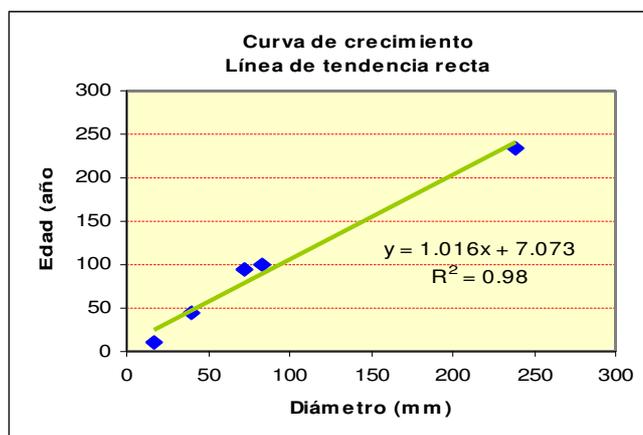


Figura 18. Curva de crecimiento Línea de tendencia recta.

Luego, se consideró la posibilidad de utilizar una curva de crecimiento cuya línea de tendencia es polinómica (Figura 22). Esta es la que, en este caso particular, explica o se ajusta mejor a los datos obtenidos en el campo ( $R^2 = 0,99$ ). Por este motivo, esta curva se utilizará también para obtener las edades de los conos y contrastarlas con las obtenidas por medio de la recta.

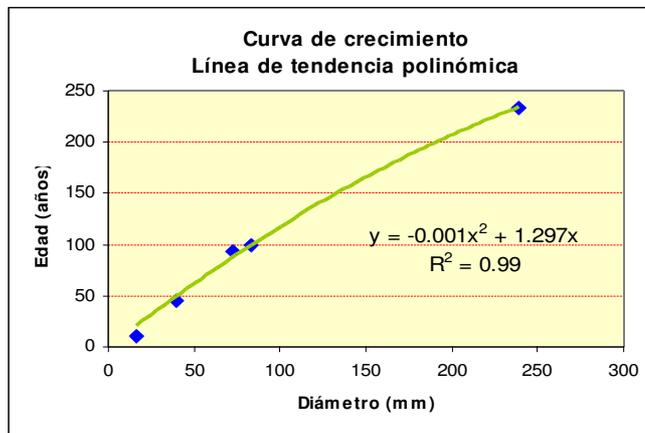


Figura19. Curva de crecimiento Línea de tendencia polinómica.

Dataciones de las estructuras cónicas

El tercero y último de los resultados consiste en un conjunto de fechados mínimos que corresponden a los conos. Para la datación de las estructuras cónicas se utiliza el promedio de los cinco líquenes de mayor tamaño en cada uno de las estructuras según recomendación de Locke et al. (1979) en el clásico “A Manual for Lichenometry” y se considera por separado el líquen de mayor tamaño para cada cono a modo de control.

Se utilizan ambas curvas (recta y polinómica) para calcular las dataciones y se comparan los resultados.

La primera función utilizada es la recta:  $y = 1,016x + 7,073$  con  $R^2 = 0.98$

Donde  $y$  = edad en años  $y$

$x$  = diámetro del líquen

Y en la fila contigua se anota el año al cual corresponde.

Cono	Diámetro promedio (mm)	Edad en años	Año	Diámetro máximo (mm)	Edad en años (control)	Año
Cono 0B:	216.2	226.7	<b>1781</b>	265	276.3	<b>1731</b>
Cono 1B:	202	212.3	<b>1795</b>	250	261.0	<b>1746</b>
Cono 2B:	178.2	188.1	<b>1819</b>	207	217.3	<b>1790</b>
Cono 3B:	164.4	174.1	<b>1833</b>	225	235.6	<b>1772</b>
Cono 4B:	207	217.3	<b>1790</b>	286	297.6	<b>1710</b>

Tabla 3. Fechados obtenidos con la curva de crecimiento recta.

La segunda función utilizada es el polinomio:  $y = -0,001x^2 + 1,297x$  con  $R^2 = 0.99$

Donde  $y$  = edad en años  $y$

$x$  = diámetro del líquen

Y en la fila contigua se anota el año al cual corresponde. Se realiza nuevamente el mismo procedimiento y se obtiene también la edad para el líquen de mayor tamaño de cada cono.

Cono	Diámetro promedio (mm)	Edad en años	Año	Diámetro máximo (mm)	Edad en años (control)	Año
Cono 0B:	216.2	234	<b>1774</b>	265	273	<b>1734</b>
Cono 1B:	202	221	<b>1786</b>	250	262	<b>1746</b>
Cono 2B:	178.2	199	<b>1808</b>	207	225	<b>1782</b>
Cono 3B:	164.4	186	<b>1821</b>	225	241	<b>1766</b>
Cono 4B:	207	225	<b>1782</b>	286	289	<b>1718</b>

Tabla 4. Fechados obtenidos con la curva de crecimiento polinómico.

Al observar los resultados en la Tabla 3 para el promedio de los cinco líquenes mayores se puede constatar que el período que abarcan es de 52 años entre 1781 el de más antigüedad hasta 1833 el más reciente. La proximidad entre las cinco fechas (1781, 1790, 1795, 1819, 1833) indica que los conos pueden haber sido construidos en episodios muy próximos. La dispersión aumenta considerablemente en los fechados obtenidos para los líquenes de mayor tamaño en cada estructura (80 años) e indicarían fechados para las estructuras algo más antiguos de entre 1710 y 1790.

Al observar los resultados de la Tabla 4 constatamos que estos presentan menor dispersión aún: todos los conos observados habrían sido construidos en un período de 47 años entre 1774 y 1821. Lo mismo sucede si observamos los fechados obtenidos con el liquen de mayor tamaño para cada estructura. Estos indican que los conos habrían sido construidos en el período de 64 años entre 1718 y 1782.

En definitiva, si se considera válida la curva que mejor se ajusta a los datos, la edad de los líquenes observados en los conos es al menos de 210,5 +/- 23,5 años, con lo cual la antigüedad mínima de construcción de las estructuras data de 1774 a 1821.

A partir de aquí resulta interesante correlacionar los datos con los de los primeros colonos de la zona que menciona Barrios Pintos (1983). En primer lugar, Barrios Pintos (1983) menciona que luego del Tratado de Madrid o Permuta, por el cual Portugal cedía a España Colonia del Sacramento y cuyo límite establecido pasaba por el actual territorio del departamento de Lavalleja, grupos de “demarcadores” españoles y portugueses recorrieron el área desde 1753 “colocando piedras con letras iniciales grabadas a cincel, que indicaban que a uno y otro lado las tierras pertenecían a su majestad la católica o a su majestad fidelísima” (1983:14) En el año 1760 las “operaciones de deslinde de las posesiones de los reyes de España y Portugal” (1983:13) fueron suspendidas, pero en el diario de los demarcadores quedaron registrados datos que cabe mencionar. Barrios Pintos señala que este diario incluye datos y observaciones recogidas por los demarcadores y menciona las referencias al actual departamento de Lavalleja. En particular, llama la atención un fragmento del diario:

En el medio de estos cerros, en la parte más alta y visible, se colocó una pirámide de piedra suelta, sin letras, por ser esta elevación de pedernal (...) En la bajada de la sierra, en una piedra que se hallaba en una llanada del camino se esculpieron las letras y cerca del campamento, en otra figura piramidal, se pusieron igualmente las letras (...) (BARRIOS PINTOS 1983:15).

Resulta llamativo que los demarcadores estuvieran construyendo en la zona “pirámides de piedra suelta” aunque no se las puede relacionar directamente con las estructuras

estudiadas.

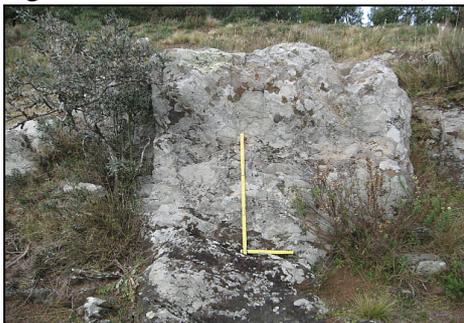
En cuanto a pobladores indígenas de la zona, Barrios Pintos (1983:52) afirma que “la documentación conocida atestigua la presencia de guaraníes y minuanes en algún momento de los siglos XVIII y XIX”. Por un documento de 1751, “se sabe que en la época los minuanes se hallaban ‘en las serranías’, tierra adentro de la frontera de Montevideo”. En otro documento del mismo año se menciona que “el paraje estaba expuesto a las emboscadas y sorpresas de los indígenas” y por este motivo, se recomienda el envío “de familias españolas, provenientes de Galicia, Cataluña o Islas Canarias con lo que el monarca lograría un nuevo, rico y abundante reino y quedarían resguardados los puertos de Montevideo y Maldonado” (BARRIOS PINTOS 1983:74).

Según menciona el mismo autor, el proyecto de fundación de un pueblo fue propulsado en 1754 por el gobernador Javier de Viana. Sin embargo, cuando se decide fundar la villa “no era una comarca despoblada la región minuana” ya que “numerosas estancias se extendían por el actual territorio departamental” pero el poblado tardó varios años en aparecer (BARRIOS PINTOS 1983:123).

Para la construcción de la nueva población, en 1783 partieron 149 guaraníes y en 1785, una vez finalizada “la construcción de las cuarenta casas primitivas de piedra para los pobladores peninsulares, se hallaban unos 300 indios de las Misiones fuera de la Villa” (BARRIOS PINTOS 1983:55).

La fundación de Minas resulta contemporánea a la construcción de los conos según la técnica aplicada. Este hecho no es condición suficiente para afirmar que los primeros colonos de la zona hayan participado en la construcción de las estructuras, pero la presencia de otras estructuras en la zona de origen no indígena para el mismo período (taperas) indicarían la simultaneidad de estas manifestaciones culturales. Asimismo se observa que hasta la época de la fundación, también habrían existido grupos indígenas - guaraníes y minuanes - (BARRIOS PINTOS 1983) en la región y otros llegaron con la nueva villa. Es decir, que en el entorno de las fechas obtenidas para la construcción de los conos se puede citar la presencia tanto de indígenas como de europeos recién llegados.

En otro orden y con respecto a los límites de la técnica para la especie de líquen utilizado, se debe aclarar que en afloramientos naturales la cobertura de líquenes llega a ser casi total (ver figura 23) y en donde han podido, los líquenes se desarrollan hasta llegar a tener dimensiones mucho mayores que las observadas en las estructuras. Con esto se demuestra que, aunque se afirma que la edad obtenida por liquenometría es sin lugar a dudas una edad mínima (HALL 2006), para el caso de las estructuras cónicas no



se ha llegado al límite de la técnica para la especie de líquen seleccionada. Aún resta dilucidar en el futuro la edad máxima que llegan a vivir estos líquenes y, por ende, el límite de aplicabilidad de la técnica usando esta especie. Se reconoce la importancia de este punto pero se aparta de los objetivos del presente trabajo y por tanto queda planteada la cuestión.

Figura 20. Afloramientos naturales cubiertos de líquenes.

El análisis minucioso de la ubicación de los líquenes dentro de las estructuras resta para futuras investigaciones. Sin embargo, se destaca que de los veinticinco líquenes de mayor tamaño medidos en los cinco conos la orientación preferencial tiene una componente sur indicativa de la importancia de la orientación en el crecimiento del líquen. Esto reafirma la aseveración de Hall (2006) de que la incidencia de luz solar y vientos predominantes están entre los factores predominantes que afectan el crecimiento.

Un error en el tamaño puede estar introducido porque muchas veces el líquen cubre casi totalmente la cara visible de la roca y no tiene punto de contacto en la parte donde hay luz con otra superficie para seguir creciendo. Además del porcentaje de contacto con otros líquenes se debería incluir la próxima vez en este porcentaje las zonas de oscuridad hacia donde el líquen tampoco puede desarrollarse. El porcentaje detallado en las tablas no es representativo de las posibilidades del líquen de continuar creciendo. La

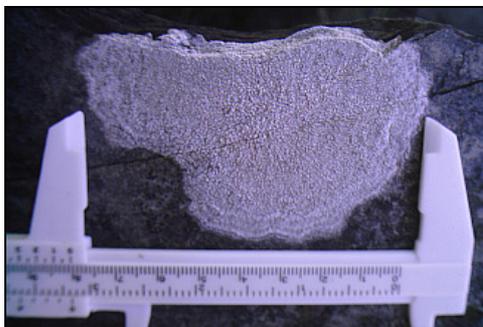


figura 24 ilustra como el crecimiento en determinadas zonas del líquen puede ser enlentecido si encuentra un obstáculo ya sea el borde de una roca u otro líquen. Esto fue observado en reiteradas ocasiones durante el trabajo de campo y concuerda con lo establecido por Karlén, (1977, en LOCKE et al. 1979) con respecto a que la disminución de la velocidad de crecimiento de los líquenes.

Figura 21. Líquen cuyo crecimiento se ve enlentecido por el contacto con otro líquen y por un borde de la superficie sobre la cual crece.

Otra cuestión observada es la diferencia en el tamaño de la unidad de muestreo (entre conos y conos- taperas) que pueda ser significativa, ya que cada estructura fue analizada en su totalidad y por lo tanto, las estructuras de mayor tamaño tienen más posibilidades de presentar mayor cantidad de líquenes grandes.

## 7. Conclusiones

La aplicación de la técnica resultó satisfactoria para los objetivos planteados. Se pudo constatar que el crecimiento del talo de los líquenes es regular y permite trazar una curva de crecimiento para obtener la datación de estructuras de edad desconocida.

En cuanto a las estructuras datadas, se podría afirmar que fueron construidas aproximadamente durante el período de poblamiento colonial del territorio. No obstante, estas dataciones no permiten definir con certeza quienes habrían sido sus constructores. De todos modos, el hallazgo acota la producción de las estructuras cónicas a un período de en el entorno de 50 años y se puede definir con bastante precisión quienes habrían sido los pobladores de la zona en este período.

Sin embargo, no se debe olvidar que la liquenometría es una técnica de datación relativa calibrada, que los fechados obtenidos son dataciones mínimas y no es posible saber con exactitud cuánto duró la fase de colonización de las estructuras por parte de los líquenes. Esto plantea la posibilidad de que la construcción de los conos haya sido algo anterior aunque según la bibliografía el período de colonización de los líquenes siempre se halla en el entorno de las decenas de años. Locke et al (1979) afirman que este puede variar, según la especie y el lugar, de ca.10 años a ca. 50 años.

Con respecto a la técnica, si bien se considera que los resultados obtenidos son positivos, existen puntos a mejorar en futuras aplicaciones en cuanto a la identificación de los líquenes en el campo así como con respecto a los datos recabados referente a las posibilidades de crecimiento. Se deben agregar observaciones sobre borde de roca y oscuridad además de contacto con otros líquenes en la ficha de relevamiento.

En cuanto a las utilidades de la técnica se plantea la necesidad de realizar el procedimiento para distintas áreas del territorio de nuestro país de manera de poder comparar los resultados obtenidos. La técnica, de continuar afinándose para otras zonas del país, puede llegar a ser de gran utilidad. Es necesario extenderla a otros líquenes y realizar curvas de crecimiento para otras regiones, en particular buscando cementerios antiguos que puedan proveer de un cúmulo de medidas de líquenes que han crecido sobre sustratos de edad conocida. Por otra parte, sería interesante identificar o localizar otras estructuras arqueológicas que presenten líquenes y desarrollar curvas de crecimiento para la especie que sea más conveniente para obtener fechados mínimos de estas estructuras.

Se debe destacar también que se debe profundizar en el estudio de los líquenes para evitar incurrir en errores por desconocimiento en particular en la identificación de especies. Futuras investigaciones podrán demostrar si el error introducido por el modo de identificación de los líquenes utilizado en el presente resulta significativo a los fines de la técnica. Igualmente, se trabajó teniendo en cuenta la afirmación de Beschel (1961: 1047) de que los líquenes utilizados “deben pertenecer a la misma especie o al menos especies muy cercanas que presenten una curva de crecimiento casi idéntica.”

Finalmente, cabe mencionar que en cuanto a la funcionalidad de las estructuras sigue planteada la discusión y la controversia de que tengan un origen indígena, ritual o funerario (ARAÚJO 1912; DARWIN 1836; GRANADA 1890) o cumplan una función en el uso y delimitación de espacios en el territorio de los pobladores más recientes y estén más relacionados con el contingente europeo que poblara la zona. (Baeza comunicación personal 2008; BARRIOS PINTOS 1983).

Anexos

Anexo I

Tabla 1. Base de datos de líquenes en las estructuras observadas. (Fotos: Anexo II)

Sitio	Foto No.	Estructura	Sector Cono	Orientación	Diámetro Eje mayor	Distancia del suelo	%contacto bordes	Edad	Observaciones
Nombre del sitio	No. correlativo	Cono X U otros	Punto cardinal	Del líquen en la estr.	Medida en mm	En cm.	Aprox.	En años, para las estr. de edad conocida	Anotaciones de campo.
Cerro Negro	011	Cara sup cono truncado	-	Hacia arriba	20,2	170	10%	10	
"	012	"	-	"	20,1	"	20%	"	
"	014	"	-	"	14,1	"	5%	"	
"	015	"	-	"	14,1	"	30%	"	
"	009	"	-	"	13,8	"	40%	"	
"	064	Frente cantera B	NW	Pared NW	29	150	100%	45	
"	071	"	W	Pared W	49,5	"	0%	"	
"	072	"	W	Pared W	39	"	5%	"	
"	073	"	W	Pared W	39	140	5%	"	
"	074	"	W	Pared W	43,5	125	5%	"	
"		"						"	
"	067	Panteón 2 cementerio	S	Pared S	72,2	80	0%	94	Lápida de granito rosado
"	023	Frente cantera A	S	S	49	200	0%	100	
"	024	"	S	S	71,0	115	0%	"	En el frente de la cantera
"	031	"	Cara E	E	73	Más de 2m de altura, difícil de medir por pared en talud.	0%	"	
"	032	"	"	"	58		0%	"	
"	033	"	"	"	70,5		0%	"	
"	034	"	"	"	65		0%	"	
"	035	"	"	"	73		0%	"	
"	036	"	"	"	86,5		0%	"	
"	037	"	"	"	82		0%	"	
"	038	"	"	"	86		0%	"	
"	039	"	"	"	87		0%	"	
"	042	Poste 1B	SW	SW	231,0		60-80	60%	-
"	017-020	Construcción en cantera A	-	N	30	30	0%	-	Vista general
"	021	"	-	S	42	7	0%	-	Otra especie
"	474	Tapera 1C	E	E	233	80	0%	216	Inscripción tallada en la roca junto a ventana pequeña. Tapera con dos fases constructivas?
"	475	"	S	S	225	170	20%	"	
"	476	"	S	S	171	100	50%	"	
"	478	"	E	E	139	90	30%	"	
"	479	"	W	W/ arriba	241	180	0%	"	
"	504	"	N	N	168	95	5%	"	
"	505	"	E	E	185	40	90%	"	
"	513	"	S	S	310	100	25%	"	
"	517	Corral circular C	SW	SW	323	50	30%	-	Recubre la cara de la roca casi por completo.
"	520	"	S	S	242	20	20%	-	

“	521	“	SE	Hacia arriba	300	100	30%	-	
“	522	“	E	E	210	30	30%	-	En loza recostada junto al muro con orificio circular detrás.
“	524	“	N	S	350	60	15%	-	
“	111/ 112	Cono 0B	N	N hacia arriba	20,5	90	0%	-	
“	113	Cono 0B	N	N	18,5	85	5%	-	
“	113	Cono 0B	SE	SE	20,4	40	70%	-	
“	115/ 116	Cono 0B	S	S	26,5	65	15%	-	
“	117/ 118	Cono 0B	S	S hacia arriba	22,2	90	30%	-	
“	084	Cono 1B	S	hacia arriba	22,6	90	30%	-	
“	085	Cono 1B	NW	NW	20,6	80	60%	-	
“	086	Cono 1B	SW	SW	17,5	20	60%	-	
“	087	Cono 1B	NE	hacia arriba	15,3	75	30%	-	
“	088	Cono 1B	E	E	25,0	65	50%	-	
“	089	Cono 2B	S	S	16,3	50	30%	-	
“	090	Cono 2B	S	S/arriba	19,3	38	70%	-	
“	091	Cono 2B	SE	SE	16,2	90	0%	-	
“	092	Cono 2B	SE	SE	16,6	85	50%	-	
“	093	Cono 2B	ESE	ESE	20,7	35	10%	-	
“	097	Cono 3B	S	S	22,5	54	10%	-	
“	098	Cono 3B	SW	SW/arriba	15,9	100	50%	-	
“	099	Cono 3B	SW	SW	14,5	65	0%	-	
“	100	Cono 3B	SE	SE	14,2	95	0%	-	
“	101	Cono 3B	N	N	15,1	95	0%	-	Comienza a crecer en una piedra y sigue en otra.
“	103/ 104	Cono 4B	SE	SE	28,6	135	0%	-	
“	105	Cono 4B	S	S	22,5	120	0%	-	
“	106	Cono 4B	S	S	17,2	75	0%	-	
“	107	Cono 4B	S	S	16,3	90	40%	-	
“	108	Cono 4B	SW	hacia arriba	18,9	165	30%	-	

*AnexoII*

Imágenes asociadas a la base de datos de líquenes.

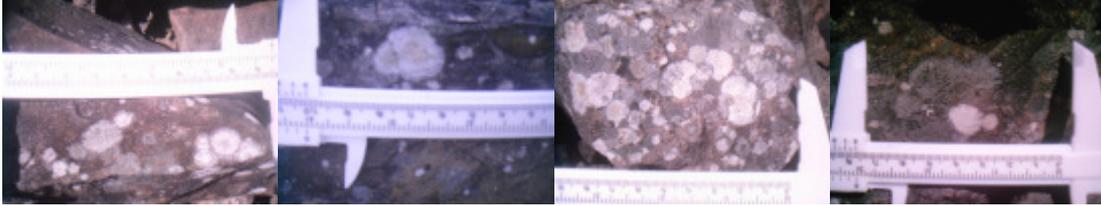


Fig. N° 009

Fig. N° 011

Fig. N° 012

Fig. N° 014

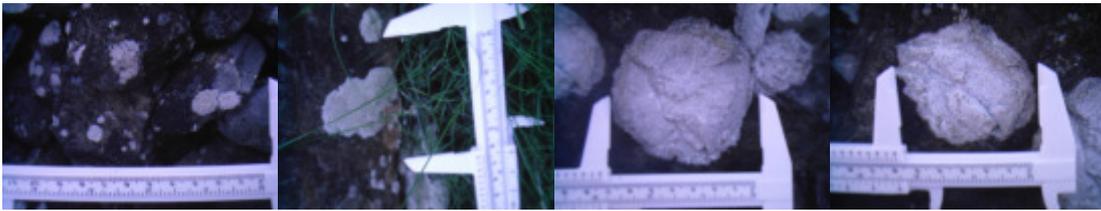


Fig. N° 015

Fig. N° 021

Fig. N° 031

Fig. N° 032

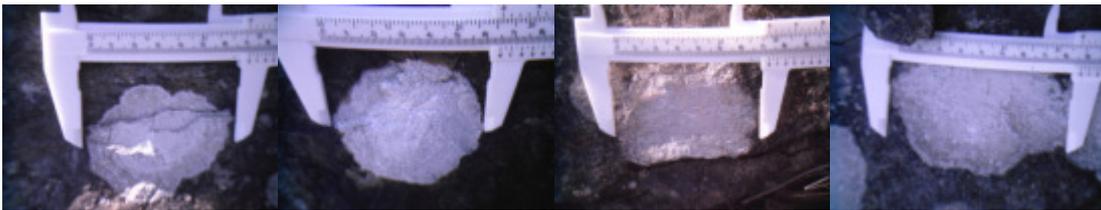


Fig. N° 033

Fig. N° 034

Fig. N° 035

Fig. N° 036



Fig. N° 038

Fig. N° 039

Fig. N° 042

Fig. N° 064

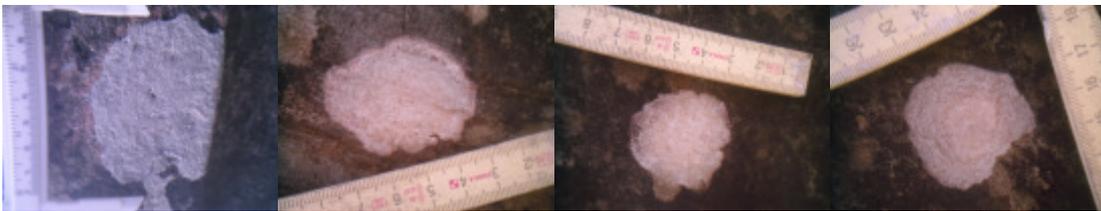


Fig. N° 067

Fig. N° 071

Fig. N° 072

Fig. N° 073



Fig. N° 074

Fig. N° 084

Fig. N° 085

Fig. N° 086



Fig. N° 087



Fig. N° 088



Fig. N° 089



Fig. N° 090

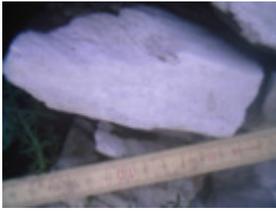


Fig. N° 091



Fig. N° 092

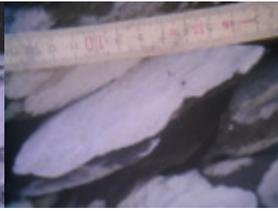


Fig. N° 093

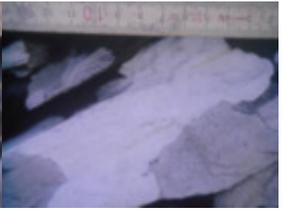


Fig. N° 094



Fig. N° 097



Fig. N° 098



Fig. N° 099



Fig. N° 100



Fig. N° 101

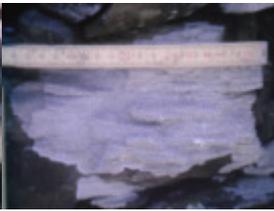


Fig. N° 103

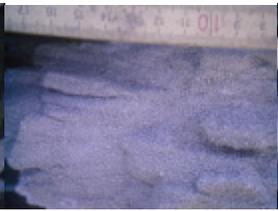


Fig. N° 104



Fig. N° 105



Fig. N° 106



Fig. N° 107



Fig. N° 108



Fig. N° 111



Fig. N° 112



Fig. N° 113



Fig. N° 115



Fig. N° 116

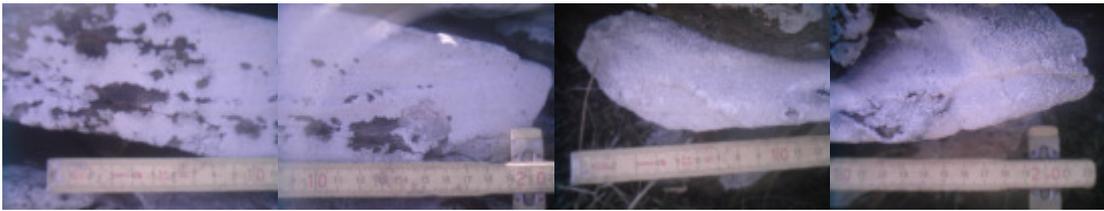


Fig. N° 117

Fig. N° 118

Fig. N° 119

Fig. N° 120



Fig. N° 474

Fig. N° 475

Fig. N° 476

Fig. N° 478



Fig. N° 479

Fig. N° 504

Fig. N° 505

Fig. N° 513



Fig. N° 517

Fig. N° 520

Fig. N° 521

Fig. N° 522



Fig. N° 524

## Bibliografía

ARAÚJO, Orestes (1912) *Diccionario Geográfico del Uruguay* Tipo-litografía Moderna, Montevideo.

ARMSTRONG, Richard A (1976) "Studies on the growth rates of lichens" En: *Lichenology: Progress and Problems*, Editado por Brown, D.H.; D.L. Hawksworth and R.H. Baily, Academic Press, Londres.

BARRIOS PINTOS, Aníbal (1983) *Minas: dos siglos de su historia*. Ministerio de Educación y Cultura, Montevideo.

BEDNARIK, Robert G.(2001) *Rock art science: the scientific study of palaeoart*, Brepols, Turnhout, Bélgica. Versión web: <http://mc2.vicnet.net.au/home/date/web/lich.html> consultada 2 Junio 2006.

BESCHEL, Roland E. (1961) "Dating rock surfaces by lichen growth and its application to glaciology and physiography (lichenometry)." En 'Geology of the Arctic: proc.1<sup>st</sup>.symp.on Arctic geology. G.O.Raasch (ed.) 1044-62. University of Toronto press, Toronto.

BULL, William B. (1996) "Dating San Andreas Fault Earthquakes with Lichenometry" en *Geology*, Vol. 24. N°2, pp. 111-114.

CHANG, Kwang-chih (1976) *Nuevas perspectivas en Arqueología* Alianza Editorial, Madrid.

CHAUJAR, Ravinder Kumar (2006) "Lichenometry of yellow *Rhizocarpon geographicum* as database for the recent geological activities in Himachal Pradesh" en *Current Science*, Vol. 90, N° 11, 10 June 2006. En [www.ias.ac.in/currsci/jun102006/1552.pdf](http://www.ias.ac.in/currsci/jun102006/1552.pdf) consultada el 16 Marzo 2007

DARWIN, Charles (1839) (2001) *The Voyage of the Beagle* Penn State Electronic Classic Series.

DE SANTIS, Salvatore (1999) "An introduction to lichens" The New York Botanical Garden. En: <http://www.nybg.org/bsci/lichens/lichen.html>

FEMENÍAS, Jorge (1983) "Amontonamientos artificiales de piedras en cerros y elevaciones de nuestro territorio" en *Revista Antropológica* Año 1 No. 1 p. 13-16.

FIGUEIRA, José H. (1892) *El Uruguay en la Exposición Histórico-Americana de Madrid*. Memoria de los trabajos realizados por la Comisión Nacional encargada de organizar los elementos de concurrencia. Imprenta Artística de Dornareche y Reyes. Montevideo.

FOLLMANN, Gerhard (1961) "Estudios liquenométricos en los monumentos prehistóricos de la Isla de Pascua" En: Apartado de la Revista Universitaria, Universidad Católica de Chile, Año XLVI.

GOLM, Gregory T., Peggy Sue Hill y Harrington Wells (1993) "Life Expectancy in a Tulsa Cemetery: Growth and Population Structure of the Lichen *Xanthoparmelia cumberlandia*" *American Midland Naturalist*, Vol. 129, No. 2 (Apr., 1993), pp. 373-383 Published by: The University of Notre Dame Stable En: <http://www.jstor.org/stable/2426518>

GRANADA, Daniel (1890) *Vocabulario Rioplatense Razonado*, Imprenta Rural, Montevideo.

GUPTA, Vikram (2005) *Application of lichenometry to slided materials in the Higher Himalayan landslide zone* Wadia Institute of Himalayan Geology, Dehra Dun 248 001, India.

HALL, Daniel S. (2006) “*Lichenometric analysis of stone features: Lewis and Clark Trail /Cokahlarishkit Trail, Upper Blackfoot Valley, Lewis and Clark County, Montana*” Western Cultural consultado 15 Marzo 2007 en: [http://westerncultural.com/pdf/Lichenometric\\_Analysis.pdf](http://westerncultural.com/pdf/Lichenometric_Analysis.pdf)

HANSEN, Eric S. (2004) “An initial study of lichen growth on boulders and rocks near Mittivakkat Gletscher, South East Greenland” *Graphis Scripta* 15: 33-38, Estocolmo.

HART, Jane K. y Robert J. WATTS (1997) “A Comparison Of The Styles Of Deformation Associated With Two Recent Push Moraines, South Van Keulenfjorden, Svalbar” *Earth Surface Processes And Landforms*, Vol 22, 1089–1107.

HESTER, T., R. Heizer y J. Graham (1975) *Field Methods in Archaeology* 6th Edition Mayfield Publishing Company, California.

INNES, John L. (1986) “Dating Exposed Rock Surfaces in the Arctic by Lichenometry: The Problem of Thallus Circularity and its Effects on Measurement Errors” *Arctic* Vol. 39 No 3, p. 253-259.

LABORDE, Eugenio (1997) “*Informe sobre la salida de campo al departamento de Lavalleja y a varios sitios cercanos a la ruta 12 y a la ruta 60 al sudoeste de Minas*”. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Informe sin publicar.

LOCKE, William W. III; J. T. Andrews y P. J. Webber (1979) “*A Manual for Lichenometry*”, British Geomorphological Research Group, Technical Bulletin No. 26, Londres.

LÓPEZ CORDERO, Juan A. y Antonio M. LÓPEZ FERNÁNDEZ (2005) “La Piedra Seca, parte integral de la cultura tradicional de Sierra Mágina”, *Arquitectura Rural en Piedra Seca. II Congreso Nacional. Asociación para el Desarrollo Rural de Sierra Mágina*. Cambil, p. 85-109.

NASH, Thomas 2008 *Lichen Biology* Cambridge University Press, Nueva York.

NYLUND, Megan (2006) “Stone Walls of England. A Study of Lichens and Lichenometry” <http://www.primaryresearch.org/stonewalls/nylund/index.php>

OZENDA, Paul y Georges CLAUZADE (1970) *Les Lichen. Étude Biologique et Flore Illustrée*, Massone et Cie, Éditeurs, Paris.

PALERMO, Eduardo; Carlos M. Prigioni y Osmar Santos (2004) “Construcciones indígenas en piedra de Uruguay, nuevos hallazgos” Congreso Virtual NAYA en:

[http://www.naya.org.ar/congreso2004/ponencias/carlos\\_prigioni.htm](http://www.naya.org.ar/congreso2004/ponencias/carlos_prigioni.htm)

PRECIOZZI, Fernando, Jorge Spoturno, Walter Heinzen y Pier Rossi (1985) Memoria explicativa de la carta geológica del Uruguay a escala 1:500.000. DINAMIGE, Montevideo.

RAMÓN BURILLO, José A. y Juan RAMÍREZ PIQUERAS (2001) *Bombos, cucos, cubillos y chozos. Construcciones rurales albaceteñas* Edit. Diputación de Albacete,

España.

RENFREW, Collin y Paul BAHN (2006) "*Archaeology: Theory, Methods and Practice*" Fourth Edition Reprinted, Thames & Hudson, Londres.

REYNOLDS, Nathaniel D. (2001) "Dating the Bonneville Landslide with Lichenometry" *Washington Geology*, Vol. 29, N° 3/4, Diciembre 2001.

SMITH, Gilbert M. (1955) *Cryptogamic Botany: Algae and Fungi*, Volume I, International Student Edition, Kogakusha Company, Ltd. Tokio.

TRIGGER, Bruce G. (1992) *Historia del pensamiento arqueológico*, Editorial Crítica, Barcelona.

WALKER, Mike (2005) *Quaternary Dating Methods* John Wiley & Sons. Chichester, Inglaterra.

WHEELER, Mortimer (1961) *Arqueología de Campo* Fondo de Cultura Económica, Madrid.

WORSLEY, Peter (1990) "Lichenometry" en Andrew Goudie (Ed.) *Geomorphological Techniques*, British Geomorphological Research Group, 2<sup>nd</sup> Edition p. 422-428.