

**LA DATACION DE SUELOS EN LA INVESTIGACION ARQUEOLOGICA.  
EDADES SOBRE MATERIA ORGANICA POR EL METODO OCR  
(OXIDIZABLE CARBON RATIO)**

*Cristian M. Favier Dubois* (\*)

**RESUMEN**

*La dimensión cronológica constituye sin duda un aspecto muy importante de todos los estudios arqueológicos. Términos como contemporaneidad, resolución, correlación, o uso de un espacio a lo largo del tiempo, poseen claras implicaciones cronológicas. Hay por lo menos dos dimensiones destacables referentes a este aspecto que están interconectadas: 1) las variables vinculadas al indicador cronológico, su origen y contexto de depositación; y 2) el alcance y limitaciones de los métodos de datación en sí.*

*En este trabajo haremos referencia a ambos aspectos en lo relativo a la datación de materia orgánica derivada de procesos pedogenéticos por el método OCR (Oxidizable Carbon Ratio), destacando su importancia en los estudios arqueológicos y geoarqueológicos llevados a cabo en Fuego-Patagonia en el marco de proyectos de investigación regionales.*

*Palabras clave: OCR. Datación. Suelos. Cronología.*

**ABSTRACT**

*Without doubt, chronology is a main issue in any archaeological study. Words such as contemporaneous, resolution, correlation or use of space during a time range, have clear chronological implications. There are at least two interconnected dimensions that correspond to this subject: 1) the variables related to the chronological indicator, their origin and deposition context, and 2) the possibilities and limitations of dating methods themselves.*

*In this work we refer to both of these aspects in OCR dates (Oxidizable Carbon Ratio) on organic matter produced by paedogenetic processes. We also point out their importance in regional research projects carried out in Fuego-Patagonia*

*Key words: OCR. Dating. Soils. Chronology.*

---

(\*) CONICET-INCUPA Depto. de Arqueología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional del Centro de la Prov. de Buenos Aires, Olavarría, Argentina.

## INTRODUCCION

Un indicador cronológico poco usual como lo es la materia orgánica de los suelos ha sido utilizado con frecuencia en los estudios geoarqueológicos realizados en Fuego-Patagonia. Ello debido a la recurrente presencia de horizontes pedológicos en los sitios arqueológicos analizados (Favier Dubois 1999).

Las edades que provee su fechado, ya sea por  $^{14}\text{C}$  o por otras técnicas de datación (OCR por ejemplo), se refieren siempre al denominado tiempo aparente de residencia media (TARM) de la materia orgánica (Scharpenseel 1971, Matthews 1985), edad que corresponde a la de todo el carbono orgánico, antiguo y moderno, presente en el horizonte de suelo muestreado.

Numerosas dataciones obtenidas por OCR desde 1996 han permitido evaluar los alcances y limitaciones de estas edades en los perfiles pedológicos, en diferentes localidades bajo estudio arqueológico patagónico-fueguino (Figura 1). Estos fechados proporcionaron edades para eventos pedológicos que se hallan vinculados con evidencia artefactual de dos formas. En el primer caso en relación con procesos de formación del registro a escala regional, hecho asociado con fluctuaciones climático-ambientales (desarrollo de un suelo regional). En el segundo a través de la formación de horizontes de suelo cumúlicos, frecuentes en secuencias de aleros y ambientes protegidos. De esta forma el trabajo ilustra, a diferentes escalas, el uso y perspectivas preliminares de las edades de TARM obtenidas sobre materia orgánica de suelos en la investigación arqueológica.

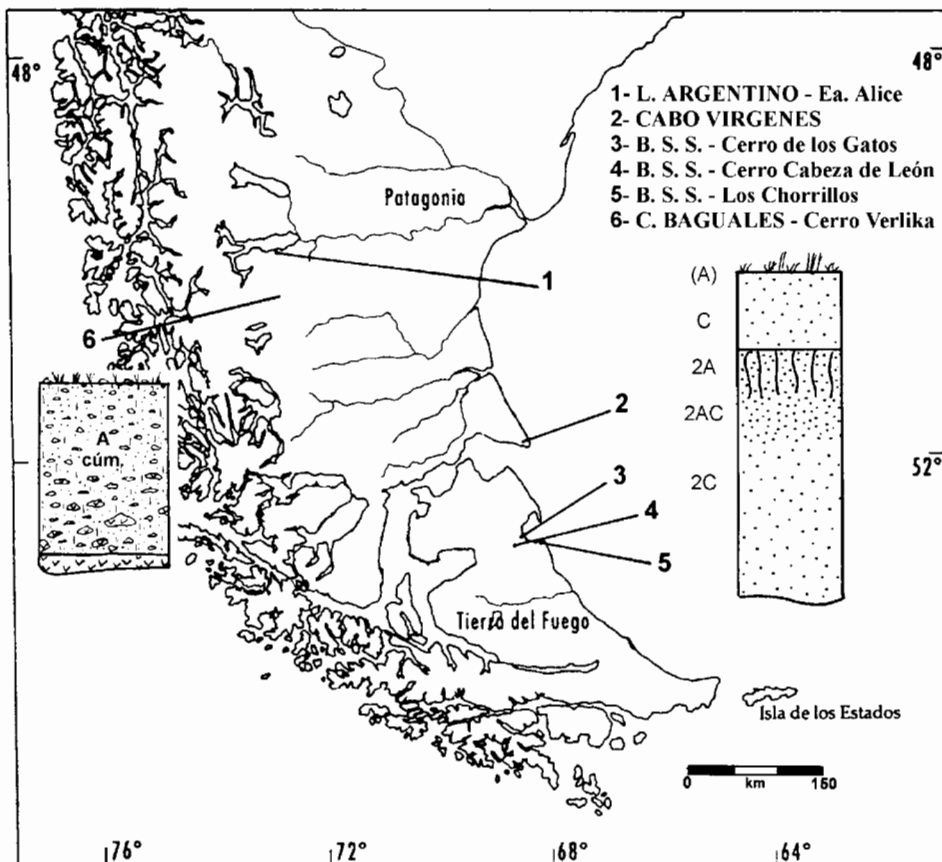


Figura 1. Localidades patagónico-fueguinas en las que se han realizado estudios geoarqueológicos y dataciones de materia orgánica por OCR. Se incluyen los perfiles estratigráficos esquemáticos de las secuencias analizadas

## ASPECTOS METODOLOGICOS

### *Variables vinculadas al indicador cronológico*

a) Origen de la materia orgánica (m.o.) en la estratigrafía arqueológica.

Esta posee dos fuentes principales:

– Procesos sinsedimentarios, incluyen los restos de organismos animales y vegetales acumulados por procesos sedimentarios o culturales. Su datación provee edades para el depósito sedimentario o arqueosedimentario (Butzer 1982).

– Procesos pedogenéticos (postdeposicionales). Comprenden las transformaciones de la materia orgánica en un perfil de suelo. Esta proviene fundamentalmente de la vegetación que el suelo soporta (los restos vegetales pasan a conformar el humus, mezcla de ácidos húmicos, fúlvicos y humina) aunque puede incluir, si la hubiere, materia orgánica presente en el material originario (Catt 1990, Stein 1992). Su datación provee edades para el evento pedológico que son independientes de la edad del depósito a partir del cual se desarrolla, a excepción de que éste contenga materia orgánica en forma primaria (en tal caso se obtendrá una edad intermedia).

b) Los valores de tiempo aparente de residencia media (TARM) como indicadores temporales.

Los valores de TARM proporcionan edades promediadas en vistas del continuo aporte de materia orgánica “joven” que se agrega a la que ha ido madurando en el perfil de suelo. El gradiente vertical que posee el aporte de materia orgánica fresca (dado por el sistema radical, la actividad de la meso y macrofauna, y la percolación de quelatos) genera un aumento general en los valores de TARM con la profundidad (Scharpenseel 1971). Regla que ha demostrado ser cierta en la mayoría de los tipos de suelos comprendidos en la *Soil Taxonomy* (Soil Survey Staff 1975, sistema clasificatorio adoptado por la Argentina) con numerosos datos para Molisoles y Alfisoles, aunque con excepciones en los Espodosoles (Scharpenseel 1971) dada la ocurrencia de una importante eluviación de materia orgánica (en forma de quelatos) del horizonte A y su acumulación en el horizonte B (Bh) en tales suelos.

Este gradiente vertical general predice que al tomar muestras para datar suelos o paleosuelos se obtendrán edades más antiguas en los horizontes AC, B ó C que en los A. Con el paso del tiempo, en el perfil pedológico, los procesos de rejuvenecimiento por continuo aporte de materia orgánica se suman a la pérdida de carbono orgánico por mineralización y lixiviación, lo que genera que los valores de TARM puedan alcanzar una edad máxima independientemente de la duración total del proceso pedogenético (Chichagova y Cherkinsky 1993).

c) El fechado de suelos enterrados y paleosuelos.

De no mediar procesos de rejuvenecimiento importantes, el fechado de la superficie de un horizonte A de un suelo/paleosuelo enterrado proporcionará una edad que se aproximará a la del sepultamiento del mismo (se trata de una edad máxima para tal evento); mientras que en el sector inferior del perfil pedológico las edades tienden a aproximarse a la del comienzo del proceso pedogenético (constituyendo edades mínimas para el inicio del desarrollo del antiguo suelo). Es posible obtener fechas muy antiguas si el horizonte a datar se ha desvinculado eficientemente de los factores rejuvenecedores más importantes.

### *Aspectos relacionados al método de datación en sí. Principios y limitaciones de la datación por OCR (Oxidizable Carbon Ratio)*

Se trata de un método químico de datación, de reciente desarrollo. Postula que compuestos como el carbón y los materiales húmicos son biológicamente reciclados en los suelos a una tasa

lenta pero mensurable que progresa linealmente en relación con variables contextuales (temperatura media, precipitación media, textura media, profundidad, pH) similares a las que intervienen en los procesos de formación de suelos (Frink 1992, 1995). Se modela así, a través de una fórmula, la relación entre estas variables y la tasa de oxidación del carbono orgánico, proporcionando una edad numérica. Para obtener esta tasa de oxidación del C orgánico, se analizan en las muestras el C total mediante el procedimiento de pérdida de peso en seco por ignición, y el C fácilmente oxidable por combustión húmeda (método Walkley-Black). Los resultados de estos dos análisis químicos se expresan como la tasa del C total respecto a la del C fácilmente oxidable, tasa llamada OCR, que se aplica a una ecuación en la que se modelan las variables contextuales permitiendo obtener una edad (Frink 1992, 1995). De esta manera, los errores en los valores obtenidos por OCR son fundamentalmente contextuales, y tienen que ver con la adecuada estimación de las variables ambientales involucradas. Todas las edades se expresan como años calendáricos AP, teniendo en cuenta como edad presente al año 1950, a fin de hacer las cronologías comparables a las obtenidas por  $^{14}\text{C}$ .

$$\text{Ecuación (Frink 1995)} \quad \text{Edad} = \frac{\text{OCR} \times \text{profundidad} \times \text{temperatura media} \times \text{precipitación media}}{\text{textura media} \times \sqrt{\text{pH}} \times \sqrt{\text{\%C}} \times 14.4888}$$

El cálculo de edades de tiempo aparente de residencia media de la materia orgánica por OCR presenta limitaciones en suelos pobremente drenados (anaeróbicos), ya que la ecuación corresponde a un sistema dependiente de oxígeno (Frink 1995). Asimismo se ven alterados los resultados cuando hay condiciones alternantes de óxido-reducción, por ejemplo en sectores del perfil afectados por oscilaciones freáticas. Las variables contextuales proporcionadas por la persona que realiza el muestreo para el cálculo de las edades OCR consisten en la profundidad en que se tomó cada muestra, un perfil estratigráfico de referencia, la pendiente estimada de la superficie en cada caso, y los valores de temperatura y precipitación media anual de la localidad bajo estudio (Tabla 1). Los otros términos introducidos en la ecuación son calculados en laboratorio a partir de las muestras enviadas.

Tabla 1. Variables contextuales generales provistas por localidad para el cálculo de la edad OCR. Para las profundidades ver tablas de edades en cada caso de estudio.

Localidades	Temp. media	Precip. media	Pendientes
Lago Argentino (Estancia Alice)	7,5° C	200 mm	4° - 5°
Cabo Vírgenes	6° C	300 mm	3° - 8°
Bahía San Sebastián	5° C	< 300 mm	3° - 15°
Cordón Baguales (Cerro Verlika)	3° C	200/300 mm	7° - 10°

Esta técnica de datación, si bien es novedosa y debe perfeccionarse, ha demostrado una buena correspondencia con los valores obtenidos por  $^{14}\text{C}$  (Frink 1994), habiéndolo comprobado también nosotros (Favier Dubois 1998, Franco *et al.* 1999) y otros equipos de trabajo (Nami y Frink 1999) en Patagonia. Las edades obtenidas por OCR no necesitan ser calibradas (años calendáricos), por otra parte poseen una buena resolución para períodos históricos (últimos 200 años) en los que el  $^{14}\text{C}$  presenta limitaciones por la curva de decaimiento radioactivo. Estas dataciones son realizadas por el Archaeology Consulting Team (ACT) en Vermont (U.S.A.).

Para críticas a este método ver Killick *et al.* 1999 (hay réplica de Frink en el mismo volumen).

Para mayor información sobre el método y los casos en que fue aplicado puede consultarse el sitio web <http://members.aol.com/dsfrink/ocr/ocrpage.htm>

## DATAACION DE EVENTOS PEDOGENETICOS EN FUEGO PATAGONIA. DOS CASOS DE ESTUDIO

### 1. *El suelo del Holoceno tardío en el norte de Tierra del Fuego y sur de Santa Cruz*

Se ha realizado el fechado sistemático de un suelo sepultado en depósitos eólicos y coluviales que incluyen material arqueológico. Este se expresa tanto en localidades litorales del norte de Tierra del Fuego (Bahía San Sebastián) como del sur de Santa Cruz (Cabo Vírgenes, Lago Argentino) (Fig. 1). Su desarrollo parece corresponder a un cambio climático de importancia en la región acaecido hacia el 1000 AP (Favier Dubois 1998 y 2001). El perfil pedológico completo diferencia los horizontes (A)-C-2A-2AC-2C, donde (A)-C corresponde a un suelo muy incipiente desarrollado sobre los sedimentos que sepultan a aquel representado por los horizontes 2A-2AC-2C, rico en materia orgánica (ver perfil esquemático en Fig. 1). El “suelo” superior es un Entisol mientras que el enterrado puede ser clasificado como un Molisol (Haploborol) de acuerdo con la *Soil Taxonomy*.

Hemos obtenido edades mínimas para el comienzo de su desarrollo mediante dataciones sobre materia orgánica de la base del horizonte 2AC, por el método OCR. También edades máximas que corresponden a dataciones por  $^{14}\text{C}$  sobre materiales de origen orgánico incluidos en los depósitos en forma previa al inicio del proceso pedológico (Tabla 2). Estos corresponden a restos óseos (en su gran mayoría *Lama guanicoe* –Lg–, o pinnípedos –Pp–); a valvas de moluscos –M– (*Mytilus edulis*, *Patinigera* sp., u *Odonthocymbiola* sp.); o a carbón vegetal de fogones –C–.

Se hace difícil el ajuste de una cronología precisa ya que las edades de TARM varían con la profundidad de la muestra, y es a veces difícil estimar la base del horizonte 2AC (límite gradual a difuso) asegurando a la vez el mínimo de carbono total requerido para poder realizar la datación. De tratarse de un proceso relativamente sincrónico a escala regional, las edades de TARM más elevadas serían las que más se aproximan a la edad de inicio del evento pedológico. Sin embargo cabe esperar cierta variabilidad en las respuestas a escala local en cada caso.

Respecto a las edades máximas, los restos óseos provienen de los horizontes 2AC ó 2C; se evaluó mediante variables tafonómicas la posibilidad de que puedan haberse incorporado desde la superficie del 2A, ya que esto los inhabilitaría como indicadores de edades previas al desarrollo del suelo. Para los moluscos se han tenido en cuenta los mismos criterios. Mediante un razonamiento similar al aplicado en el caso anterior se considera que las edades más jóvenes proporcionadas por estos materiales son las más próximas al inicio del suelo a escala regional.

En suma, las edades obtenidas parecen sugerir que el inicio del desarrollo de este Molisol habría acontecido en un momento cercano o algo posterior al año cal. AD 1000. Ello resulta coincidente con una anomalía climática hacia condiciones más húmedas detectada por estudios dendroclimáticos (Stine 1994) y algunos perfiles polínicos (Mancini 1998, Borromei y Nami 2000) en el sur de Santa Cruz.

Se ha evaluado asimismo el momento en que comenzó a sepultarse este suelo en muchos sectores del paisaje, a través de dataciones de la superficie del horizonte 2A en las diferentes localidades (Tabla 3). Estas edades se aproximarían a la edad del sepultamiento del suelo, constituyendo edades máximas para este evento si se considera poco importante la contaminación por parte de las raíces del suelo actual suprayacente (pedogénesis muy incipiente).

En una primera aproximación las edades parecen no variar mucho en relación con el espesor del depósito que cubre este horizonte, ello sugiere que el inicio del sepultamiento fue más o menos sincrónico en la mayoría de estas localidades, en momentos relativamente recientes. Las muestras

Tabla 2. Edades mínimas y máximas para el inicio del desarrollo del suelo del Holoceno tardío en localidades de Patagonia meridional y norte de Tierra del Fuego

Localidades muestreadas	Edades mínimas en el horizonte 2AC	Prof. desde la sup. del suelo y contexto	Edades máximas ( <sup>14</sup> C)	
			Calibradas*	
Estancia Alice (Lago Argentino)	632±18 (ACT# 3644)	22/25cm Eol.	1370±70(Lg.) (Beta11112231)	1316-1259
	860±25 (ACT# 3642)	25/27cm Eol.	1480±70(Lg.) (Beta11112232)	1409-1299
	828±24 (ACT# 4077)	33/35cm Eol.		
Cabo Vírgenes (SE de Sta. Cruz)	617 (ACT# 3227)	20/22cm Eol.	1380±180 (Lg.) (AC1523)	1099-720
	846±25 (ACT#3857)	25/28cm Eol.	1190±60 (Lg.) (GX-25772)	1171-994
	953±28 (ACT#3856)	28/30cm Eol.	1050±70 (Pp.) (GX-25276-G)	658-546 <sup>2</sup>
	445±13 (ACT#3858) <sup>1</sup>	25/27cm Col.	1160±70 (Pp.) (Beta144999)	750-644 <sup>2</sup>
	1032±30 (ACT#4794)	40/41cm Col.		
	958±28 (ACT#4793)	30/32cm Eol.		
	887±26 (ACT#4792)	25/27cm Eol.		
979±29 (ACT#4796)	26/28cm Eol.			
Cabeza de León – (Bahía S. S.)	620 (ACT#2801)	40/42cm Col.	1600± 60 (M) (LP-413)	1539-1405
	661±19 (ACT# 3643)	40/42cm Eol.		
Cerro de los Gatos (Bahía S. S.)	772 (ACT#2802)	35/37cm Eol.	900±115 (M) (AC 1483)	578-432 <sup>2</sup>
Los Chorrillos Sitios San Genaro (Bahía S. S.)	574 (ACT#2800)	35/37cm Eol.	1070±80 (C) (Beta-51997)	1060-924
	980±29 (ACT# 4079)	45/48cm Eol.	1479±95 (M) (AC 1403)	1123-920
			1483±80 (M) (AC 1404)	1105-932
			1420±90 (M) (AC 1484)	1046-887
			1190±90 (M) (Ac.Cs.Moscú)	807-649 <sup>2</sup>
		1620±140 (M) (Ac.Cs.Moscú)	1289-1001	

\* Programa CALIB 3.0.3 (Stuiver y Reimer 1993), calculadas a 1 sigma y factor k=1, para las muestras marinas se utilizó un delta R=0 (promedio de ER marino de 400 años).

<sup>1</sup> El perfil se muestreó húmedo, no visualizándose con claridad los límites de horizontes.

<sup>2</sup> De poseer el efecto reservorio promedio introducido por el programa de calibración, estas muestras (huesos de pinnípedo y valvas) no podrían constituir una edad máxima para el suelo.

Tabla 3. Edades OCR para el horizonte 2A y profundidad a la que éste se halla sepultado en los diferentes depósitos

Localidades muestreadas	Edades en el horizonte 2A	Profundidad total y contexto
Cabeza de León – talud del cerro (Bahía S. Sebastián)	177±5 años AP (ACT#4080)	40 cm - Coluvial
Cabeza de León – dunas sobre el cerro (Bahía S. Sebastián)	558±16 AP (ACT#4076)	103 cm - Eólico
Dunas de Los Chorrillos (Bahía S. Sebastián)	170 años AP (ACT#2035)	<b>5 cm - Eólico</b>
	202 años AP (ACT#3226) <sup>1</sup>	20 cm - Eólico
Cerro de los Gatos (Bahía S. Sebastián)	170 años AP (ACT#2034)	20 cm - Eólico
Cabo Vírgenes (SE Santa Cruz)	120±3 años AP (ACT#3854)	70 cm – Eólico
	144±4 años AP (ACT#3855)	160 cm - Eólico

<sup>1</sup> Esta muestra fue tomada hacia la base del horizonte 2A

de Cabo Vírgenes fueron tomadas en los dos primeros centímetros de la superficie del suelo enterrado, y no se evidencia un rejuvenecimiento marcado en la edad del horizonte menos sepultado (con mayor influencia del suelo actual).

Respecto a las dunas sobre el cerro Cabeza de León, la edad obtenida es mucho mayor al promedio, lo que podría indicar un sepultamiento más temprano para el suelo en este lugar.

## 2. Horizontes de suelo cumúlicos en el Cordón Baguales (Santa Cruz)

Se han obtenido también edades de TARM por el método de OCR en horizontes de suelo cumúlicos (horizontes A de acreción vertical muy desarrollados) en secuencias de alero del Cerro Verlika, Cordón Baguales (Santa Cruz, Fig. 1). Se han relevado los aleros Cerro Verlika 1, 2 y 3 (VK1, VK2, VK3) formados a expensas de farallones y grandes bloques de origen volcánico, en los que se recuperó material lítico en superficie y en capa (particularmente en VK1 y VK3) (Franco *et al.* 1999).

Particularmente se han datado muestras provenientes del alero Cerro Verlika 1 (VK1), cuadrículas contiguas 1/2 y cuadrícula 3, ubicadas en la entrada y hacia el fondo del alero respectivamente (Franco *et al.* 1999). Además se han efectuado análisis del porcentaje de materia orgánica a lo largo de los perfiles (Tabla 4), realizados en el Laboratorio de Química Geológica y Edafológica (Ahora INGEIS-CONICET).

Tabla 4. Porcentajes de m.o. en los perfiles de las cuadrículas 1/2 y 3 (método Walkley-Black)

Cuadrículas 1/ 2		Cuadrícula 3	
Nivel	% m.o.	Nivel	% m.o.
30-35cm	5.64	60-65cm	2.78
45-50cm	3.47	80-85cm	2.09
65-70cm	3.54	95-100cm	2.15
85-90cm	2.04	115-120cm	1.66
		135-140cm	1.01

Se observa que los valores de m.o. son más elevados a la entrada del alero (Cuad.1/2) que hacia el fondo (Cuad.3), lo que es coherente con mejores condiciones para la pedogénesis hacia el exterior. Por otro lado disminuye en ambos casos cerca de la base, donde se hacen abundantes los bloques. Los porcentajes de m.o. a lo largo de la columna indican acreción vertical de los procesos de humificación (no corresponden a un mismo evento pedológico) lo que avala, junto al espesor de la secuencia, la idea de horizontes de suelo acumulativos o cumúlicos.

Secuencias muy similares, con porcentajes de m.o. comparables, fueron relevadas previamente al sur de Lago argentino (área Lago Roca), en aleros al reparo de bloques erráticos (Favier Dubois 1999). Sin embargo es la primera vez que se utiliza esta técnica para datar horizontes acumulativos, vinculados en este caso con evidencia arqueológica.

En el alero VK1 se fecharon tres muestras óseas por  $^{14}\text{C}$  (correspondientes a *Lama guanicoe*), y tres muestras de materia orgánica (m. o.) por la técnica de OCR (Tabla 5).

Tabla 5. Dataciones numéricas obtenidas en el alero VK1

Muestra	Nivel	Edad de TARM por OCR	Edades <sup>14</sup> C Calibradas*	
VK1-Cuad. 1/2	90-95cm	2422±72 años AP (ACT# 3532)	2640±110 años AP (Beta-91300)	2718-2848 AP
VK1-Cuad. 1/2	35-40cm	—————	1685±70 años AP (GX-25277-G)	1692-1520 AP
VK1-Cuad. 3	65-70cm	2351±70 años AP (ACT# 3530)	—————	—————
VK1-Cuad. 3	105-110cm	3389±101 años AP (ACT# 3531)	3860±80 años AP (Beta-122880) nivel 110-115	4098-4409 AP

\* Programa y parámetros idénticos a los señalados en Tabla 2

El fechado por <sup>14</sup>C en VK1-C1 nivel 90-95cm dio bastante coincidente con el obtenido por OCR a la misma profundidad, lógicamente este último siempre se verá algo rejuvenecido por los procesos pedológicos al constituir una edad de TARM. En el nivel 105-110 cm de la cuadrícula 3 la diferencia es mayor respecto a la muestra ósea recuperada unos centímetros por debajo.

Las relaciones granulométricas (textura) y los porcentajes de m.o. no muestran variaciones significativas, por lo que las condiciones generales de sedimentación habrían sido relativamente constantes: tasas lentas pero continuas a lo largo del tiempo, permitiendo un continuo desarrollo pedogenético (horizontes cumúlicos). Esto mismo parece indicar el análisis del espesor sedimentario *versus* tiempo entre los fechados por OCR en Cuad. 3, y los obtenidos por <sup>14</sup>C en cuadrículas 1/2, que proporcionaron tasas de sedimentación promedio similares de unos 0,4mm y 0,5mm por año respectivamente.

Con estas tasas de sedimentación, la diferencia entre la muestra de OCR y el hueso datado hacia la base de la cuadrícula 3, justificaría unos 200 años en 6cm, lo que aproxima las edades haciendo semejante la diferencia a la obtenida en la cuadrícula 1, a un mismo nivel estratigráfico.

## CONCLUSIONES

### *Respecto a los valores de TARM como indicadores temporales*

#### 1. El suelo regional de Fuego-Patagonia:

Las edades de TARM corresponden a un mismo evento pedogenético, y en este caso han permitido:

- Aproximarnos a edades de inicio y fin del desarrollo del suelo regional.
- Vincular su inicio con un cambio en las condiciones ambientales detectado en la región por estudios dendroclimáticos y polínicos (Stine 1994, Mancini 1998, Borrromei y Nami 2000).
- Evaluar la duración mínima en la que constituyó una superficie de paisaje disponible, y sus consecuencias desde el punto de vista del uso de ese espacio, y de los procesos de formación involucrados.
- Correlacionar estratigráficamente sitios en diferentes situaciones del paisaje en la región bajo estudio (unidad cronoestratigráfica guía).

Respecto a la variabilidad en los valores de TARM obtenidos en este suelo (Tablas 2 y 3), puede señalarse:



- Un mayor incremento en la edad con la profundidad en el horizonte 2AC que en el 2A (probablemente por la mezcla debida a la elevada actividad biológica en este último horizonte).
- Existe variación de edades a una misma profundidad de la superficie del suelo por diferencias en el desarrollo pedológico (incluso en una misma localidad). También debido a la dificultad de evaluar límite inferior del horizonte 2AC (típicamente gradual a difuso) por condiciones de humedad, o por el propio color de los sedimentos.

## 2. Horizontes de suelo cumúlicos en Cordón Baguales (Cerro Verlika):

- Las edades de TARM corresponden no a un evento sino a una secuencia de eventos pedogenéticos sobreimpuestos, bajo condiciones de muy bajas tasas de sedimentación.
- Han permitido realizar estimaciones cronológicas para depósitos que contienen evidencia arqueológica (ocupaciones), proporcionando edades bastante coincidentes con las obtenidas por  $^{14}\text{C}$ , aunque siempre algo rejuvenecidas por la propia dinámica pedológica.
- Permitieron estimar un valor promedio de tasas de sedimentación, muy similar al obtenido por  $^{14}\text{C}$  en una cuadrícula cercana, en un contexto donde la sedimentación y la pedogénesis son procesos simultáneos.
- Contribuyeron a evaluar procesos formacionales y tiempo representado en un intervalo estratigráfico, importante en el análisis arqueológico de la resolución, integridad, intensidad de uso del espacio, etc. (Binford 1981:19, Farrand 1993, entre otros)

### *Respecto al método de datación: la técnica de OCR*

- Se ha trabajado con perfiles bien drenados (predominantemente arenosos), favorables al uso de esta técnica.
- Se observa una elevada coherencia interna entre valores de edad obtenidos en los distintos horizontes y perfiles (suelo regional).
- Existe concordancia dentro de límites esperables con las dataciones obtenidas por  $^{14}\text{C}$  (horizontes cumúlicos).

Con el correr de los años se ha hecho de suma importancia para la investigación arqueológica y de cualquier ciencia histórica, el análisis e interpretación de las cronologías obtenidas por distintos indicadores y métodos de datación. El potencial de las edades de TARM de la m.o. como indicador temporal (ya sea obtenidas por la técnica de OCR,  $^{14}\text{C}$ , u otro método) no debe desaprovecharse; el conocimiento de la dinámica pedológica brinda un marco adecuado para evaluar sus alcances y limitaciones (ver casos pampeanos en González de Bonaveri y Zárate 1993-94, Johnson *et al.* 1998).

Por otra parte, el rejuvenecimiento de edades es un proceso que no sólo involucra a la m.o. en el perfil de suelo, la iluviación de compuestos húmicos es una fuente de carbono joven que afecta a los materiales orgánicos (huesos, carbón, etc.) que infrayacen horizontes A, dando lugar, en determinadas circunstancias, a edades que no corresponden a las de los eventos que se intenta datar (Zárate *et al.* 2000-2002).

El uso de edades de TARM se perfila muy útil para aproximaciones temporales en contexto arqueológico, no sólo en ausencia de otros elementos datables sino como forma de evaluar, controlar y corroborar información cronológica. Esta perspectiva alienta futuros estudios tendientes a explorar el potencial de las edades proporcionadas por la materia orgánica de los suelos, aspecto de particular importancia desde el punto de vista del registro cultural, ya que la presencia de procesos pedogenéticos es sumamente frecuente en la estratigrafía arqueológica.

Recibido: septiembre 2002.

Acceptado: agosto 2004.

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Luis A. Borrero por su dirección y constante apoyo. A la Universidad de Buenos Aires por las becas que permitieron estas investigaciones. A mis compañeros de equipo Nora Franco (codirectora del proyecto Baguales), Florencia Borella, Flavia Carballo Marina, Patricia Campán, Lorena L'Hereux, Liliana Manzi, Juan Bautista Belardi, Isabel Cruz y Sebastián Muñoz. Agradezco asimismo el apoyo logístico recibido en Tierra del Fuego (Domingo Palma, Julio Mandrini, Nino Segurado, y personal del Museo de Río Grande) y Santa Cruz (Parques Nacionales, Destacamento Naval Río Gallegos) durante los trabajos de campo. Finalmente agradezco las sugerencias de los evaluadores.

## BIBLIOGRAFIA

- Binford, Lewis R.  
1981. *Bones. Ancient Men and Modern Myths*. Academic Press.
- Borromei, Alicia M. y Hugo G. Nami  
2000. Contribución a la paleoecología de la cuenca del río Chico en el extremo sur de la Provincia de Santa Cruz: el aporte de la palinología.. En Hugo Nami (ed.), *Arqueología Contemporánea 6: La perspectiva interdisciplinaria en la arqueología contemporánea*: 105-122. Buenos Aires.
- Butzer, Karl  
1982. *Archaeology as Human Ecology. Method and Theory for a Contextual Approach*. Cambridge University Press.
- Catt, J. A.  
1990. Dating of Paleosols. En *Paleopedology Manual*: 51-75, Quaternary International vol. 6, London.
- Chichagova, O.A. y A.E. Cherkinsky  
1993. Problems in radiocarbon dating of soils. *Radiocarbon* 35 (3): 351-362.
- Farrand, William R.  
1993. Discontinuity in the Stratigraphic Record: Snapshots from Franchthi Cave. En P. Goldberg, D. T. Nash y M. D. Petraglia (eds.) *Formation Process in Archaeological Context*: 85-96, Monographs in World Archaeology 17, Madison, Wisconsin, Prehistory Press.
- Favier Dubois, Cristian M.  
1998. Dinámica sedimentaria y cambios ambientales en relación al registro arqueológico y tafonómico del Cerro Cabeza de León, Bahía San Sebastián (Tierra del Fuego, Argentina). *Anales del Instituto de la Patagonia (Ser. Cs. Hum.)* 26: 137-152, Magallanes, Chile.  
1999. Pedogénesis y formación de registros en Bahía San Sebastián (Tierra del Fuego) y Lago Roca (Santa Cruz). *Soplando en el viento...Actas de las 3as Jornadas de Arqueología de la Patagonia*: 319-332, San Carlos de Bariloche.  
2001. *Análisis geoarqueológico de los procesos de formación del registro, cronología y paleoambientes en sitios arqueológicos de Fuego-Patagonia*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Ms.
- Franco, Nora V., Luis A. Borrero, Juan B. Belardi, Flavia Carballo Marina, Fabiana M. Martín, Patricia Campán, Cristian M. Favier Dubois, Natalia Stadler, María Isabel Hernández Llosas, Héctor Cepeda, Andrés S. Muñoz, Florencia Borella, F. Muñoz, Isabel Cruz.  
1999. Arqueología del Cordón Baguales y Sistema Lacustre al sur del Lago Argentino. *Praehistoria* 3: 65-86, Programa de Estudios Prehistóricos (CONICET), Buenos Aires.
- Frink, Douglas S.  
1992. The chemical variability of carbonized organic matter through time. *Archaeology of Eastern North America* 20: 67-79.

1994. The Oxidizable Carbon Ratio (OCR): a proposed solution to some of the problems encountered with radiocarbon data. *North American Archaeologist*, 15 (1): 17-29.
1995. Application of the Oxidizable Carbon Ratio Dating Procedure and Its Implications for Pedogenic Research. *Pedological Perspectives in Archeological Research*. SSSA Special Publication 44.
- González de Bonaveri, María Isabel y Marcelo A. Zárate  
1993-94. Dinámica de suelos y registro arqueológico: La Guillerma, provincia de Buenos Aires. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XIX*: 285-305. Buenos Aires.
- Johnson, Eileen, Gustavo Politis, Gustavo Martínez, W. Hartwell, María Gutiérrez, y H. Haas.  
1998. The radiocarbon chronology of Paso Otero 1 in the Pampean Region of Argentina. *Quaternary of South America Antarctic Peninsula* 11 (1995): 15-25.
- Killick, D. J.; A. J. Jull y G. S. Burr  
1999. A Failure to Discriminate: Querying Oxidizable Carbon Ratio (OCR) Dating. *Society for American Archaeology Bulletin* 17 (5): 32-37.
- Mancini, Virginia M.  
1998. Análisis polínicos de secuencias arqueológicas en el área de Lago Argentino. En Luis A. Borrero (ed.) *Arqueología de la Patagonia Meridional (Proyecto Magallania)*:105-132. Concepción del Uruguay, Ediciones Busqueda de Ayllu.
- Matthews, J. A.  
1985. Radiocarbon dating of surface and buried soils: principles, problems and prospects. En K. S. Richards y R. R. Arnet (eds.) *Geomorphology and soils*: 269-288. Londres, Allen & Unwin.
- Nami, Hugo G. y Douglas Frink  
1999. Cronología obtenida por la Tasa del Carbono Orgánico Oxidable (OCR) en Markatch Aike 1 (Cuenca del Río Chico, Santa Cruz). *Anales del Instituto de la Patagonia (Ser. Cs. Hum.)* 27: 231-237, Magallanes, Chile.
- Scharpenseel, H.W.  
1971. Radiocarbon Dating of Soils - Problems, Troubles, Hopes. En Dan H. Yaalon (ed.), *Paleopedology. Origin, Nature and Dating of Paleosoils*, Jerusalem, Intl. Soc. Soil Sci. and Israel Universities Press.
- Soil Survey Staff  
1975. Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys, *Agriculture Handbook* No. 436. U. S. Dep. of Agriculture, Washington.
- Stein, Julie K.  
1992. Organic Matter in Archaeological Contexts. En Vance Holliday (ed.) *Soils in Archaeology*: 193-216, Washington y Londres, Smithsonian Institution Press.
- Stine, Scott  
1994. Extreme and persistent drought in California and Patagonia during mediaeval time. *Nature* 369: 546-549.
- Stuiver, M. y P. J. Reimer  
1993. Extended <sup>14</sup>C Data Base and Revised Calib 3.0 <sup>14</sup>C Age Calibration Program. *Radiocarbon* 35 (1): 215-230.
- Zárate, Marcelo A, María Isabel González, Nora Fleghenheimer y Cristina Bayón  
2000-2002. Sitios arqueológicos someros: el concepto de sitio en estratigrafía y sitio de superficie. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y pensamiento Latinoamericano (INAPL)* 19: 635-653, Buenos Aires.