

Carola Castiñeira Latorre y Juan Carlos Fernicola.
Anales de Arqueología y Etnología 59-60: 229-252
2005 – FFyL., UNC, Mendoza

TEFROCROLOGÍA Y AVANCES PARA UNA RECONSTRUCCIÓN PALEOCLIMÁTICA DEL HOLOCENO MEDIO EN LA REGIÓN NORTE DEL URUGUAY

Carola Castiñeira Latorre¹ y Juan Carlos Fernicola²

¹Laboratorio de Estudios del Cuaternario del Uruguay. UNCIEP – Facultad de Ciencias, U. DE LA Rca. Becaria de Museo Nacional de Historia Natural y Antropología – División Arqueología – Ministerio de Educación y Cultura. unciep@fcien.edu.uy

²PEDECIBA – Biología . Facultad de Ciencias – U. de la Rca. unciep@fcien.edu.uy

RESUMEN

En el presente trabajo se presenta un conjunto de resultados obtenidos a partir del estudio de los depósitos de cenizas volcánicas localizados en la zona norte de la República Oriental del Uruguay. Dichos depósitos, descritos anteriormente en investigaciones tendientes a la construcción de modelos paleoecológicos y culturales evolutivos regionales, no contaban para ese entonces con cronologías radiocarbónicas de referencias confiables. Por lo tanto, determinados procesos o evidencias de amplia expresión regional, tales como el registro de erupciones volcánicas, fueron consideradas sincrónicas, a los fines de establecer correlaciones entre Formaciones litoestratigráficas de Brasil, Uruguay y Argentina. Sin embargo, a partir de la revisión bibliográfica correspondiente, la obtención de nuevos fechados radiocarbónicos y del estudio del material volcanoclástico presente en las terrazas fluviales del Río Uruguay y afluentes, se construye la primera secuencia tefrocronológica para el Holoceno del norte de Uruguay. La misma, testimonia la ocurrencia de eventos volcánicos, acaecidos en la zona andina, en diferentes momentos de la historia holocénica. Asimismo, el reconocimiento de algunas de las propiedades geoquímicas y físico texturales de los bancos de cenizas, nos permiten proponer el estudio de los depósitos volcánicos presentes en Uruguay como una herramienta metodológica más, a la hora de intentar reconstruir los escenarios ambientales que explotaron los grupos prehistóricos del área. Las virtudes que ofrecen los estudios tefrocronológicos para las ciencias estratigráficas y litoestratigráficas del Cuaternario, cuentan con un amplio reconocimiento a nivel mundial; sin embargo, las utilidades que

brindan en cuanto a la capacidad de preservación del registro paleoecológico, recientemente está siendo explotado a nivel regional. En este sentido el presente

estudio correlaciona la información obtenida con los modelos de evolución climática para el Holoceno generados para el Este de Uruguay a efectos de avanzar en la reconstrucción del escenario prehistórico explotados por los grupos humanos que poblaron la región.

Palabras claves: Ceniza volcánica. Tefrocronología. Paleoecología. Uruguay.

INTRODUCCIÓN

La presencia de depósitos cuaternarios de cenizas volcánicas en Uruguay, fueron reportados y descritos en los trabajos pioneros de Whalter del año 1924 para la zona Este del país. Para el norte de Uruguay, región de estudio de esta investigación, fue Antón (1975) quien identificó y analizó bancos de cenizas volcánicas presentes en las terrazas del Río Uruguay, Arroyo Sopas y Arroyo Valentín Grande. Antón (1975), consideró que estos depósitos se originaron como consecuencia de una gran lluvia de cenizas, cuya edad estableció, indirectamente, entre los 10.000 y 8.000 años A.P. A estos depósitos, dicho autor, le atribuyó importancia de carácter estratigráfico debido a que los mismos permitirían posicionar cronológicamente las Formaciones en contacto con las cenizas.

Próximo a nuestra región de estudio (ver figura 1), en el extremo noroeste del Estado de Río Grande (Brasil), Bombín (1976), describió la Formación Touro Passo. Para Bombín (1976), la edad de esta Formación sería pleistocénica terminal - holocénica y estaría correlacionada con otros depósitos similares de la región de Campanha de Río Grande do Sul (Brasil), con la Formación Sopas de Uruguay (Antón 1975) y con la Formación Luján de Argentina (Fidalgo *et al.* 1973). Intercalado dentro de la Formación Touro Passo, fue localizado un nivel de cenizas volcánicas, cuya posición estratigráfica sugiere a Bombín (1976) que el mismo tendría entre 10.000 y 9.000 años A.P., siendo producto de la actividad volcánica de la Cordillera de los Andes. Este nivel, según Bombín (1976), afloraría en regiones próximas, como por ejemplo en el arroyo Sopas en territorio uruguayo, descrito por Antón (1975).

Las primeras cronologías ^{14}C de referencia para los depósitos volcánicos del norte de Uruguay, provienen de la labor arqueológica desarrollada por la Misión de Rescate Arqueológico de Salto Grande en los sitios S-5-42 del Río Arapey y el D03 del Río Cuareím (Guidón 1989c). Estos dos primeros fechados, ubicaron

cronológicamente al menos dos eventos volcánicos holocénicos. En este sentido, el objetivo del presente trabajo es reunir y ampliar la información existente para comenzar a construir la primera secuencia tefrocronológica para Uruguay, posible de ser correlacionada a escala regional.

Las nuevas cronologías ^{14}C obtenidas en el marco de esta investigación conjuntamente con las presentadas por Guidón (1989c) permiten reconocer el registro de al menos dos eventos volcánicos holocénicos con expresión para el norte de Uruguay. Por ende, se hace necesaria la revisión del eventual carácter sincrónico propuesto en los modelos paleoecológicos regionales de Antón (1975) y Bombín (1976).

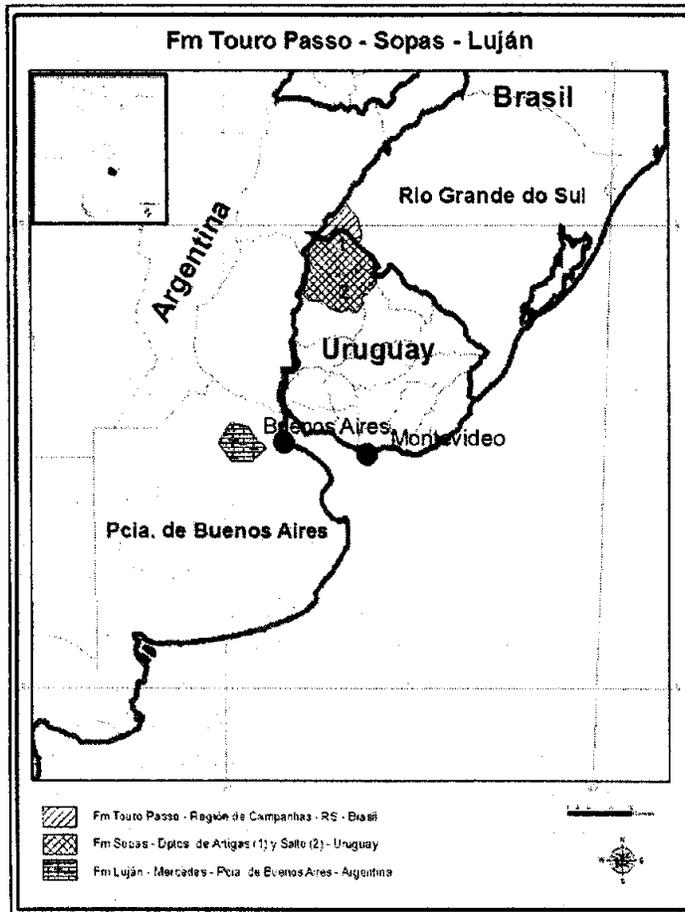


Figura 1. Mapa de las localidades mencionadas en el texto.

Las investigaciones tefroestratigráficas son de gran aplicación en la construcción de mapas geológicos y litológicos regionales, según lo establecido por Thorarinson (1974). Asimismo, son reconocidas como de gran utilidad para el estudio del Cuaternario (Forggat *et al.* 1990). En este sentido, los resultados primarios alcanzados a través del análisis físico textural de los depósitos piroclásticos, la observación de los ambientes de depositación permitieron evaluar las corrientes energéticas intervinientes en el transporte y depositación de las

cenizas volcánicas y las alteraciones que sufrió el material original debido a algunos procesos posdepositacionales. Dicha información conjuntamente con la observación de las partículas biosilíceas preservadas en los bancos de cenizas bajo estudio, permitieron acceder en forma primaria al reconocimiento de algunas características paleoambientales y paleoclimáticas en el entorno de los 4.000 años A.P. plausibles de ser correlacionadas con la información proveniente de la zona Este del Uruguay más ampliamente estudiada (Bracco 1993; Bracco *et al.*, 1998, 2000, 2005; García – Rodríguez *et al.* 2001, 2002)

Correlaciones paleoecológicas, estratigráficas, cronológicas y tefrocronológicas

Los estudios realizados por Antón (1975) sobre la Formación Sopas del Norte de Uruguay, conjuntamente con la información aportada por Bombín y Klamt (1974) para la región de Campanha y la planicie Costera de Río Grande do Sul (Brasil); le permitieron proponer una correlación litoestratigráfica entre la Fm. Sopas y los depósitos que más tarde sería definidos como Fm. Touro Passo por Bombín en 1976. Las características generales que definen a la Fm. Sopas (ver tabla 1), según Antón (1975), serían: un conjunto de sedimentos limosos, que apoyan por encima de la Fm. Mataojo alcanzando una potencia máxima de 5m, el cual constituye el subsuelo de las planicies aluviales de la región basáltica, y que presenta restos fósiles de mamíferos extintos, y niveles “relativamente frecuentes de cenizas volcánicas” (Antón 1975:11). Según este autor, las evidencias arqueológicas presentes en la Formación Sopas no fueron halladas *in situ*, los artefactos líticos correspondientes a la industria “Cuareimense” (definida por Bórmida 1964), han sido localizados en el límite de esta Formación con los suelos aluviales recientes. Sin embargo, la información sobre los hallazgos arqueológicos en el A° Touro Passo reportados por Bombín (1974) que mas tarde conformarían la arqueostratigrafía de la Fm. Touro Passo (Miller 1987), indujo a Antón (1975) a suponer que la Fm. Sopas de Uruguay debería contener hallazgos arqueológicos “*in situ*”.

Cronología	Litología	Registro paleontológico	Registro arqueológico	Clima probable
2.000	Limo de desborde actual, arenas en el río Uruguay.	Sólo especies Actuales	Cerámica, abundante material lítico	Sub-húmedo
5.000	Suelos aluviales actuales	Sólo especies actuales	Cuareimense. Núcleos y lascas en guijarros	Semi-árido a sub-húmedo
	Periodo sin acumulación. Cenizas volcánicas.			Sub-húmedo a húmedo
10.000	Sopas: limos pardos ricos en concreciones de CaCO ₃	Abundancia de mamíferos (<i>Glyptodon</i> , <i>Toxodón</i> , <i>Mustodon</i> , etc.)	Núcleos, lascas, apropiados para la caza de megafauna	Semi-árido a sub-húmedo.
15.000				
20.000				
25.000	Matajojo: cantos rodados y gravas	Pobre: mamíferos	Escaso. Solo en los niveles superiores	Semi-árido a árido.

Tabla 1: Modelo propuesto por Antón (1975), para la Fm. Sopas de Uruguay.

Cronología	Fase Climática	Formación sedimentaria	Registro fósil	Registro arqueológico	Características	Clima
2.500	Subatlántica			Se habrían asentado en el área los grupos indígenas dominantes de la campaña "gaúcha"	Aporte de material para las planicies de inundación	Ultima fluctuación climática
2.500 a 5.000	Subaustral				Inicio de pedogénesis	Seco. Dominio del anticiclón Pacífico
5.000 a 12.000	Atlántica	Deposición del Miembro Lamítico de la Fm. Touro Passo	Ultimos representantes de la megafauna Lujanense	Segunda Tradición cultural	Aporte eólico: Limos y material piroclástico provenientes del Sudoeste	Húmedo y cálido. Dominio del anticiclón Atlántico. Incluye al <i>Optimum</i>
12.000 a 14.000	Pre - Atlántica	Deposición del miembro Rudáceo de la Fm. Touro Passo	Mamíferos de la biota Lujanense	Llegada del Hombre a la Región		Torrencial. Lluvias concentradas transicionales al <i>Optimum</i>
14.000 a 20.000	Austral				Lavado de vertientes y conformación de "valley flat" (Bombin 1976) Erosión.	Frio y seco. Dominio del anticiclón Pacífico.

Tabla 2: Modelo paleoecológico evolutivo generalizado, propuesto por Bombin (1976).

En lo que respecta a la cronología de la Fm. Sopas, Antón (1975) la consideró pleistocénica terminal - holocénica. Dicha edad fue corroborada por Bombín (1975), basándose en un análisis comparado de las faunas de mamíferos fósiles presentes en Río Grande do Sul, de la Fm. Luján de Provincia de Buenos Aires - Argentina y de la Fm. Sopas de Uruguay. El análisis de estas evidencias, conjuntamente con una aproximación multidisciplinaria en el estudio de la Fm. Touro Passo, Bombín (1976) propuso un modelo paleoecológico evolutivo regional (ver tabla 2). Destacando para esta Formación, la asociación espacial existente entre un fragmento craneano de *Glossotherium robustum*, datado por ^{14}C en 12.770 ± 220 a. A.P. (SI - 801), con instrumentos líticos correspondientes a grupos paleoindios. Antón, quien en 1975 había propuesto la correspondencia litoestratigráfica entre las dos formaciones, no descartó la posibilidad de que en el desarrollo de futuras investigaciones, este tipo de evidencias estuvieran presentes en los depósitos correspondientes a la Fm. Sopas. El registro sedimentario, el paleontológico y los depósitos de cenizas volcánicas eo - holocenas reportados tanto para la Fm. Touro Passo como para la Fm. Sopas (Antón 1975, Bombín 1976), conformarían el conjunto de evidencias a favor del mantenimiento de la correlación.

El depósito piroclástico mencionado, es de particular interés para Eurico Miller (1987), al momento de desarrollar una arqueostratigrafía para la Fm. Touro Passo que consolide la construcción de una secuencia cultural. Miller (1987), definió al depósito de cenizas como un "estrato guía" ("estrato Miller - Varela") de carácter regional. Dicho estrato, sería un limitador cronológico y estratigráfico entre la ocurrencia de las evidencias paleoindígenas y el registro arqueológico correspondiente a grupos culturales más recientes. El estrato - guía, ocupa la base de la Unidad estratigráfica II (horizonte V y VI) de la Fm. Touro Passo, la cual está conformada también por fósiles vegetales, animales y material lítico. La datación ^{14}C obtenida para esta Unidad, fue de 10.400 ± 110 a. A.P. (SI 2521) (Miller 1987).

Los primeros fechados radiocarbónicos de referencias para los depósitos volcánicos localizados en el norte del Uruguay, provienen también de investigaciones arqueológicas. La labor arqueológica emprendida en el año 1978 en el sitio S-5-42, ubicado en el valle del Río Arapey, contaba con una descripción estratigráfica efectuada por Pellerin (1976), en la cual se destacaba la presencia de un depósito de cenizas inmediatamente superior a una capa de fósiles vegetales. Precisamente, el fechado radiocarbónico obtenido de 4.580 ± 270 a.A.P (GIF 4412) correspondió a la mencionada capa de fósiles vegetales. Un

segundo fechado radiocarbónico de 9.320 ± 170 a.A.P. (Dik 1224), fue reportado por Guidón (1989c), para material leñoso procedente de una turbera sellada por una capa de cenizas del sitio D03, en la localidad de Calpica sobre las márgenes del Río Cuareím (ver figura 2).

Unidad	Horizonte	Litología	Complejo Cultural	Clima	Cronología
I	I	Arenoso	Itaqui	Actual	
	II	Areno - arcilloso	Itaqui	Lluvioso	
	III	Areno - arcilloso	Itaqui	Actual	
	IV	Limo - arenoso	Itaqui	Lluvioso - cálido	
II Miembro Lamítico	V	Limo - arcilla c/CaCO ₃ Cenizas volcánicas	No identificado	Semiárido	10.400 ± 110 B. P. (SI 2521)
	VI	Arena y Limo	No identificado	Semiárido	17.830 ± 100 B. P. (SI 2351)
III Miembro Rudáceo	VII	Arcillo - arenoso grosero	Paleoindígena	Lluvioso - cálido	
	VIII	Arcillo - arenoso grosero	Paleoindígena	Lluvioso - templado	
	IX	Conglomerado	Paleoindígena	Torrencial - cálido	33.600 ± 1500 B. P. (SI 2350)
	X	Basalto			

Tabla 3: Modelo de Miller (1987)



Figura 2. Terraza del Río Uruguay próxima a la desembocadura del Arroyo San Antonio (Departamento de Salto). Detalle: banco de cenizas.

A partir de estas dos cronologías y según los antecedentes presentados, podríamos establecer la existencia de al menos dos eventos eruptivos durante el Holoceno. El fechado correspondiente al sitio D03 (Calpica) podría estar confirmando la

cronología propuesta para el depósito de la Fm. Touro Passo (Miller 1987). Sin embargo, el otro fechado obtenido para el sitio S-5-42, estaría indicando la presencia de otro evento volcánico holocénico más reciente. La constatación de estas apreciables diferencias cronológicas, marcarían la necesidad de rever la correlación litoestratigráfica propuesta por Antón (1975) y reafirmada por Bombín (1976), en lo que respecta a la supuesta sincronicidad de los bancos de cenizas. Por lo tanto, se debe evaluar la posibilidad de obtener una secuencia de depósitos volcánicos en diferentes puntos del país, como evidencias de episodios de erupción acaecidos durante el Cuaternario reciente. Frente a esto, la consideración de estos depósitos como estratos guías, deben contar con cronologías de referencia precisas y con caracterizaciones geoquímicas y físico-texturales que aporten al establecimiento de una identidad común para estos depósitos. Bancos con cronologías estadísticamente no diferenciables, pueden, sin embargo, corresponder a fuentes de emisión diferentes (ver trabajos de Stern 1990,1991,1992). La valoración de este hecho, puede influir a la hora de ensayar modelos de transporte tendientes a reconstruir condiciones paleoclimáticas basados en los estudios de dispersión eólica.

Tomando en consideración lo anteriormente expuesto, la construcción de la primera secuencia tefrocronológica para el Holoceno de Uruguay, debe necesariamente, avanzar sobre alguna de las características que hacen a la identidad de los bancos estudiados, a efectos de aportar al conocimiento de las condiciones ambientales que dominaron en el pasado reciente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Son presentados en este trabajo los análisis efectuados a un conjunto de muestras identificadas como cenizas volcánicas procedente de perfiles sedimentarios expuestos en las terrazas del Río Uruguay y afluentes.

Localidades de muestreo y características generales

1. Departamento de Artigas

Ciudad de Artigas próximo al Puente Internacional

CV01- procede de un lente de cenizas ubicado sobre la margen izquierda del Río Cuareim a 200 mts. aguas arriba de la Picada de las Lavanderas, en una bajada artificial al mencionado río. Dicho lente tiene aproximadamente 10 cm. de espesor y 3 mts. de expresión horizontal. Presenta estratificación laminar y es de color beige.

CVO2A- procede de un banco de cenizas ubicado a 150 mts. aguas arriba de la Picada de las Lavanderas, sobre la margen izquierda del Río Cuareim. Este banco presenta un espesor de aproximadamente 15 cm y una extensión horizontal de 16 mts.

CV02B- procede de cenizas ubicadas 100 mts. aguas arriba de la Picada de las Lavanderas, sobre la margen izquierda del Río Cuareim. Su expresión vertical no supera los 10 cm y la horizontal alcanza los 3 mts. El tope de este afloramiento se encuentra expuesto.

Aunque los tres afloramientos son discontinuos horizontalmente, la relación con los sedimentos supra e infrayacentes es similar. Es decir, que los sedimentos que infrayacen a las cenizas corresponden a depósitos arenosos, mientras que los depósitos suprayacentes a las cenizas muestreadas como CV01 y CV02 corresponden a loess retrabajado. Esta interpretación se basa en el modelo de terrazas bajas presentado para el Holoceno por Panario y Gutiérrez (1999).

Zona Franquía – Bella Unión

Esta zona se encuentra altamente afectada por obras de represamiento y construcción de muelles de acceso al Río Cuareim. En esta localidad se encuentran varios niveles de cenizas discontinuos, presentes a lo largo de la barranca ubicada sobre la margen izquierda del Río Cuareim, muy próximos a la desembocadura sobre el Río Uruguay. Se describirán los que presentaron mejor resolución en terreno dado que el área se encuentra muy afectada por obras de represamiento y muy erosionada.

MCA. Presenta una expresión vertical de 10 cm. y horizontal de no más de 3 mt. Este depósito, en forma de lente, apoya directamente por encima de una turbera y se encuentra sepultado por sedimento limoso. La mencionada turbera de aproximadamente 20 cm de espesor y con la misma extensión horizontal que el lente suprayacente. Se colectó una porción de material orgánico a efectos de obtener cronologías ^{14}C de referencia para estos depósitos.

MCF. Este banco se encuentra expuesto superficialmente, presenta una clara estratificación laminar, y apoya sobre un depósito de arcillas consolidadas. El depósito piroclástico verticalmente supera los 70 cm y puede seguirse por más de 200 mt en la horizontal. Se registró la presencia de profundas grietas rellenas de material piroclástico, de CaCO_3 y de material arqueológico (lítico).

2. Departamento de Salto

Arroyo San Antonio

M2-Salto, proviene de un banco de cenizas posicionado en la barranca del Río Uruguay próximo a la desembocadura del arroyo San Antonio. Dicho banco, posee un desarrollo vertical de aproximadamente 20 cm. y una extensión horizontal de 300 mt. De esta localidad se muestrearon carbones procedentes de un fogón antrópico hallado a 40 cm. por encima del depósito de cenizas. Los sedimentos que suprayacen al banco de cenizas y que contienen al fogón antrópico fueron asignados por Panario y Gutiérrez (1999) a loess retrabajado.

M2-turba, en la desembocadura del arroyo Los Chanchos, ubicada a 200 mts de la desembocadura del arroyo San Antonio, se tomaron muestras de una turbera sellada por un nuevo depósito de material piroclástico el cual no presentó continuidad estratigráfica con el anterior. Este banco, expuesto luego de una bajante del Río Uruguay, presenta una marcada estratificación laminar y una gran extensión horizontal (300 mt). Por su parte, la turbera, de característica arcillosa, presenta 20 cm. de espesor y componentes orgánicos en excelente estado de conservación, lo que permitió efectuar dataciones por ^{14}C .

Río Arapey

CV Arapey, corresponde a un banco de cenizas localizado en el Paso del Buey Negro, margen derecha del Río Arapey Chico, departamento de Dpto. de Salto. Este banco, de color blanquecino, presenta una clara estratificación laminar y una potencia de 40 cm.. Este nivel se extiende en forma discontinua por alrededor de 100 mt. Sedimentológicamente, los depósitos inferiores corresponden a arenas, mientras que los depósitos superiores corresponden a limos. Nuevamente son interpretados como depósitos en una planicie de inundación, característico del modelo de terrazas bajas de Panario y Gutiérrez (1999).

ACTIVIDADES DE LABORATORIO

Las muestras obtenidas correspondientes a los depósitos identificados en el terreno como cenizas volcánicas, fueron sometidas a diferentes análisis a los fines de establecer: las propiedades físico - químicas, las características del ambiente de depositación, las propiedades geoquímicas que caracterizan a estos depósitos y a los procesos posdeposicionales. Asimismo, las muestras colectadas del fogón detectado en el levantamiento de la muestra M2 - Salto, de la turbera presente en el A° Los Chanchos y de la turbera en la cual apoya MCA; fueron enviadas al Laboratorio de ^{14}C - Cátedra de Radioquímica (Universidad de la República); a

efectos de obtener las cronologías de referencia para estos depósitos. Por último, se efectuaban observaciones del material biosilíceo (fitolitos, diatomeas, crisofiseas, espículas) presente en las muestras de cenizas volcánicas, a efectos de evaluar la pertinencia de los mismos como indicadores de condiciones ambientales y paleoclimáticas particulares (García - Rodríguez *et al.* 2001).

El análisis físico textural sobre muestras de cenizas, se llevó a cabo previo ataque de sustancias cementantes o aglutinantes (CaCO_3 y materia orgánica), habiendo sido colectadas en la siguiente columna de tamices: 250μ , 125μ , 63μ , 38μ . Los datos obtenidos, fueron procesados estadísticamente según técnicas de Folk y Ward (1957) y Sahu (1964) para distinguir los mecanismos y ambientes que pudieron intervenir en la depositación.

El reconocimiento de los minerales presentes en cada muestra se realizó a través de los parámetros establecidos por Kerr (1965) para mineralogía óptica. A partir del método de Fluorescencia de Rayos X dispersiva en energía, para un conjunto de las muestras, se obtuvo la determinación de elementos mayores, menores y trazas. Dicho método, se llevó a cabo bajo la técnica convencional de compresión directa de la muestra, utilizando para la determinación cuantitativa un *target* secundario y *software* de análisis IAEA Qxas. El mismo, se realizó en los laboratorios de la Dirección Nacional de Tecnología Nuclear (DINATEN). En este caso, las muestras procedentes del campo fueron pretratadas de manera siguiente: lavado con agua destilada, eliminación por pipeteo de la fracción arcilla y tamizadas en tamiz de 38μ (fracción enviada a la DINATEN).

A las muestras MCA – MCB – MCF correspondientes a la misma localidad geográfica – Zona Franquía – Bella Unión (Departamento de Artigas), se las sometió a análisis de difracción de Rayos X (DRX) para la fracción limo, clase modal resultante del procesamiento estadístico textural. El pretratamiento dado en este caso a este nuevo conjunto de muestras, correspondió al mismo que el empleado para el análisis textural.

La determinación del material biosilíceo, se realizó mediante una combinación del método de oxidación química de la materia orgánica propuesto por Rovner (1990) y el método de fraccionamiento y observación total de las fracciones propuesto por Pinilla y Bustillo (1997).

Muestra	Análisis				
	Físico-textural	Mineralogía óptica	FRX	DRX	Descripción del material biosilíceo
CV01				-	-
CV02A				-	-
CV02B				-	
M2 - Salto				-	
CV Arapey				-	
MCA	-	-	-		
MCB	-	-	-		
MCF	-	-	-		

Tabla 4: Análisis efectuados a los diferentes conjuntos de muestras. Se marcan en sombreado los análisis llevados a cabo y discutidos en la siguiente sección.

RESULTADOS

Análisis granulométrico

Las clases de tamaño de grano fueron pesadas y expresadas en porcentajes relativos de unidades de Φ (ϕ), cuya escala arbitraria se computa por medio de la ecuación $\Phi = \log 2$ (tamaño de grano en mm) (Krumbein 1934).

Las medias de tendencia central (Mz granulométricas), a partir de los parámetros establecidos por Folk y Ward (1957) se estableció para la mayoría de las muestras entre Φ 4 y 5. Los valores obtenidos de desvío estándar para cada muestra, fueron inferidos según escala cualitativa de Folk y Ward (op.cit.), a efectos de inferir el grado de selección granulométrica de estos depósitos. Dichos valores, estarían indicando de moderada a pobre selección. Asimismo, los demás parámetros estadísticos (media de las varianzas, desvío estándar de la curtosis, el desvío estándar de las medias y el desvío estándar de las varianzas), calculados también a partir de las formulas propuestas por Folk y Ward (op.cit.), fueron considerados para inferir las características del ambiente que pudo intervenir en la depositación y selección, según Sahu (1964).

Los valores obtenidos y graficados en Sahu (op.cit.), para el mismo conjunto de muestras, se ubicaron dentro de los parámetros establecidos para una depositación fluvial de baja energía. Este resultado es consistente con la estratificación laminar que presentan mayoritariamente los depósitos volcánicos observada en campo; y con la clasificación obtenida del grado de selección (de moderada a pobre selección).

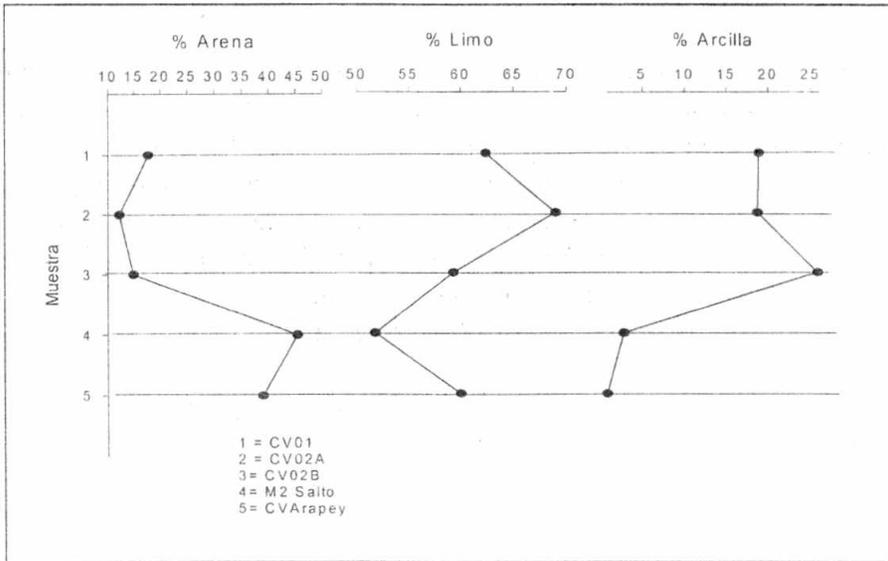


Gráfico 1: Resultados de análisis textural

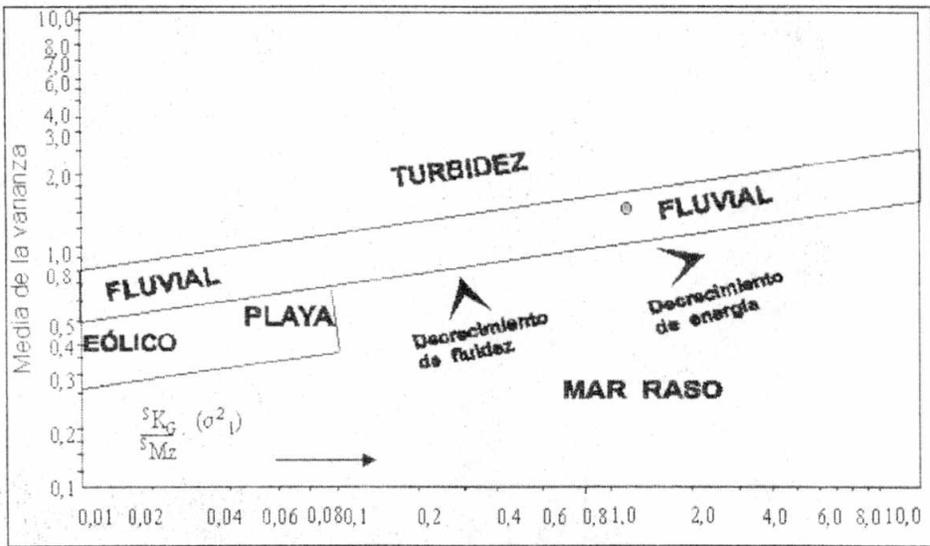


Gráfico 2: Ambiente de sedimentación inferido de acuerdo a Sahu (1964)

Análisis mineralógico y geoquímico

El reconocimiento petrográfico permitió observar las siguientes características para las muestras CV02A, CV02B, M2-Salto y CV Arapey. En general, las muestras presentan un elevado porcentaje de vidrio volcánico (70 - 80%) de hábito hojoso y de aspecto traslúcido, seguido por la presencia de cristales de cuarzo de bordes rectos y extinción ondulante (alrededor del 15%) y en menor proporción plagioclasa. Las tefras de buena preservación presentan aristas irregulares (ver figura 3), considerando que la alteración sería consecuencia de procesos secundarios depositacionales.

Los resultados geoquímicos alcanzados a través de la Fluorescencia de RX para este conjunto de muestras (CV01, CV02A, CV02B, M2 - Salto y CV Arapey), permitieron avanzar en cuanto a la señal geoquímica de los bancos de cenizas presentes en el Norte uruguayo.

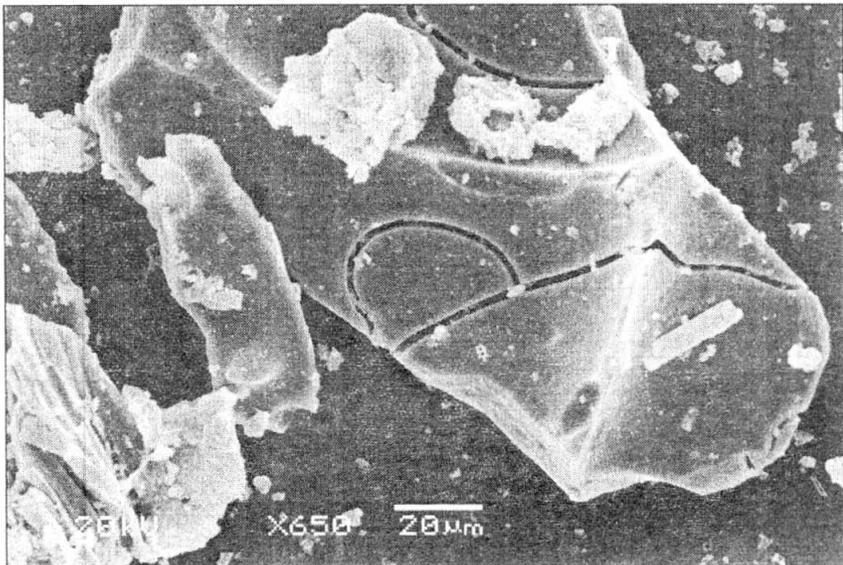


Figura 3: vidrio volcánico al M.E.B.

	CV01	CV02A	CV02B	M2 SALTO	CV ARAPEY	Unidades
K	3.06 ± 0.48	2.73 ± 0.39	2.33 ± 0.37	2.58 ± 0.37	3.66 ± 0.53	% w
Ca	0.70 ± 0.14	0.285 ± 0.083	0.401 ± 0.094	0.55 ± 0.11	0.48 ± 0.11	%w
Ti	0.190 ± 0.032	0.127 ± 0.031	0.212 ± 0.032	0.190 ± 0.036	0.099 ± 0.030	%w
Mn	515 ± 75	603 ± 86	496 ± 80	651 ± 89	565 ± 85	Ppm
Fe	1.56 ± 0.19	2.02 ± 0.25	2.21 ± 0.11	1.67 ± 0.21	0.97 ± 0.12	Ppm
Zn	63 ± 12	62 ± 12	65 ± 8	49 ± 11	58 ± 11	Ppm
Pb	44 ± 4	35 ± 1	32 ± 7	41 ± 5	47 ± 4	Ppm
Rb	422 ± 52	384 ± 47	328 ± 17	390 ± 48	447 ± 55	Ppm
Sr	48 ± 6	38.7 ± 5.0	40.5 ± 3.3	58.0 ± 7.3	56 ± 7	Ppm
Y	24.8 ± 3.7	23.6 ± 3.6	19.2 ± 2.7	29.3 ± 4.2	30.2 ± 4.0	Ppm
Zr	78.7 ± 9.8	74.7 ± 9.3	96.0 ± 5.5	90 ± 11	81.1 ± 10.0	Ppm

Tabla 7: Resultados en base a FDRX

Un aspecto importante que caracteriza el conjunto de las muestras analizadas es el alto porcentaje K y el bajo porcentual de Ca, lo que indicaría una elevada presencia de feldespatos alcalinos, sugiriendo un origen más bien ácido de la erupción volcánica (Rankama y Sahama 1954). Este hecho es concordante con la relación Rb/Sr. Así como con la presencia de cuarzo con bordes rectos que estaría indicando un elevado porcentaje de sílice en la fuente de emisión.

Sin embargo, los análisis de DRX sólo aplicados a las muestras procedentes de Franquía muestran una composición mineralógica que confronta con la acidez propuesta tentativamente para los otros bancos de cenizas. Esta confrontación surge básicamente, por la detección en el difractograma de olivinos, piroxenos y anfíboles, aunque también se registraron plagioclasas albita, feldespatos potásicos y cuarzo. Dicha confrontación, propone avanzar sobre los procesos que actuaron en la contaminación del material piroclástico, así como sugerir la posibilidad de que exista registro de erupciones procedentes de fuentes volcánicas diferentes.

Cronologías radiocarbónicas de los depósitos estudiados

La primera datación radiocarbónica efectuada en el marco de esta investigación se realizó sobre carbón procedente de un fogón antrópico. El mismo, fue localizado en una porción de la barranca del Río Uruguay en las proximidades de la desembocadura del A° Los Chanchos (en la ciudad de Salto), 40 cm por encima del depósito de cenizas identificado como M2 – Salto (*vide supra*: materiales y métodos). La cronología obtenida fue 3.880 ± 80 a. A.P. (URU 0077).

La segunda datación, se realizó sobre el contenido orgánico de la turbera localizada en la desembocadura del A° Los Chanchos, la cual se tomo como referencia para establecer fechado de base al depósito anteriormente mencionado

(*vide supra*: materiales y métodos). La datación obtenida fue de 4.020 ± 70 (URU 0079) a.A.P.

La tercera datación, también corresponde al contenido orgánico de la turbera sellada por otro depósito de ceniza, ubicado en la Zona Franquía (Bella Unión, Departamento de Artigas). La cronología ^{14}C obtenida en esta oportunidad fue de 4.010 ± 140 (URU 0211).

Bracco *et al.* (2000), establecieron, que en el caso de ser correcta la interpretación tafonómica de estos depósitos, los restos orgánicos contenidos al interior de las turberas nos proporcionan un fechado de alta resolución para la depositación de las cenizas suprayacentes. Cabe agregar, que esta alta resolución estaría en

relación con la obtención de una edad máxima para la depositación del material piroclástico.

A partir de estos tres nuevos fechados realizados en el marco de esta investigación, se obtiene un total de 5 cronologías radiocarbónicas de referencia para depósitos volcánicos presentes en la región norte del Uruguay (ver tabla 8).

Cronología ^{14}C	Procedencia	Referencia
3880 ± 80 a.A.P.	Carbón de fogón. Río Uruguay	URU 0077
4020 ± 70 a.A.P.	Contenido orgánico. Turbera. A° Los Chanchos	URU 0079
4010 ± 140 a.A.P.	Contenido orgánico. Turbera. Zona Franquía	URU 0211
4580 ± 270 a.A.P.	Contenido orgánico. Turbera. Río Arapey	GIF 4412 (Guidón 1987 c)
9320 ± 170 a.A.P.	Contenido Orgánico. Turbera. Río Cureim	Dik 1224 Guidón (1987 c)

Tabla 8: Fechados radiocarbónicos de referencia para los bancos de cenizas volcánicas presentes en Uruguay. Los fechados sombreados fueron obtenidos en el marco de este trabajo.

En una primera instancia, podríamos establecer que los fechados URU 0077, URU 0079, URU 0211 y GIF 4412, podrían atribuirse a un mismo episodio de erupción o en su defecto, a la erupción de uno o más volcanes durante el Holoceno medio.

Observación de partículas y microfósiles silíceos

El análisis de las partículas biosilíceas efectuado para las diferentes muestras de cenizas, destaca la abundancia de fitolitos en muy buen estado de preservación (ver figura 4), predominando aquellos producidos en gramíneas C_4

(principalmente células cortas panicoides). Según lo establecido por Twiss (1992), el predominio de fitolitos de gramínea C_4 serían indicadores del predominio de un clima de temperaturas cálidas. A su vez, la importante representación de células cortas cloroides en algunas de las muestras estaría sugiriendo condiciones de mayor aridez y/o marcada estacionalidad en las precipitaciones.

Por su parte, las asociaciones de géneros de diatomeas reconocidas (*Eunotia*, *Navicula*, *Tabularia*, *Pinnularia*, *Rhopalodia*, *Epithemia*, entre otras) serían indicadoras de ambientes dulceacuícolas. Condición ambiental reforzada con la alta presencia de estomatocistos de crisofíceas y espículas de espongiarios.

Las asociaciones de microfósiles silíceos y la buena preservación que el mismo presenta, estaría indicando que la depositación de las cenizas, estuvo favorecida por la disponibilidad de ambientes de baja energía tales como: pequeñas lagunas, canales, bañados y pantanos.



Figura 4: fitolito articulado en tejido vegetal identificado en la muestra de cenizas presente en terrazas del Río Arapey.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las virtudes más destacadas para los depósitos volcánicos son: ser productos de eventos excepcionales, acotados temporalmente, contar con una amplia expresión regional, que sus propiedades geoquímicas pueden remitirnos a su fuente de emisión y las cuales, conjuntamente con las propiedades físicas permiten identificar procesos de transporte, depositación, posdepositacionales y de hipergénesis. Dichas virtudes, han permitido reconocer a las erupciones volcánicas y al registro de las mismas, conjuntamente con las evidencias de las fluctuaciones glaciares, como los productos de los episodios holocénicos más significativos (Rabassa 1987). Asimismo, para las ciencias arqueológicas, un depósito de cenizas tiene la excepcional virtud de preservación del registro paleoecológico (Borrero 1994), de amplia utilidad a la hora de reconstruir los escenarios ambientales que explotaron las poblaciones prehistóricas.

La presencia de bancos de cenizas volcánicas en las terrazas fluviales del norte uruguayo, con potencia y expresión diferencial (de 30 a 80 cm de espesor, de algunos pocos metros a decenas de metros), estarían estrechamente vinculados a

la presencia de paleocanales, paleolagunas, antiguos bañados, pantanos, que estarían en retroceso al momento de la depositación. Estos ambientes, se habrían comportado como trampas naturales, provocando una morfología diferencial a cada depósito. La estratificación laminar observada en algunos casos, serían evidencias a favor de un proceso de decantación en medios acuosos de baja energía. Sin embargo, el estudio de otras secuencias estratigráficas, conjuntamente con los resultados alcanzados por el análisis mineralógico y geoquímico, estarían indicando contextos de redepositación de los bancos de ceniza. Por lo cual, podríamos considerar que los depósitos de material piroclástico que se encontraron sellando turberas y presentan estratificación laminar, se encontrarían en contextos primarios de depositación; siendo estos, los registros de más alta resolución cronoestratigráfica.

Si bien para algunas de las muestras analizadas, correspondientes a este último tipo de depósito (en contexto primario), se detectaron minerales y elementos químicos que no podrían adjudicarse específicamente a las cenizas, los mismos son considerados como contaminantes que se habrían mezclado durante el transporte eólico, durante el proceso de depositación y/o a causa de los procesos de hipergénesis posdepositacionales.

Las cronologías radiocarbónicas obtenidas por esta investigación, conjuntamente con los fechados presentados por Guidón (1989c) para el sitio S-5- 42 y para el sitio D03; nos permiten adjudicar el conjunto de los depósitos analizados a eventos volcánicos holocénicos. La mayoría de los datos radiocarbónicos (cinco de seis: GIF 4412, URU 0077, URU 0079, URU 0211), permiten ubicar con seguridad uno o mas eventos para el Holoceno medio, posteriores a los 4.000 años A.P. Faltarían evidencias para el establecimiento de un registro más antiguo como el sugerido por el fechado obtenido para el sitio D03 cercano a los 9.000 años A.P. citado por Guidón (1989c).

Consideramos de interés enmarcar a las evidencias aquí analizadas, conjuntamente con las tres cronologías obtenidas en esta investigación, dentro del conjunto de indicadores regionales existentes para la caracterización climática establecida para el Holoceno medio. Existe un amplio consenso regional en caracterizar al período posterior a los 4.000 A.P. de árido a semiárido, con predominio de actividad eólica (Bombín 1976; Iriondo y García 1993; Iriondo 1997; Panario y Piñeiro 1997; Panario y Gutiérrez 1999, Zárate, *et al.* 2000). Investigaciones recientes basadas en el estudio de microfósiles silíceos en testigos lagunares del este del Uruguay, aportaron evidencias a favor del consenso regional (Bracco *et al.* 2005, García – Rodríguez *et al.* 2001, 2002). Las asociaciones de géneros de diatomeas y su correlación con los morfotipos identificados de fitolitos, para el periodo comprendido entre los 4.000 y 2.500 años A.P., evidencian el dominio de un periodo árido, que paulatinamente se fue tornando más benigno hacia su culminación (Bracco *et al.* 2005, García – Rodríguez 2001, 2002),

La caída y depositación de las cenizas se produjo en la transición hacia la instalación de las condiciones de aridez inferidas para los 4.000 a.A.P. Las evidencias geomorfológicas que sustentarían la transición estaría conformado por el registro de turberas. Los ambientes acuosos que favorecieron al entrampamiento del material piroclástico estarían sufriendo una retracción paulatina, que conjuntamente con el cambio de las condiciones físico químicas del entorno, favorecieron la generación de dichas turberas fosilizadas posteriormente por la caída de las cenizas. A su vez, el mantenimiento de condiciones áridas, habría provocado las grietas de desecación observadas en los bancos expuestos de cenizas. Mientras que la intensa actividad eólica posterior, habría provocado el relleno de las mismas.

En una segunda instancia, las evidencias que provienen de la paleobotánica estarían reafirmando el carácter transicional del clima para ese momento. El

análisis de las partículas biosilíceas para el conjunto de las muestras analizadas, destacó el dominio de fitolitos panicoides y cloridoides, que son producidos predominantemente en la epidermis de las hojas de gramíneas C₄. Si bien los taxones de fitolitos cloridoides serían los que mejor respuesta adaptativa tendrían bajo condiciones climáticas de mayor aridez, las muestras analizadas manifestaron una mayor representatividad de fitolitos panicoides. Las plantas productoras de estos últimos, serían más exitosas en regiones cálidas y húmedas, tropicales y subtropicales. Por lo cual, podría establecerse que el dominio de estos últimos, estaría respondiendo a las condiciones previas a la instalación del mencionado período árido que evolucionó a condiciones de mayor sequedad.

Los resultados hasta el momento alcanzados, han permitido avanzar en la suma de evidencias necesarias para una futura construcción de un modelo de evolución climática regional para el Holoceno medio, deteniéndose necesariamente, en la obtención de datos previo a la formulación de correlaciones forzosas. El estudio de los bancos de cenizas volcánicas presentes en Uruguay, permite discutir la calidad de "estratos guías" en los términos planteados por Miller (1987). Los fechados ¹⁴C de referencia obtenidos para los depósitos piroclásticos del norte de Uruguay no permiten referirlos como limitadores cronológicos y estatigráficos para la ocurrencia de registros paleoindígenas dado que los mismos se ubicaron cronológicamente en periodos cuaternarios más recientes que los establecidos en

la literatura arqueológica para el comienzo de la colonización humana de estas tierras.

Agradecimientos:

A Lic. Laura del Puerto por los análisis del contenido de microfósiles silicios y el aporte a la interpretación de los datos. Al Dr. Felipe García – Rodríguez por el análisis del contenido diatomológico. A Lic. Hugo Inda por la revisión del manuscrito y aportes en el diseño. Al equipo técnico de la DINATEN, Departamento de Física y Geología de la Facultad de Ciencias. Al Lic. Roberto Bracco por su impulso a esta investigación y ser el nexa con la Cátedra de Radioquímica – Laboratorio ¹⁴C. Al Dr. Marcelo Zárate por la pertinencia en sus comentarios y sugerencias para la redacción de este trabajo.

Trabajo recibido en 2002 y aceptado para publicar 2005.

BIBLIOGRAFÍA

Antón, D. 1975. *Evolución geomorfológica del Norte del Uruguay*. Ministerio de Agricultura y Pesca, Dirección de suelos y fertilizantes, Montevideo, Junio 1975:22p.

Balsille J.H. y W.F. Tanner. 1999. Suite versus composite statistics. *Sediment.Geol.* 125: 225 – 234.

Bombin, M. 1975. Afinidade paleoecológica, cronológica e estratigráfica de componente megamamífero na biota do Quaternario terminal da provincia de Buenos Aires (Argentina), Uruguai e Río Grande do Sul (Brasil). *Com. do Museu de Ciencias PUCRGS*, Porto Alegre, Nº3, 28 p.

Bombin, M. 1976. Modelo paleoecológico evolutivo para o Neoquaternario da região da Campanha oeste do Río Grande do Sul (Brasil) A formação Touro Passo, seu conteúdo fossilífero e a pedogênese pos - deposicional. *Com. do Museu de Ciencias PUCRGS*, Porto Alegre, Nº15, 90 p.

Bombin, M. y Klamt, E. 1974. Evidências paleoclimáticas en solos de Río Grande do Sul. *Anais de XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia*, Porto Alegre, Vol 3: 183-193.

Bórnida, M. 1964. Las industrias líticas precerámicas del Arroyo Catalán Chico y del Río Cuareim (Depto. de Artigas, R.O. del Uruguay). Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.

Borrero, L. 1994. Arqueología y paleoecología en Ultima Esperanza: Notas para su integración regional. En: *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano*, Nº 15: 185-198.

Bracco, R. 1993. Desarrollo cultural y evolución ambiental en la región este de Uruguay. Ediciones del Quinto Centenario, Universidad de la República, Montevideo pp: 45-69.

Bracco, R.; del Puerto, L.; Inda, H.; Castiñeira, C; 2005. Mid-late Holocene cultural and environmental dynamics in Eastern Uruguay. *Quaternary International*, Special issue: Mid-Holocene paleoenvironments and human occupation in southern South America, Edited by M. Zarate, G. Neme, A. Gil., vol 132(1):37-45

Bracco, R., Ures, C., 1998. Las variaciones del nivel del mar y el desarrollo de las culturas prehistóricas del Uruguay. *Revista do Museo de Arqueología e Etnología* 8, 109-115.

Bracco, R., Ures, C., y Ubilla, M. 2000. Contribución al análisis crítico de la relación espacial y temporal entre el material cultural y paleofauna (Pleistoceno Final y Holoceno en la Cuenca Norte del Uruguay). En: *Arqueología uruguaya hacia el fin del milenio*, Colonia, Tomo I: 327 – 340.

Fidalgo, F.; de Francesco, F. y Colado, U. 1973. *Geología superficial en las Hojas Castelli, J.M.Cobo y Monasterio (Provincia de Buenos Aires)*. Actas del V Congr. Geol. Arg., IV (Buenos Aires): 27 – 39.

- Folk, R. y Ward, W. 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain parameters. *Journal of Sed. Petrol.*, 27:3-27.
- Forgatt, P. and Lowd, D. 1990. A review of late Quaternary silicic and some other tephra formations from New Zealand: their stratigraphy, nomenclature, distributions, volume and age. New Zealand. *Journal of Geology and Geophysics*, vol 33: 89 - 109.
- García – Rodríguez, F.; Castiñeira, C; Sprechmann, P. y Scharf, B. 2002. The relationship between the trophic state and sea level variation in the Rocha Lagoon, Uruguay. *N.Jb. Geol. Paläont.* :27-47, Stuttgart.
- García – Rodríguez, F.; del Puerto, L.; Castiñeira, C; Inda, H.; Bracco, R.; Sprechmann, P. y Wilhelm, B. 2001. Preliminary Paleolimnological Study of Rocha Lagoon, SE Uruguay. *Limnologica* 31:221-228.
- Guidón, N. 1989a. *Misión de Rescate Arqueológico de Salto Grande, República Oriental del Uruguay*, Tomo 1, Ed. Rosa Trakalo, Ministerio de Educación y Cultura, Montevideo, 338p.
- Guidón, N.
1989 b. *Misión de Rescate Arqueológico de Salto Grande, República Oriental del Uruguay*, Tomo 2, Primera Parte, Ministerio de Educación y Cultura, Montevideo, 610p.
- Guidón, N.
1989 c. *Misión de Rescate Arqueológico de Salto Grande, República Oriental del Uruguay*, Tomo 3, en prensa.
- Hilderth, W. and Drake, R. 1992. Volcan Quizapú, Chilean Andes. *Bulletin of Volcanology*, vol 54, 2:93 - 125.
- Iriondo, M. 1997. Models of Deposition of Loess and Loessoids in the Upper Quaternary of South America. *Journal of South American Earth Sciences*, Vol 10, No. 1 pp:71-79.
- Iriondo, M. y García, N. 1993. Climatic variations in the Argentine plain during the last 18.000 years. En: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, vol 101:209 - 220.
- Kerr, P. 1965. *Mineralogía óptica*. M.C. Grau - Hill Bokk Company, INC, tercera edición, New York.
- Krumbein, W.C. 1934. Size frequency distribution of sediments. *Journal of Sed. Petrol.* 4:65-77.
- Miller, E. 1987. Resultados preliminares das pesquisas arqueológicas paleoindígenas no Rio Grande do Sul. En: *Estudios Atacameños*. Ed. Universitarios, San Pedro de Atacama, N° 8:37 -61.
- Ogura, H.; Shusaku, Y. and Kanichi, K. 1992. Middle to Late Pleistocene Tephrostratigraphy of the 200 meter Core sample from the North Osaka Bay, Japan. *Journal of Geosciences*. Osaka City University, Vol 35:1-12.
- Panario, D. y Gutiérrez, O. 1999. The Continental Uruguayan Cenozoic: an overview. *Quaternary International*, 62:75-84

Panario, D. y Piñeiro, G. 1997. Vulnerability of oceanic dune systems under wind pattern change scenarios in Uruguay. *Climatic Research Special Issues*, 9:67 - 68.

Pellerin, J. 1976. *Problemes Geomorfologiques at stratigraphiques du Quaternaire fluviale sur la rive orientale du Rio Uruguay de Bella Union a Salto (Uruguay) Rapport de travail effectué du 14 Novembre au 21 Decembre 1976 pour le compte de la mission UNESCO "Rescate Arqueológico de salto Grande"*. Centre Geomorphologie du CNRS, France, 28 p.

Pinilla, A. y Bustillo, M^o A. 1997. Silicofitolitos en secuencias arcillosas con silcretas. Mioceno Medio Madrid, En: *Estado actual de los estudios de fitolitos en suelos y plantas*. Ed.:

Pinilla A, Juan Tresserras y Machado M., Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, Colección Monografías del centro de ciencias medioambientales, 4:255 - 265.

Rabassa, J. 1987. The Holocene of Argentina: a review. *Quaternary of South American and Antarctic Peninsula*, Vol 5:269 - 290.

Rankama, K. y Sahama Th.G. 1954. Geoquímica. Aguilar, S.A. Madrid, 862 p.

Rollinson, H. 1997. Using Geochemical Data: evaluation, presentation, interpretation. Longam, Londres, 352p.

Rovner, I. 1990. Notas técnicas. Análisis de fitolitos. Extracción de fitolitos de muestras de suelos. *Antropológicas*, 4: 49-53.

Sahu, B. 1964. Depositional mechanisms from the size analsis of clastic sediment. *Journal of Sed. Petrol.*, 34: 78 - 83.

Seiguer, E. 1994. *A Fase Ibicui uma revisao arqueologica, cronologica y esrtatigrafica*. Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 134p.

Stern, Ch. 1990. Tephrocronology of Southernmost Patagonia. *National Geographic Research*, 6:110 -126.

Stern, Ch.

1991. Mid - holocene tephra on Tierra del Fuego (54°S) derived from Hudson Volcano (46°S):Evidence large explosive. *Revista Geológica de Chile*, vol.18, 2: 139 - 146.

Stern, Ch.

1992. Tefrocronología de Magallanes: Nuevos datos e implicaciones. *Anales del Instituto de Patagonia*. Servicio de Ciencias Humanas, Chile, 21:130 -141.

Thorarinson, S. 1974. The terms tephra and tephrocronology. En: *World Bibliography and Index of Quaternary Tephrocronology*. Ed. J.A. Wetagate & C.M. Gold, University of Alberta, Alberta: 17 - 18.

Torra, R. 1999 Geoquímica y Petrogénesis de la Cinerita de Laguna Blanca, Provincia del Chaco, Argentina. IV Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. Actas. VI:89-92. Corrientes.

Torra, R., Perino, E. y Strasser, E. 1999. Geoquímica del Loess Cuaternario del Chaco y Este Salteño, con algunas consideraciones Paleoambientales. IV Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Actas. VI: 109-112. Corrientes.

Torra, R., Perino, E. y Strasser, E. 1999. Características Geoquímicas del Loess Chaco-Salteño, Argentina. Primer Encuentro Argentino de Investigaciones Fitolíticas "Dr. Joaquín Frenguelli". Actas. p. 6. Diamante.

Twiss, P. 1992. Predicted World Distribution of C₃ and C₄ Grass Phytoliths. En: *Phytolith Systematics. Emerging Issues*. Ed: George Rapp, Jr. and Susan C. Mulholland. Plenum Press, New York: 113-128.

Walther K. 1924. Estudios geomorfológicos y geológicos. Ed. Siglo Ilustrado, Montevideo.

Zárate, M.A., R.A. Kemp, M. Espinosa, and L.Ferrero. 2000 Pedosedimentary and palaeoenvironmental significance of a Holocene alluvial séquence in the southern Pampas, Argentina. *The Holocene* 10, 4:481-488.