

Niveles de tefras en sedimentos continentales del Pleistoceno tardío-Holoceno (Provincia de Buenos Aires)

Rodolfo O. Gentile y Alejandro M. Ribot

RESUMEN

Se caracterizan niveles de tefras en tres localidades de la Provincia de Buenos Aires: Olavarría, Tandil y Camet Norte. El nivel de Olavarría, fue identificado en el Miembro Guerrero (Pleistoceno tardío) de la Formación Luján, el de Tandil intercala en sedimentos de la Formación Las Animas (Pleistoceno tardío - Holoceno), mientras que el tercero se localiza en la Facies Camet Norte (Formación Santa Clara) cuya edad fuera asignada al Pleistoceno tardío.

Considerando dataciones radiocarbónicas realizadas por otros autores, el nivel de tefras de Olavarría se ha depositado entre 26.930 ± 860 años ^{14}C A.P. y 9.990-10.280 años cal A.P, pudiendo haberse acumulado alrededor de 19.320 - 20.470 años cal A.P. y 20.650 - 21.760 años cal A.P. El nivel de tefras de la Facies Camet Norte y el del Miembro Guerrero, están alojados en unidades litoestratigráficas correlacionables, aunque no se ha establecido si ambos niveles representan un mismo evento temporal. Las tefras de Tandil se acumularon en algún momento del Pleistoceno tardío - Holoceno (preconquista).

El componente más abundante de las tefras es vidrio volcánico de composición ácida (riolítica hasta dacítica) y en menor proporción, más básica, observándose en los depósitos que las contienen una importante participación de materiales piroclásticos.

ABSTRACT

Three levels of tephra from Buenos Aires Province are recognized and characterized. They are located in the basin of Arroyo Tapalqué (Olavarría), in the vicinity of Tandil city, and in the coastal area of Camet Norte. In Olavarría the layer is embedded in fluvial sediments of the Guerrero Member (Late Pleistocene) of the Luján Formation. In Tandil it is found in aeolian deposits of the Las Animas Formation (Late Pleistocene - Holocene), while in Camet Norte it occurs in the Facies Camet Norte of the Santa Clara Formation, which has been assigned to the Late Pleistocene.

Radiocarbon dates obtained by other researchers in the Arroyo Tapalqué indicate that this level was deposited between $26,930 \pm 860$ years ^{14}C BP and 9990 - 10,280 years cal BP, perhaps around 19,320 - 20,470 years cal BP and 20,650 - 21,760 years cal BP. Camet Norte and Olavarría tephtras are both contained in stratigraphically correlated units, though it is unknown if these levels were synchronous. The tephtra in Las Animas Formation accumulated some time in the Late Pleistocene - Holocene (preconquest).

In the three sites, the most abundant component of tephtras is acid volcanic glass (rhyolitic to dacitic), with minor proportions of glass of more basic composition. The units which contain the tephtras show a significant participation of pyroclastic material during their formation.

Rodolfo O. Gentile. Departamento de Arqueología, Facultad de Ciencias Sociales, UNCPBA. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. Calle 45 N° 888, Cuarto Piso, Dto. A, La Plata, Buenos Aires, Argentina. Email: ogentile@way.com.ar.

Alejandro M. Ribot. LEMIT-CIC, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. Calle 13 bis N° 1243, Ringuet, La Plata, Buenos Aires, Argentina. Email: aribot@museo.fcnym.unlp.edu.ar.

INTRODUCCIÓN

Los depósitos integrantes de distintas unidades estratigráficas correspondientes al Cenozoico superior de la Provincia de Buenos Aires, se caracterizan por presentar cantidades variables, a veces importantes, de materiales piroclásticos (Bloom 1990; Fidalgo *et al.* 1991; Frenguelli 1950; Teruggi 1957; Zárate y Blasi 1990).

La concentración de estos componentes piroclásticos en ocasiones puede llegar a ser elevada y formar niveles de tefras, en general, de pocos centímetros de espesor y escaso desarrollo areal, que han sido señalados por distintos autores y en numerosas contribuciones desde fines del siglo XIX hasta la actualidad. En algunos casos, referidos como una característica entre otras, de unidades estratigráficas (Ameghino 1889; Dangavs y Blasi 1992; Dillon *et al.* 1985; Fasano *et al.* 1984; Fidalgo *et al.* 1966; Fidalgo, De Francesco y Colado 1973; Fidalgo, Colado y De Francesco 1973; Fidalgo y Tonni 1983; Frenguelli 1928; González Bonorino *et al.* 1956; Kraglievich 1952; Orgeira y Valencio 1984; Osterrieth y Martínez 1990; Rabassa 1988; Zárate y Martínez 1986; Zavala 1993) mientras que en otros, han sido objeto de estudios específicos. Entre ellos, geoquímicos y geocronológicos (Bigazzi

et al. 1995), químicos y mineralógicos (Corbella *et al.* 1998), mineralógicos, granométricos y químicos (Imbelloni y Camilión 1988), granométricos y mineralógicos (Martínez *et al.* 1990), sedimentológicos, mineralógicos y geocronológicos (Valente *et al.* 1998).

Los niveles se distinguen tanto en la zona costera como en el interior de la provincia y están representados en distintas regiones fisiográficas correspondientes al ámbito de sierras y llanuras, donde fueron citados formando parte de unidades estratigráficas, cuya edad abarca desde el Plioceno hasta tiempos muy recientes. Estas últimas representadas por las cenizas del Volcán Quizapú, eyectadas en el año 1932 y las correspondientes al Volcán Hudson en 1991.

Niveles de tefras en provincias cercanas fueron señalados por Frenguelli (1931) y Ramonell *et al.* (1992) para la Provincia de San Luis y en provincias limítrofes por Ramonell *et al.* (1993) para La Pampa.

En la presente contribución, se reconocen y caracterizan tres niveles de tefras integrantes de unidades litoestratigráficas de génesis continental (fluvio/lacustre y eólico) del Pleistoceno tardío/Holoceno. Dos de ellos fueron identificados en las Sierras Septentrionales y no habían sido reconocidos ni estudiados previamente; el restante se ubica en el área costera atlántica cercana a

la localidad de Mar del Plata. En dichas sierras, se localizó un nivel en la cuenca de drenaje del Arroyo Tapalqué, a unos 3 km al suroeste de la ciudad de Olavarría y el restante, a unos 7,5 km al este de la ciudad de Tandil. El nivel ubicado en la zona costera se encuentra en Camet Norte, a unos 20 km al norte de la ciudad de Mar del Plata. Los niveles de Olavarría y Camet Norte se depositaron en partes deprimidas del paisaje. En el primer caso, en la planicie de inundación del Arroyo Tapalqué y en el segundo, en una pequeña depresión. En cambio, el nivel de tefras del área de Tandil, se depositó en sectores de divisorias.

En la Figura 1, se detalla la ubicación de los niveles considerados, mientras que en la Figura 2 se muestran localidades en la Provincia de Buenos Aires, con citas de niveles de tefras.

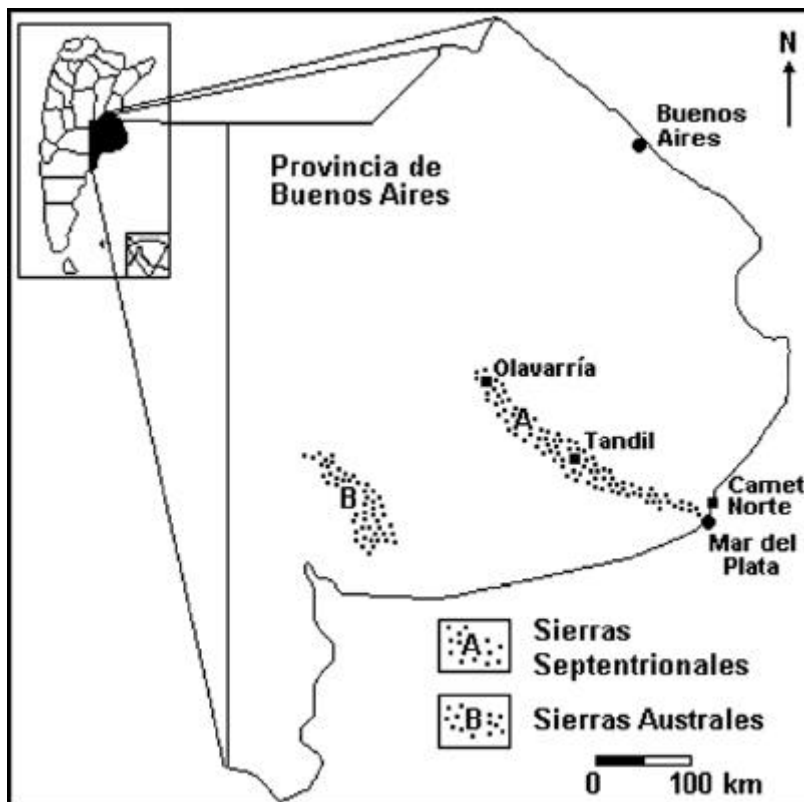


Figura 1: Ubicación de las localidades con los niveles de tefras considerados.

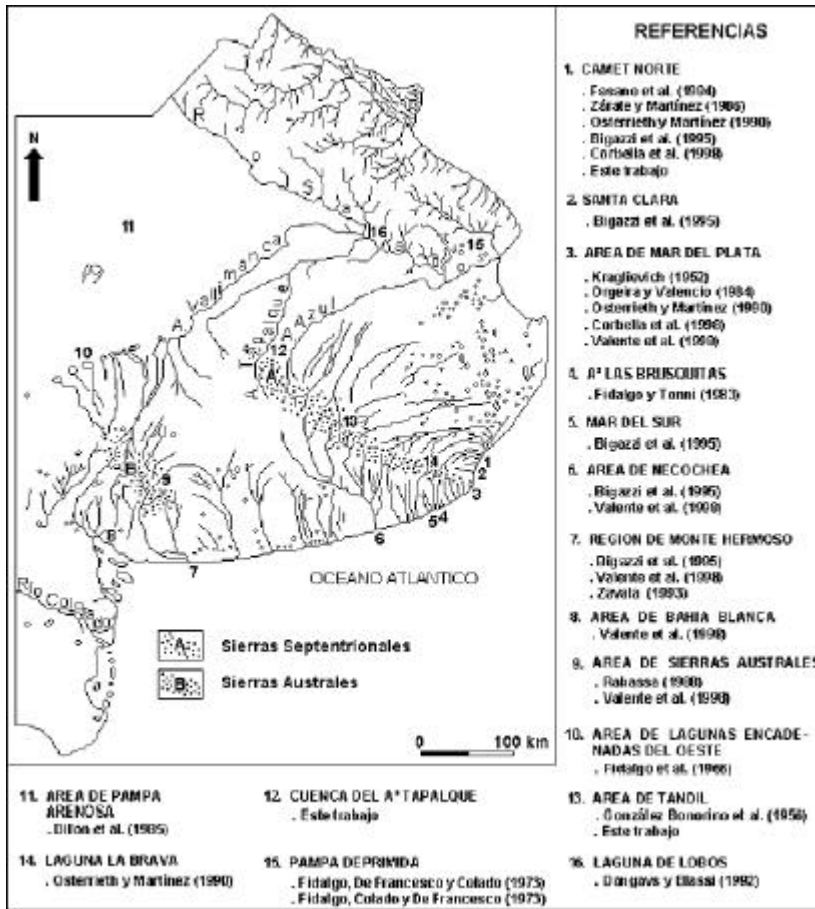


Figura 2: Localidades con citas de tefras en la Provincia de Buenos Aires.

GEOLOGÍA

Las principales características geológicas de las secuencias estratigráficas que contienen los depósitos de tefras estudiados se muestran en la Figura 3. Con posterioridad a la fecha de relevamiento, los afloramientos correspondientes a los perfiles de Olavarría y Tandil, fueron modificados por acción antrópica.

Perfil Olavarría

El nivel de tefras correspondiente a Olavarría fue reconocido en la margen izquierda de un tributario del Arroyo Tapalqué, que desagua en su margen izquierda, a unos 100 m de la confluencia (coordenadas geográficas: 36° 54' 28" de latitud Sur y 60° 21' 09" de longitud Oeste) y está representado en la hoja topográfica del IGM Olavarría (3760-15-3) escala 1:50.000.

La secuencia consta de un espesor de 1,6 m, dentro de la cual se diferencian dos secciones (Figura 3).

La inferior, sin base expuesta a la observación, presenta un espesor de 1,1 m, aunque a unos 10 m de la traza del perfil se reconocen espesores de más de 2 m sin base expuesta.

Está integrada por un depósito de color gris verdoso y granometría limo arenoso con arcilla en menor proporción. Son sumamente frecuentes en la sección estructuras laminadas integradas por limos y arenas de color castaño negruzco y gris verdoso. Presenta además CO₃Ca, constituyendo en ocasiones concreciones de unos 1,5 cm de diámetro y 5-8 cm de longitud y en otros casos, tabiques de posición subhorizontal y aspecto planar de 1 cm de espesor y 20 a 30 cm de longitud aproximadamente.

El nivel de tefras de coloración castaño blanquecina, se encuentra intercalado en dichos depósitos y se observa en la barranca a lo largo de unos 1,50 m con un espesor de 10 a 15 cm y tanto el contacto superior como el inferior son netos (Figura 3).

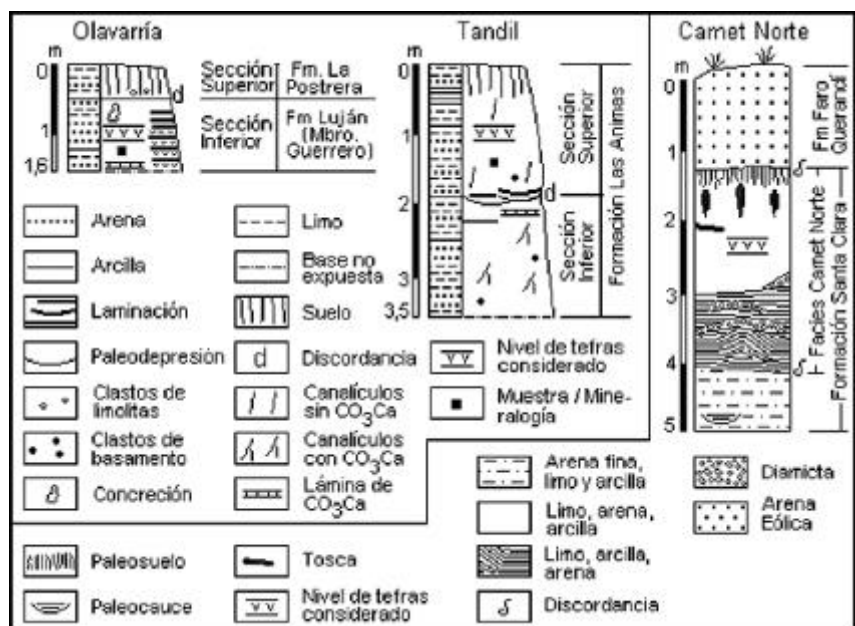


Figura 3: Secuencias estratigráficas que contienen los niveles de tefras reconocidos.

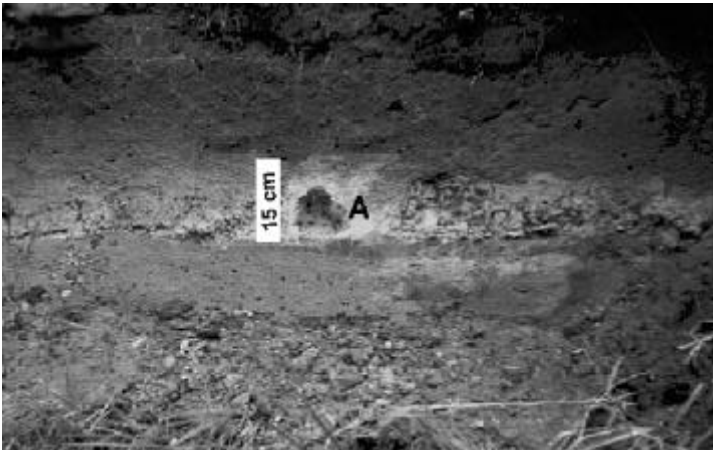


Figura 4: Cuenca del Arroyo Tapalqué. A: Nivel de tefras considerado. Las líneas llenas indican sus límites. Constituye una capa relativamente homogénea, intercalada en depósitos fluviales correspondientes al Miembro Guerrero de la Formación Luján.

ra 4). Se observa también que integra sectores laminados (Figura 5) donde alterna con limos y arenas.

En discordancia erosiva se desarrolla la sección superior, de unos 0,50 m de espesor. Presenta color gris negruzco y granometría limo con arena en menor proporción, diferenciándose hacia la base escasos clastos de limolitas de unos 5 mm de eje mayor.

La sección inferior integra depósitos fluviales del Miembro Guerrero de la Formación Luján (Fidalgo, De Francesco y Colado 1973), mientras que la superior corresponde a sedimentos principalmente eólicos de la Formación La Postrera (Fidalgo, De Francesco y Colado 1973) en los cuales se desarrolla el suelo actual.

Ambas unidades litoestratigráficas fueron reconocidas en la cuenca del Arroyo Tapalqué por Fidalgo *et al.* (1986).

Perfil Tandil

El nivel de Tandil fue identificado en una excavación (coordenadas geográficas: 37° 00' 10" de latitud Sur y 59° 04' 05" de longitud Oeste) que se ubica al costado de la ruta 226, a unos a 125 km al sureste del perfil anterior y localmente a 500 m al sureste del cementerio parque El Paraíso. Está representado en la Hoja topográfica del IGM Sierra del Tandil (3760-29-2) escala 1:50.000.

La secuencia consta de un espesor de 3,50 m dentro de la cual se diferencian dos secciones (Figura 3). La inferior, presenta un espesor de 1,70 m y no tiene

base expuesta a la observación. Se trata de un depósito color castaño amarillento y granometría limo con arena y arcilla en menor proporción, en el cual se diferencian escasos clastos de basamento cristalino de 3 - 5 mm de eje mayor y canalículos de 2 - 3 mm de diámetro. En algunos sectores presenta abundantes estructuras laminadas, de color castaño negruzco y castaño amarillento alternantes. Se diferencia CO_3Ca , en ocasiones tapizando el interior de los canalículos descriptos, bajo la forma de pequeños agregados de 3 - 4 mm de diámetro y además integrando escasas planchas de tosca de 1 cm de espesor y 30 cm de longitud. Esta sección es resistente en los sectores laminados

y con carbonato de calcio, situación que favorece hacia el techo el desarrollo de una leve visera.

En discordancia se desarrolla la sección superior de 1,80 m de espesor. En los primeros 1,30 m se trata de un sedimento de color castaño amarillento y granometría limo con arena y arcilla subordinada. El contacto con la sección inferior está marcado en algunos sectores por la presencia de paleodepresiones, de 50 cm de largo y 20 cm de espesor con estructuras laminadas. El depósito se presenta suelto y sumamente homogéneo, con abundantes canalículos de similares dimensiones a los descriptos. Ocasionalmente, inmersos en la masa se diferencian clastos de rocas del basamento cristalino de hasta 10 cm de diámetro máximo. Aquí, las tefras se presentan como nódulos de 1,5-2 cm de diámetro, escasamente consolidados, con núcleos bien definidos y rebordes difusos, que gradan con el sedimento hospedante.

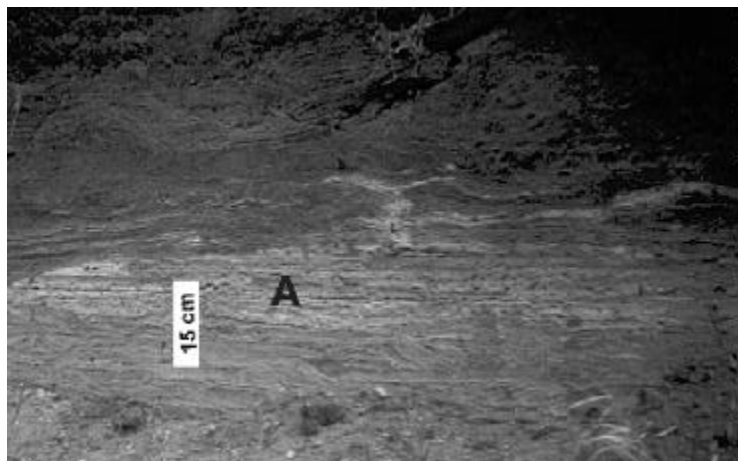


Figura 5: Cuenca del Arroyo Tapalqué. A: Tefras (color castaño blanquecino) intercaladas en limos arenosos del Miembro Guerrero de la Formación Luján; con estructuras laminadas y en parte ondulíticas.

Hacia los 0,30 m superiores se manifiesta una estructura de aspecto prismático con individuos agregados de unos 5-6 cm de largo y 1 cm de lado. Hacia los 0,20 m siguientes, el depósito pierde esta estructura y pasa gradualmente a un sedimento de granometría limo arenoso y color castaño negruzco.

La secuencia descrita corresponde a depósitos agrupados por Rabassa (1973) como Formación Las Animas. Las dos secciones reconocidas representan dos momentos de desarrollo de la unidad, interrumpido por la discordancia erosiva. Los 0,50 m superiores corresponden al solum, del perfil de suelo actual.

Perfil Camet Norte

Las tefras de Camet Norte, se ubican en la Facies Camet Norte de la Formación Santa Clara (Schnack *et al.* 1982). Presentan un espesor de 10 a 15 cm e intercalan en una secuencia predominantemente lacustre (Fasano *et al.* 1984). Con el objeto de mostrar las relaciones estratigráficas de estas tefras, el perfil de Camet Norte fue tomado de otros autores (Fasano *et al.* 1984) y, por razones de espacio sintetizado como se muestra en la Figura 3. El tratamiento de estas tefras fue realizado con el fin de compararlas con las de Tandil y Olavarría y datos publicados por otros autores (Corbella *et al.* 1998).

ANÁLISIS MINERALÓGICO

La caracterización petrográfica fue realizada en los tres niveles de tefras reconocidos y en muestras de sedimentos integrantes de dos de las unidades que los contienen a los efectos de compararlos entre sí. Estos últimos corresponden al Miembro Guerrero de la Formación Luján (Muestra Olavarría), muestreados a unos 20 cm por debajo del nivel de tefras y a la Formación Las Animas (Muestra Tandil), obtenidos a unos 30 cm por debajo de las tefras tratadas. Este análisis tuvo como objetivo establecer comparaciones con datos existentes en la literatura. Los resultados han sido resumidos en la Tabla 1.

La mineralogía se estudió con microscopio petrográfico sobre las fracciones arena muy fina y ocasionalmente fina en muestras previamente disgregadas. El recuento modal se efectuó con platina contadora de puntos Swift, utilizándose preparados de grano suelto montados en bálsamo de Canadá (índice de refracción $n=1,537$). Las determinaciones de los n del vidrio volcánico, se realizaron con líquidos de inmersión patrones previamente calibrados con un refractómetro Zeiss, abarcando un intervalo entre $n=1,4833$ (esencia de trementina) y $n=1,5324$ (salicilato de metilo) a $T= 25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Descripción de Tefras

Como consecuencia de las semejanzas (cualitativas) mineralógicas halladas en las tefras procedentes de las tres localidades consideradas, su descripción ha sido tratada en conjunto.

Vidrio volcánico: Predominan las trizas angulosas, incoloras y frescas, de bordes cóncavo-convexos, ri-

Procedencia		Olavarría		Tandil		Camet Norte
Material analizado		Tefras	Sedimento	Tefras	Sedimento	Tefras
N° de clastos analizados		1069	1049	1236	972	1128
Componentes		(%)				
Vidrio Volcánico	Incoloro	93,64	30,70	67,24	20,81	91,77
	Coloreado	0,46	3,24	3,17	8,95	1,06
Cuarzo		1,24	12,67	6,10	8,23	1,59
Feldespatos		1,61	23,73	9,51	31,37	2,30
Líticos	Pelitas, rocas plutónicas y metamórficas	0,37	6,48	2,18	5,96	0,53
	Pastas de rocas volcánicas	0,19	5,91	1,78	9,15	0,44
Alteritas		1,61	13,38	7,45	11,72	1,42
Piroxenos	Augita	0,07	0,86	0,48	1,03	0,09
	Hipersteno	0,09	0,19	0,16	0,10	0,09
Anfiboles	Hornblenda	0,07	1,33	0,81	1,23	0,09
	Lamprobolita	0,09	0,38	0,16	0,31	0,09
Micas	Biotita	0,12	0,09	0,40	0,21	0,18
	Clorita	0,07	-----	-----	-----	-----
Circón		0,09	0,19	0,16	0,21	-----
Apatita		-----	0,19	0,08	-----	-----
Rutilo		-----	0,09	0,08	0,10	-----
Minerales opacos		0,28	0,57	0,24	0,41	0,35
Calcita		-----	-----	-----	-----	-----
Total		100	100	100	100	100

Tabla 1: Mineralogía de los niveles de tefras y sedimentos del Miembro Guerrero de la Formación Luján (Muestra Olavarría) y Formación Las Animas (Muestra Tandil).

cas en canalículos y burbujas, a veces con microestructuras fluidales; la determinación del n (1,493-1,510) permitió asignarles una composición ácida riolítico - dacítica. Los clastos subredondeados y redondeados son escasos y suelen estar ligeramente alterados. Los vitroclastos coloreados poseen composiciones ligeramente más básicas (n :1,532, raramente hasta 1,550).

Cuarzo: Forma clastos angulosos a subangulosos, en general límpidos. En baja proporción, pueden presentar ligera extinción ondulante. Se han identificado algunos clastos subredondeados, como así también, otros fragmentados reteniendo formas piramidales.

Feldespatos: Forman clastos angulosos - subangulosos, en menor porcentaje subredondeados, en general frescos hasta ligeramente alterados, Las plagioclasas, presentan hábito más tabular que el feldespato potásico. Suelen exhibir zonación concéntrica, y también maclado polisintético según las leyes de albita y más raramente, albita - Carlsbad. Presentan composiciones variables (n superiores a 1,550), entre oligoclasa y andesina básica. El feldespato potásico en general carece de maclas polisintéticas en dos direcciones (el microclino, cuando aparece, se presenta fresco o ligeramente alterado).

Líticos: Composicionalmente han sido agrupados en dos grandes categorías litológicas: por un lado (a) los componentes derivados de rocas sedimentarias (clastos subangulosos a subredondeados de limolitas y/o arcilitas, poco consolidados), rocas plutónicas de composición granítica (clastos subangulosos compuestos por agregados de cuarzo y feldespato potásico) y rocas metamórficas (muy escasos fragmentos policristalinos, angulosos - subangulosos, integrados por cuarzo elongado con extinción ondulante); por el otro, (b) los componentes de filiación volcánica, en general representados por fragmentos subredondeados - subangulosos, algo alterados, de pastas ácidas microfelsíticas, o intermedias, con texturas hialofíticas hasta hialopiliticas.

Alteritas: Abarcan todos aquellos clastos suficientemente alterados, cuya composición no puede ser identificada por vía microscópica normal. En general, son subangulosos hasta subredondeados. Observados bajo lupa binocular, podrían corresponder a vidrio volcánico muy alterado, seguido por líticos (pastas volcánicas, arcillas) y fragmentos de feldespatos.

Piroxenos: La augita es el componente más común; se presenta como cristales subhedrales, frescos, de aristas redondeadas y tonalidad verde pálida. En orden

decreciente de abundancia, se observaron cristales frescos de hipersteno, con hábito prismático y subredondeado. Anfíboles: Predominan los clastos de hornblenda fresca, de color verde y pleocroísmo marcado; puede tener hábito prismático alargado y ser subredondeada hasta subangulosa o angulosa. La hornblenda basáltica es menos frecuente; aparece como cristales frescos de color castaño rojizo, con marcado pleocroísmo, a veces reteniendo buen hábito prismático.

Micas: Están representadas por algunas laminillas de biotita fresca, con bordes subangulosos a redondeados y tonalidades castañas o castaño-verdosas. Ocasionales laminillas de color verde pálido y baja birrefringencia, han sido asignadas a clorita.

Circón: Aparece como cristales euhedrales a subhedrales, tanto de hábito prismático alargado como corto, frescos.

Apatita: Se presenta como cristales prismáticos elongados y frescos.

Rutilo: Cristales subhedrales de color castaño rojizo intenso, algo pleocroicos y frescos.

Minerales opacos: Clastos relativamente equidimensionales, desde subangulosos a subredondeados, asignables a óxidos de hierro.

Muestra Olavarría (Miembro Guerrero de la Formación Luján)

Vidrio volcánico: Aparece bajo la forma de clastos incoloros (trizas de composición ácida), subangulosos a subredondeados, subordinadamente angulosos, en su mayoría frescos, ricos en burbujas y canalículos, a veces con microestructuras fluidales; también, como clastos de color rosa pálido hasta castaño oscuro, desde subredondeados hasta subangulosos, todos en su mayoría frescos. Una tercer categoría correspondería a aquellos clastos subredondeados de vidrio alterado-muy alterado.

Cuarzo: Aparece como clastos subangulosos - angulosos, raramente subredondeados. En general se presentan límpidos, aunque algunos pueden estar pigmentados. La extinción es homogénea, pero se han observado clastos con extinción ligeramente ondulante; algunos granos exhiben inclusiones desordenadas de rutilo acicular.

Feldespatos: La plagioclasa suele retener el hábito tabular, aparece como clastos fragmentados, desde subangulosos hasta subredoneados, en ocasiones con bordes engolfados en general frescos; suelen presen-

tar zonación. Otras en cambio, se caracterizan por el maclado polisintético según la ley de albita y se hallan moderadamente alteradas. Sus n en todos los casos son superiores al n del bálsamo, lo cual indica composiciones aproximadamente intermedias. El feldespato potásico se presenta como clastos subredondeados a subangulosos, en menor proporción angulosos y muy angulosos, en general frescos; puede presentar maclas enrejadas (microclino), y alguna que otra variedad estar libre de maclado e incluso exhibir micropertitas (ortoclasa?).

Líticos: Predominan las pastas de rocas volcánicas subredondeadas-redondeadas, en algunos casos alcanzan a reconocerse texturas traquíticas, aunque suelen predominar las hialopiliticas-hialoofíticas, acompañadas por microfelsíticas pigmentadas por óxidos férricos; también se observaron fragmentos de microfenocristales feldespáticos con pastas vítreas alteradas adosadas. Subordinados a las pastas volcánicas, se reconocieron clastos subredondeados y subangulosos, ligeramente coloreados, asignables a materiales pelíticos arcillosos. Acompañan escasos fragmentos cuarzo feldespáticos probablemente derivados de rocas graníticas, seguidos por cuarzo policristalino elongado, en ocasiones algo ondulante, asignable a rocas metamórficas.

Alteritas: Forman clastos subredondeados a subangulosos, en menor porcentaje redondeados y angulosos. En algunos casos, puede reconocerse que son monocristalinos, pudiendo tratarse de feldespatos, pero en la mayoría de los casos, corresponderían a agregados policristalinos (probablemente, vulcanitas y pelitas arcillosas).

Piroxenos: Predominan los clastos subredondeados a redondeados relativamente cortos, en menor proporción subangulosos y frescos, de augita; algunos clastos retienen buen hábito prismático y muestran terminaciones dentadas. Se observaron muy escasos cristales subredondeados de ortopiroxeno (hipersteno) con hábito prismático largo, frescos y con pleocroísmo verde-rosa pálido.

Anfíboles: La hornblenda es el componente más común; aparece como clastos subredondeados a redondeados y subangulosos a angulosos, frescos, en ocasiones con cierto hábito prismático; poseen pleocroísmo verde claro-verde oscuro, siendo raras las variedades de color castaño-verdoso. La hornblenda basáltica es más escasa y aparece como clastos subredondeados, en ocasiones ligeramente alterados.

Micas: Se observaron escasas laminillas de biotita castaño rojiza, fresca.

Circón: Pequeños cristales subredondeados, de hábito prismático largo.

Apatita: Muy escasos cristales de hábito prismático, subredondeados.

Rutilo: Cristales subredondeados a subangulosos, color castaño rojizo intenso, algo pleocroicos.

Minerales opacos: Clastos subredondeados hasta subangulosos, equidimensionales, probablemente de magnetita.

Muestra Tandil (Formación Las Animas)

Vidrio volcánico: Predominan las trizas incoloras, subangulosas hasta subredondeadas, de composición ácida, al igual que en los casos anteriores ricas en burbujas y canalículos, con microestructuras fluidales, en ocasiones alteradas. En forma subordinada se observaron clastos subangulosos, acompañados por otros subredondeados-redondeados, de vidrio volcánico castaño rojizo a castaño amarillento, parcialmente alterado y revestido por pátinas ($n=1,5525$).

Cuarzo: Forma clastos subangulosos a subredondeados, a veces parcialmente cubiertos por pátinas que enmascaran su identificación; exhiben extinción relativamente homogénea.

Feldespatos: La plagioclasa aparece como clastos subangulosos hasta subredondeados, a veces con hábito tabular. Pueden estar zonadas y/o macladas, y presentar ligera alteración a finos agregados arcillosos. Al igual que en las restantes muestras, sus n son superiores al n del bálsamo, indicando composiciones, al menos, intermedias (andesina). El feldespato potásico se presenta como clastos subangulosos a subredondeados, en ocasiones con hábito tabular; puede estar fresco o alterado; el microclino aparece en bajas proporciones.

Líticos: En modo semejante a la Muestra Olavarría, predominan los clastos subredondeados de pastas de rocas volcánicas, ricas en vidrio o microfelsíticas. En orden decreciente de abundancia, se reconocieron clastos subredondeados a subangulosos, ligeramente coloreados, asignables a material pelítico arcilloso. Muy escasos fragmentos cuarzo feldespáticos podrían corresponder a rocas graníticas.

Alteritas: Forman clastos subangulosos a subredondeados, en más baja proporción redondeados, en algunos casos asignables a vidrio volcánico muy alterado, en otros, a líticos (arcillas, pastas volcánicas) o fragmentos de feldespatos.

Análisis muestra total (Fusión ICP) Limite detección 0,01% - Actlabs, Canadá			
Procedencia	Olavarría	Tandil	Camet Norte
Oxidos mayoritarios	(%)		
SiO ₂	65,76	66,37	71,46
TiO ₂	0,48	0,45	0,17
Al ₂ O ₃	14,64	13,95	12,44
Fe ₂ O ₃	2,64	3,13	1,02
MnO	0,09	0,07	0,05
MgO	0,57	0,83	0,20
CaO	1,63	2,12	0,82
Na ₂ O	5,02	3,29	3,59
K ₂ O	3,10	3,38	4,40
P ₂ O ₅	0,09	0,07	0,04
LOI	4,92	5,18	4,51
Total	98,94	98,84	98,70
Elementos traza y límites de detección	(ppm)		
Ba (2)	749	596	616
Sr (2)	193	205	77
Y (2)	24	19	14
Sc (2)	7	7	2
Zr (2)	220	174	104
Be (1)	2	2	2
V (5)	68	53	67

Tabla 2: Óxidos mayoritarios (%) y elementos traza (ppm) obtenidos a partir de análisis de fusión sobre muestra total de tefras

Piroxenos: La augita es el componente más abundante; se presenta como cristales subredondeados a subangulosos, a veces con leve hábito prismático corto, en general frescos (no faltan los rebordes dentados). El ortopiroxeno (hipersteno), es muy escaso y aparece como cristales de hábito prismático corto, subredondeados, y apenas pleocroicos desde el verde al rosa pálidos.

Anfíboles: Predomina la hornblenda en clastos subredondeados, frescos y de color verde; en ocasiones, también puede retener cierto hábito prismático alargado. La hornblenda basáltica es muy escasa; se presen-

ta como cristales frescos subredondeados, de color castaño rojizo.

Micas: Están representadas por algunas laminillas de biotita fresca, con bordes subangulosos a subredondeados y tonalidades castaño-verdosas.

Circón: Aparece como cristales euhedrales a subhedrales, con hábito prismático más bien corto y frescos.

Rutilo: Cristales subhedrales de color castaño rojizo intenso, ligeramente pleocroicos y frescos.

Minerales opacos: Clastos relativamente equidimensionales, desde subangulosos a redondeados, a veces mostrando caras cristalinas, asignables a óxidos de hierro (magnetita).

Calcita: Aparece en forma esporádica como fragmentos angulosos, límpidos, con microestructura fibrosa y alta birrefringencia.

CLASIFICACIÓN QUÍMICA DE LAS TEFRAS

En la Tabla 2 se muestra la composición química, expresada en óxidos de elementos mayoritarios, acompañados por algunos elementos traza en partes por millón. El LOI (loss on ignition) representa la suma total de volátiles perdidos durante la calcinación de la muestra. Los análisis fueron realizados mediante el método de fusión - ICP, en Activation Laboratories, Canadá.

Desde el punto de vista químico y considerando los elementos mayoritarios, las tres muestras son relativamente semejantes entre sí (Tabla 2). El carácter ácido queda bien definido cuando al ser ploteadas en un diagrama TAS recalculado a base anhidra (Figura 6A) se ubican en el campo de las riolitas. Cuando son representadas en un diagrama Zr/TiO₂ - SiO₂ (Figura 6B) la composición riolítica es desplazada hasta el campo de las riodacitas/dacitas. Desde el punto de vista químico normativo se caracterizan por presentar cuarzo (21-33%), hipersteno (0,5-2,2%) y corindón (0,2-1,2%), exhibiendo bajas relaciones K₂O/Na₂O (0,62: Olavarría; 1,03: Tandil; 1,23: Camet Norte) evidenciando la muestra de Tandil porcentajes de Fe₂O₃ - MgO - CaO y LOI sensiblemente más elevados. Una tendencia peraluminosa a ligeramente metaluminosa se registra en la Figura 6C. Finalmente, la tendencia calcoal calina queda evidenciada cuando son proyectadas sobre el diagrama AFM (Figura 6D).

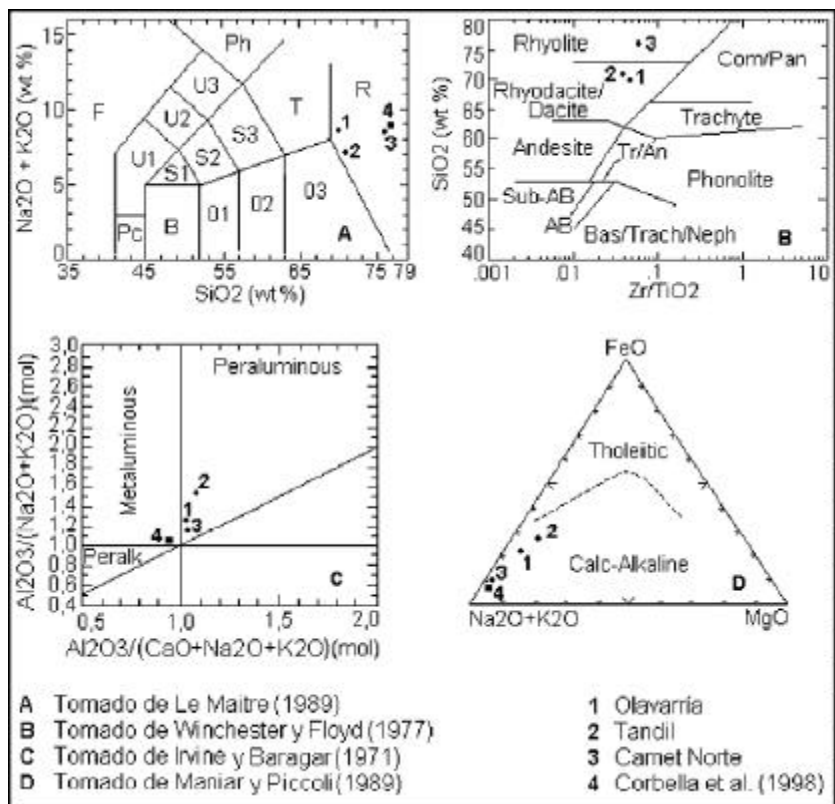


Figura 6. A: Diagrama TAS de clasificación química de rocas volcánicas. B. Diagrama de clasificación química $Zr/TiO_2 - SiO_2$. C. Diagrama de saturación de alúmina. D. Diagrama AFM que muestra los campos calcoalcalino y tholeiítico.

INTERPRETACIÓN

La edad de los tres niveles de tefras aquí tratados ha sido estimada mediante criterios de correlación estratigráfica y dataciones radiocarbónicas preexistentes realizadas en depósitos correspondientes a la Formación Luján en la cuenca del Arroyo Tapalqué (Figini *et al.* 1995). Dichos autores han expresado las edades calculadas como años ^{14}C A.P., no corregidas por fraccionamiento isotópico (Fi) ni por efecto reservorio (Er), y como años calendario (cal A.P.), de acuerdo a Stuiver y Reimer (1993), previa corrección por Fi (medido y estimado según Stuiver y Polach 1977) y Er. Por su parte, el rango de calibración es de 1 sigma.

La secuencia en la cual se ubica el nivel de tefras en Olavarría (cuenca del A° Tapalqué) corresponde al Miembro Guerrero del Pleistoceno tardío. Este, conjuntamente con el Miembro Río Salado (Platense fluvial) correspondiente al Holoceno, integran la Formación Luján (Fidalgo *et al.* 1986), de génesis fluvio/lacustre y amplia distribución en cursos de agua de la Provincia de Buenos Aires. Las dataciones radiocarbónicas efectuadas (Figini *et al.* 1995) en el Miembro Guerrero, provienen de un sector castaño basal y otro verde superior. El primero, presenta edades con valores máximos,

obtenidas en CO_3Ca y valvas, de 26930 ± 860 años ^{14}C A.P. y 28900 ± 800 años ^{14}C A.P., respectivamente. Edades obtenidas a partir de valvas de moluscos del sector verde superior, están comprendidas entre 19320 - 20470 años cal A.P. y 20650 - 21760 años cal A.P. Por otra parte, las dataciones realizadas en materia orgánica para la parte inferior del Miembro Río Salado, dieron edades con valores máximos entre 9990 - 10280 años cal A.P. El nivel de tefras aquí analizado, fue identificado en depósitos correspondientes al sector verde y la correlación estratigráfica permite asignarle una edad Pleistoceno tardío. No obstante, partiendo de los valores máximos en las edades ^{14}C obtenidas para el Miembro Río Salado y mínimos para el sector castaño basal del Miembro Guerrero, su depositación ha tenido lugar entre 26930 ± 860

años ^{14}C A.P. y 9990 - 10280 años cal A.P. Considerando además las edades obtenidas del sector verde se podrían haber acumulado alrededor de 19320 - 20470 años cal A.P. y 20650 - 21760 años cal A.P.

Como ya fuera mencionado, el nivel de tefras de Camet Norte, se ubica en la Facies Camet Norte de la Formación Santa Clara del Pleistoceno tardío (Schnack *et al.* 1982). Posteriormente (Fasano *et al.* 1984), depósitos localizados en el techo de esta facies fueron correlacionados con el Platense fluvial (Holoceno), abarcando en este caso un intervalo Pleistoceno tardío/Holoceno. A partir de nuestras observaciones, se considera que el nivel de tefras intercalado en esta facies, forma parte de los depósitos correspondientes al Pleistoceno tardío, los cuales, son estratigráficamente correlacionables con el Miembro Guerrero de la Formación Luján en Olavarría, aunque, no se ha establecido si los niveles de tefras en ambas unidades corresponden a un mismo evento temporal.

La sucesión que contiene el nivel de tefras en la zona de Tandil, en nuestra interpretación, corresponde a la Formación Las Animas del Pleistoceno tardío/Holoceno, hasta tiempos postconquista (Rabassa 1973). Las características del depósito en el cual se

intercala dicho nivel, no permiten asignarle una edad postconquista, habiéndose acumulado las tefras en algún momento previo al desarrollo del suelo. Por este motivo, el nivel es asignado al Pleistoceno tardío/Holoceno (preconquista), aunque, por falta de dataciones isotópicas no es posible establecer aún si es o no cronológicamente correlacionable con los niveles de Olavarría y Camet Norte.

Considerando los datos mineralógicos y químicos disponibles, puede expresarse que, a excepción de las tefras de Tandil en las cuales se observó un considerable grado de contaminación (quizá como consecuencia de procesos de removilización postdeposicional, como en parte sugieren las características de yacencia), existe una aceptable correlación entre la composición mineralógica y química de las muestras analizadas, coincidiendo notoriamente la muestra de Camet Norte con datos químicos publicados por otros autores (Corbella *et al.* 1998) para la misma localidad. Desde el punto de vista composicional, representan un magmatismo ácido ($\text{SiO}_2=66-71\%$) relativamente homogéneo, de composición riolítico-riodacítica y tendencia calcoalcalina. Debido al escaso número de muestras estudiadas, es difícil precisar la ubicación de los centros eruptivos, la cual para las tefras del área de Camet Norte podría localizarse al O-SO, a una distancia variable entre 500 - 1100 km (Corbella *et al.* 1998), en proximidades del actual arco cordillerano. La caracterización de los niveles de tefras de Olavarría y Tandil amplía la información sobre la mineralogía, química, estratigrafía y distribución regional de tales depósitos y las unidades que los hospedan en la Provincia de Buenos Aires. La comparación química de las tefras aquí caracterizadas con las de Camet Norte corrobora además, datos obtenidos por otros autores (Corbella *et al.* 1998).

CONCLUSIONES

El nivel de tefras de Olavarría (cuenca del Arroyo Tapalqué) se ubica en el Miembro Guerrero de la Formación Luján del Pleistoceno tardío. Considerando las edades radiocarbónicas realizadas (Figini *et al.* 1995:Tabla 1) el nivel se ha depositado en el intervalo comprendido entre los 26930 ± 860 años ^{14}C A.P. y 9990 - 10280 años cal A.P. Considerando además las edades asignadas al sector verde se podrían haber acumulado alrededor de 19320 - 20470 años cal A.P. y 20650 - 21760 años cal A.P.

En este trabajo, se considera que el nivel de tefras intercalado en la facies Camet Norte de la Formación Santa Clara, forma parte de depósitos correspondientes al Pleistoceno tardío estratigráficamente correlacionables con el Miembro Guerrero de la Formación Luján en la cuenca de drenaje del Arroyo Tapalqué, no obstante, no se ha determinado si ambos niveles de tefras representan eventos de la misma edad.

Las tefras ubicadas en la Formación Las Animas se han acumulado en algún momento del Pleistoceno tardío a Holoceno (preconquista).

En las tres localidades, el componente más abundante es el vidrio volcánico, con n comprendidos entre 1,493 - 1,509, a veces algo superiores a 1,510, correlacionables con vidrios ácidos (riolíticos hasta dacíticos, $n:1,480 - 1,529$). En general, aparece como trizas incoloras y frescas, de bordes angulosos cóncavo - convexos, ricas en burbujas y canalículos, con estructuras fluidales, ocasionalmente acompañadas por clastos subredondeados a redondeados, de variedades de vidrio más alterado. En menor proporción, se observaron vitroclastos coloreados con $n > 1,532$, raramente superior a 1,550, de composición más básica. Los cristaloclastos (cuarzo, feldespato alcalino, plagioclasa zonal y minerales pesados) en general son euhedrales y se presentan fracturados o enteros, a veces con rebordes vítreos adosados.

Un apreciable grado de contaminación es observado en la mineralogía de la muestra de Tandil, ya que no sólo incrementa los porcentajes de cuarzo, feldespatos y pesados, no autigénicos, sino también los de componentes líticos, alteritas y vidrio volcánico coloreado con la consiguiente disminución de vidrio volcánico incoloro a tenores de sólo 67,24% contra 93,64% en Olavarría y 91,77% para Camet Norte.

Con relación a las unidades en las cuales se hallan intercaladas, se verifica un apreciable menor contenido de vidrio volcánico respecto a la composición de depósitos de tefras. Para el área de Olavarría (Miembro Guerrero de la Formación Luján) en el sector muestreado, el porcentaje de vidrio volcánico es de sólo 33,94% comparado con el 94,10% de las tefras intercaladas; mientras que para la Formación Las Animas, en Tandil, alcanza el 29,76% respecto de las tefras asociadas (70,41%).

Desde un punto de vista cuantitativo, si bien los contenidos minerales no son totalmente coincidentes con datos previos obtenidos en el Miembro Guerrero (por ejemplo en la cuenca del Arroyo Tapalqué los

vitroclastos están comprendidos entre el 48,57% y el 96,79%) por Fidalgo *et al.* (1991) y en la Formación Las Animas (donde, según Rabassa 1973, en el tamiz 120 las trizas pueden alcanzar el 80% de la fracción), los sedimentos hospedantes son equiparados con los caracterizados por dichos autores, destacándose en ambos casos, una importante participación de material volcánico piroclástico durante la formación de los depósitos.

Los valores totales de vidrio volcánico identificados en los sedimentos que contienen los niveles de tefras se hallan dentro del rango (25% - 96% de vitroclastos) que fuera reconocido para el 88% de las muestras tratadas por Fidalgo *et al.* (1991) para los "Sedimentos Postpampeanos" del sur bonaerense.

Agradecimientos

A las autoridades del LEMIT de La Plata y en especial al Dr. C. Cortelezzi, Jefe del Area Mineralogía y Petrografía, por las facilidades brindadas durante el análisis mineralógico de las muestras consideradas. A la sección de cortes delgados de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata por el preparado de las muestras. A los revisores del trabajo, cuyos comentarios y sugerencias contribuyeron a mejorar la versión final del manuscrito.

REFERENCIAS CITADAS

- Ameghino, F.
1889 Contribución al conocimiento de los mamíferos de la República Argentina. *Actas Academia Nacional de Ciencias*, VI:1-1027. Córdoba.
- Bigazzi, G., F. P. Bonadonna, G. Leone y G. Zanchetta
1995 Primeros datos geoquímicos y geocronológicos a partir de algunas cineritas del área bonaerense. En *Evolución biológica y climática de la región pampeana durante los últimos cinco millones de años. Un ensayo de correlación con el Mediterráneo occidental*, editado por M. T. Alberdi, G. Leone y E. P. Tonni, pp. 107-118. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Madrid.
- Bloom, A.
1990 Some questions about the pampean loess. *Características, Cronología y Significado Paleoclimático del Loess*. Simposio Internacional sobre Loess, editado por M. Zárate, pp. 29-31. Mar del Plata.
- Corbella, H., G. Martínez y P. Nabel
1998 Composición química y mineralógica de algunas cineritas de la costa atlántica marplatense y su posible procedencia. *Quintas Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses* 2:239-241. Mar del Plata.
- Dangavs, N. V. y A. M. Blasi
1992 Sedimentos actuales de la Laguna Lobos, Buenos Aires, Argentina. *Cuarta Reunión Argentina de Sedimentología* II:167-174. La Plata.
- Dillon, A., M. A. Hurtado, J. E. Giménez y J. Castillo
1985 Consideraciones geomorfológicas y estratigráficas como base del carteo de suelos de un sector de la Pampa Arenosa (Provincia de Buenos Aires). *Primeras Jornadas Geológicas Bonaerenses*. Resúmenes: 20-21. Tandil.
- Fasano, J. L., F. Isla y E. Schnack
1984 Significado paleoambiental de los depósitos del Pleistoceno Tardío de Camet Norte (Partido de Mar Chiquita, Provincia de Buenos Aires). *Asociación Geológica Argentina, Revista*, XXXIX (3-4):244-250.
- Fidalgo, F. y E. Tonni
1983 Geología y Paleontología de los sedimentos encauzados del Pleistoceno Tardío y Holoceno en Punta Hermengo y Arroyo Las Brusquitas (Partidos de General Alvarado y General Pueyrredón, Provincia de Buenos Aires). *Ameghiniana* XX, Nros. 3-4:281-296.
- Fidalgo, F., N. Porro y P. J. Zucchi
1966 Consideraciones geológicas, geomorfológicas e hidrológicas del área de lagunas del Venado, Cochicó y Alsina. *Dirección de Recursos Pesqueros. Convenio de Riqueza Agrícola* (2da. Etapa) I. La Plata.
- Fidalgo, F., F. De Francesco y R. Colado
1973 Geología superficial en las Hojas Castelli, J. M. Cobo y Monasterio. *Actas del Quinto Congreso Geológico Argentino* IV:27-39. Villa Carlos Paz.
- Fidalgo, F., R. Colado y F. De Francesco
1973 Sobre ingresiones marinas cuaternarias en los Partidos de Castelli, Chascomús y Magdalena (Provincia de Buenos Aires). *Actas del Quinto Congreso Geológico Argentino* IV:27-39. Villa Carlos Paz.
- Fidalgo, F., R. O. Gentile y H. A. Correa
1986 Geología y Geomorfología en la cuenca del Arroyo Tapalqué. *Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires*. Informe 30:1-73.
- Fidalgo, F., J. C. Riggi, R. O. Gentile, H. A. Correa y N. Porro
1991 Los "Sedimentos Postpampeanos" continentales en el ámbito sur bonaerense. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, XLVI (3-4):239-256.

- Figini, A. J., F. Fidalgo, R. Huarte, A. Carbonari y R. O. Gentile
1995 Cronología radiocarbónica de los sedimentos de la Fm Luján en Arroyo Tapalqué, Provincia de Buenos Aires. *Cuartas Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses* 2:119-126. Junín.
- Frenguelli, J.
1928 Observaciones geológicas en la región costanera sur de la provincia de Buenos Aires. *Anales de la Facultad de Ciencias de la Educación*, Universidad Nacional del Litoral. Sección Historia y Geografía II (5):1-145. Paraná.
1931 Observaciones geográficas y geológicas en la región de Sayapé (Provincia de San Luis). *Escuela Normal Superior "José María Torres"*: 5-68. Paraná.
1950 Rasgos generales de la morfología y geología de la Provincia de Buenos Aires. *LEMIT*, Serie 2 (33):1-72. La Plata.
- González Bonorino, F., R. Zardini, M. Figueroa y T. Limousin
1956 Estudio Geológico de las Sierras de Olavarría y Azul (Provincia de Buenos Aires), Argentina, *LEMIT*, Serie 2 (63):5-22. La Plata.
- Imbelloni, P. y M. C. Camilión.
1988 Characterization of the buried tephra layer in soils in Argentina. *Pédologie* XXXVIII:155-171.
- Irvine, T. N. y W. R. A. Baragar
1971 A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal Earth Sciences* 8:523-548.
- Kraglievich, J. L.
1952 El perfil geológico de Chapadmalal y Miramar, Provincia de Buenos Aires. Resumen preliminar. *Revista del Museo de Mar del Plata*: 8-37. Mar del Plata.
- Le Maitre, R. W.
1989 *A classification of igneous rocks and glossary of terms*. Blackwell, Scientific Publications. Oxford.
- Maniar, P. D. y P. M. Piccoli
1989 Tectonic discrimination of granitoids. *Geological Society of American Bulletin* 101:635-643.
- Martínez, G., P. Guerstein y F. Cravero
1990 Quaternary tephra deposits found in the Argentinian Coast. An initial interpretation. *International Volcanological Congress. IAVCEI. Abstracts*, p. 68. Mainz (FRG).
- Orgeira, M. J. y D. Valencio
1984 Estudio paleomagnético de sedimentos asignados al Cenozoico Tardío aflorantes en Barranca de los Lobos, provincia de Buenos Aires. *Noveno Congreso Geológico Argentino* 4:162-173. San Carlos de Bariloche.
- Osterrieth, M. L. y G. A. Martínez
1990 Paleosuelos en secuencias loésicas de la vertiente Nororiental de las Sierras Septentrionales (Buenos Aires, Argentina). En *Características, Cronología y Significado Paleoclimático del Loess*. Simposio Internacional sobre Loess, editado por M. Zárate, pp. 131-137. Mar del Plata.
- Rabassa, J.
1973 Geología superficial en la Hoja "Sierras de Tandil". *LEMIT* 3:115-160.
1988 Geología de los depósitos del Pleistoceno Superior y Holoceno en las cabeceras del Río Sauce Grande, Provincia de Buenos Aires. *Primeras Jornadas Geológicas de la Provincia de Buenos Aires*: 765-790. Tandil.
- Ramonell, C., M. Iriondo y R. Kromer
1992 *Guía de Campo N° 1 Centro - Este de San Luis*. Departamento de Geología y Minería, Universidad Nacional de San Luis, San Luis
- Ramonell, C. G., J. O. Tullio, A. P. Calmels y O. C. Carballo
1993 Unidades litoestratigráficas del Cuaternario Superior en el área de Santa Rosa, Provincia de La Pampa. Informe vinculado a la práctica de campo del *Curso de Postgrado "Introducción al Estudio del Cuaternario"*, pp. 1-12. Santa Rosa (La Pampa).
- Schnack, E. J., J. L. Fasano y F. L. Isla
1982 The evolution of Mar Chiquita Lagoon coast. Buenos Aires province, Argentina. En *Holocene Sea Level Fluctuations, Magnitude and Causes*. IGCP - INQUA, editado por D. J. Colquhoun, pp. 143-155. Columbia, U.S.A.
- Stuiver, M. y H. Polach
1977 Discussion: Reporting of C-14 Data. *Radiocarbon* 19:355-363.
- Stuiver, M. y P. Reimer
1993 Extended C-14 Data Base and Revised Calib. 3.0 C-14 Age Calibration Program. *Radiocarbon* 35:215-230.
- Teruggi, M. E.
1957 The nature and origin of Argentine loess. *Journal Sedimentary Petrology* 27:322-332.
- Valente, M., M. Zárate y E. Domínguez
1998 Tefras del Cenozoico Tardío en la Pampa Interserrana. *Quintas Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses* 2:267-269. Mar del Plata.
- Winchester, J. A. y P. A. Floyd
1977 Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical Geology* 20:325-342.
- Zárate, M. y G. Martínez
1986 *Reunión de Campo de Geología del Cuaternario, Guía de Excursión*. Universidad Nacional de Mar del Plata - CIC Provincia de Buenos Aires. Mar del Plata.

Zárate, M y A. Blasi.

1990 Consideraciones sobre el origen, procedencia y transporte del loess del sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Características, Cronología y Significado Paleoclimático del Loess*. Simposio Internacional sobre Loess, editado por M. Zárate, pp. 15-20. Mar del Plata.

Zavala, C.

1993 Estratigrafía de la localidad de Farola Monte Hermoso (Plioceno-Reciente). Provincia de Buenos Aires. *Duodécimo Congreso Geológico Argentino y Segundo Congreso de Exploración de Hidrocarburos* II:228-235.