

## ESTUDIO DEL POLEN AÉREO Y SU RELACIÓN CON LA VEGETACIÓN EN UN AGROECOSISTEMA

NORA MADANES & ANA MILLONES

*Laboratorio de Ecología Ambiental y Regional, Laboratorio de Palinología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Universitaria, Pabellón II, 4° piso, 1428 Buenos Aires, Argentina.*

*E-mail: noram@bg.fcen.uba.ar*

**ABSTRACT:** Madanes, N. & Millones, A. 2004. Airborne pollen and its relationship with a crop environment. *Darwiniana* 42(1-4): 51-62.

The purpose of this work was to analyze pollen deposition in an agroecosystem during the spring-summer period and its relationship with vegetation structure in a great detail scale. The study was carried out in the Station of the Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Balcarce, Buenos Aires Province. Vegetation censuses were carried out in three habitat types of this Pampean agriculture landscape: natural vegetation, park area and corn field. Aeropalynological samples were taken at the corners of the corn field. Plant taxa present in the site were characterized according to different attributes (richness, composition, life form and dispersal type). Taxa present in the corn field were compared with those obtained from the pollen spectrum. The three habitat types differed basically in their life form and composition. 54.16% of the identified taxa in vegetation of the corn field was present in the pollen record. In both vegetation and pollen record, zoophylous types and terophyte forms of life were dominant. The habitat types showed a low qualitative and quantitative similarity at a taxonomic analogies level based on the identified pollen types. As a result of this, the landscape showed a high homogeneity. However, constance analysis of taxa was powerful enough to discriminate the origin of deposited pollen (site, local and regional).

**Key words:** Aeropalynology, Agroecosystem, Pollen-vegetation, Microscale.

**RESUMEN:** Madanes, N. & Millones, A. 2004. Estudio del polen aéreo y su relación con la vegetación en un agroecosistema. *Darwiniana* 42(1-4): 51-62.

En el presente trabajo se analizó el depósito polínico en un agroecosistema durante el desarrollo de los cultivos primavero-estivales y su relación con la estructura de la vegetación en una escala de gran detalle. Este estudio se realizó en la Estación Regional INTA-Balcarce (provincia de Buenos Aires), donde se delimitaron tres tipos de ambientes: natural, parquizado y agroproductivo. En cada uno de ellos se realizaron censos de vegetación con el objetivo de identificar las fuentes polínicas y, simultáneamente, se llevó a cabo un muestreo aeropalínológico en las esquinas del ambiente agroproductivo. Los taxones presentes en la localidad fueron caracterizados a través de distintos atributos (riqueza, composición, formas de vida y modo de dispersión). Sólo los taxones del ambiente agroproductivo fueron comparados con el registro polínico. Los tres ambientes difirieron básicamente en su forma de vida y composición. Sólo el 54,16% de los taxones identificados en la vegetación del ambiente agroproductivo estuvieron presentes en el registro polínico. Tanto en la vegetación como en registro polínico dominaron los taxones de tipo zoófilos y las formas de vida terófitas. A pesar de la alta homogeneidad del paisaje, dado por la baja similitud cualitativa y cuantitativa entre los ambientes en el nivel de las analogías taxonómicas establecidas en base a los tipos polínicos identificados, el análisis de la constancia de los taxones en la localidad permitió discriminar el probable origen del polen depositado en tres categorías (sitio, local y regional).

**Palabras clave:** Aeropalínología, Agroecosistema, Polen-vegetación, Microescala.

## INTRODUCCIÓN

Diferentes autores han señalado la importancia de la búsqueda de análogos modernos a través del estudio del espectro polínico y su relación con las fuentes de vegetación para los estudios arqueológicos y paleoecológicos (D'Antoni & Markgraf, 1977; Birks & Birks, 1980). Los estudios actuales sobre lluvia polínica de los agroecosistemas y su comparación con los espectros fósiles, ayudan a comprender los efectos que ha ejercido el hombre sobre la vegetación, al mismo tiempo que aportan a la comprensión de su historia, dilucidando el manejo prehistórico de la tierra y de las características del ambiente en el cual fueron desarrollándose (Madanes & De Micheli, 1999). El polen depositado en un sitio no es un reflejo directo de la vegetación que lo produjo, pero existen relaciones entre ambos que hacen posible una traducción del primero en términos del segundo, siempre y cuando se tengan en cuenta determinados factores que distorsionan dichas relaciones (Faegri & Iversen, 1989; Birks & Birks, 1980; Moore et al., 1991). Entre los factores que influyen en la relación polen-vegetación de un sitio se encuentran aquellos vinculados con la estructura de la comunidad (composición cualitativa, cuantitativa y fisonomía), los atributos de las poblaciones específicas (genéticos, fisiológicos, etc) y las características climáticas y ecológicas que controlan la floración y producción polínica, que condicionan la dispersión y depósito del polen de las especies (D'Antoni, 1979). Otro elemento que debe considerarse en la reconstrucción de la vegetación a partir del registro polínico de un sitio son las características ambientales de la vegetación del entorno local y regional (Janssen, 1966) que contribuyen a dicho registro. Cada uno de estos factores adquiere mayor o menor relevancia dependiendo del sistema en estudio: pastizales, bosques antrópicos, etc., que caracterizan las distintas áreas de la tierra. En el caso de los agroecosistemas, el estudio de los factores que intervienen en la relación polen-vegetación adquiere relevancia dado que estos poseen características ecológicas singulares tales como la adaptación del ciclo de vida de las malezas al corto tiempo de vida del cultivo y un espectro polínico característico ya que muchas especies cultivadas son polínicamente silenciosas (Faegri & Iversen, 1989).

Con respecto a los agroecosistemas pampeanos, en trabajos desarrollados por D'Antoni & Madanes

(1986), Madanes (1999) y Madanes & Fernández (2000) se analizaron la relación de los atributos del espectro polínico la vegetación de origen dentro de una parcela de cultivo de girasol en escala de gran detalle (*Helianthus annuus* L.) y las distorsiones originadas por las fuentes locales y regionales. En el presente trabajo se analizó el depósito polínico en un agroecosistema (mosaico de parcelas) durante el desarrollo de cultivos primavero - estivales y su relación con la estructura de la vegetación del sitio, incluyendo aquellos ambientes que rodean al sitio de muestreo de polen.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue llevado a cabo en la Estación Regional Agropecuaria del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Balcarce (ERA-INTA), en el sur de la Provincia de Buenos Aires (37° 51' S - 58° 15' O). La misma está ubicada en la zona de transición entre la Pampa Deprimida y la Austral (Solbrig & Morello, 1997; Fig. 1). La vegetación natural está constituida principalmente por pastizales con diferentes especies de los géneros *Stipa* y *Piptochaetium* (Cabrera & Zardini, 1978). El paisaje actual está profundamente modificado como resultado de las actividades ganaderas y agropecuarias desarrolladas a partir del siglo XVIII. La ERA-INTA incluye áreas destinadas a distintas actividades una de las cuales preserva un mosaico de comunidades nativas, ocupando las posiciones más elevadas del gradiente topográfico (Fig. 2).

En la localidad de la ERA-INTA se delimitaron distintos ambientes a partir del análisis de fotos aéreas en escala 1:20000 del Servicio de Fotogrametría Naval. Los ambientes fueron caracterizados en base a la estructura de la vegetación y clasificados en función al tipo (antropizado/natural) y uso (frecuencia e intensidad). La superficie de cada ambiente fue estimada por medio del empleo de un planímetro (Fig. 2).

En cada ambiente de la localidad fueron realizados censos de la vegetación al azar sobre transectas de marcha, siguiendo su eje mayor. Los muestreos se realizaron durante el período de desarrollo de los cultivos primavero - estivales (diciembre-marzo). El número de repeticiones en cada ambiente fue proporcional a su superficie (Matteucci & Colma, 1982). En total fueron realizados 45 censos en cuadrados de 1 x 1 m y en cada uno se registró la abundancia-cobertura de las especies según la es-



Fig. 1- Ubicación del área de estudio.

cala de Braun-Blanquet modificada (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974) y el número de estratos presentes. En el estrato arbóreo de los ambientes parquizado y natural fue confeccionada sólo la lista florística y estimada la abundancia-cobertura de *Eucalyptus* sp., única especie en floración. Las especies fueron identificadas y agrupadas por familia botánica de acuerdo a la nomenclatura seguida por Cabrera & Zardini (1978, 1993), y caracterizadas por su forma de vida (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974) y sus características dispersivas (Lewis et al. 1983, Faegri & Iversen, 1989). Para el análisis numérico fue estimado el valor medio de cada intervalo de clase de abundancia-cobertura de cada especie en cada censo, considerando los siguientes valores de porcentaje:  $r = 0,01$ ;  $+ = 0,5$ ;  $1 = 3$ ;  $2 = 7,5$ ;  $3 = 17,5$ ;  $4 = 29$ ;  $5 = 41,5$ ;  $6 = 62,5$ ;  $7 = 87,5$ .

En el momento de la siembra (principios de diciembre) en cada esquina del ambiente agroproductivo (Fig. 2) fue colocado un captador aeropalinológico tipo Tauber a 0.75 m de altura. Al momento de la cosecha (3 meses después) el contenido de cada trampa fue concentrado por centrifugación a 3500 rpm, y se siguieron los tratamientos

propuestos por D'Antoni (1979). La identificación de los granos de polen fue realizada hasta el menor nivel de jerarquía taxonómica posible. Para el análisis de cada muestra fue empleada una suma polínica de 150 granos (Madanes & Dadón, 1998). Los recuentos de los 4 captadores fueron promediados y se calculó el porcentaje de cada tipo polínico.

Las especies vegetales identificadas y cuantificadas en la localidad fueron agrupadas en base a los correspondientes tipos polínicos identificados. En base a esta relación, los tipos polínicos fueron caracterizados por su forma de vida (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974) y sus características dispersivas (Lewis et al. 1983, Faegri & Iversen, 1989).

Para la comparación cualitativa entre los ambientes de la localidad fue empleado el índice de similitud de Jaccard ( $IS_J$ ) y para la cuantitativa, el de Motyka modificado ( $IS_{MO}$ ) (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974). Ambos índices fueron calculados tanto para las especies como para los taxones resultantes del agrupamiento por tipo polínico (género, familia). Los valores de abundancia-cobertura de los taxones fueron obtenidos a partir de la suma de los valores individuales de las especies, y fue calculado el porcentaje para cada uno para el cálculo del  $IS_{MO}$ . Posteriormente, los datos porcentuales fueron estandarizados.

Para la comparación entre el polen aéreo depositado y la vegetación del ambiente agroproductivo (PVA) fueron analizados: la riqueza (número de taxones), la composición taxonómica y cuantitativa, las formas de vida según Raunkier (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974) y el modo de dispersión polínica (Lewis et al. 1983, Faegri & Iversen, 1989). Sólo fueron consideradas las especies observadas en floración durante el período del estudio. Los mismos índices empleados en la comparación de los ambientes de la localidad fueron utilizados para analizar la relación PVA.

También fueron calculadas las relaciones entre: a) el número de tipos terófitos comunes a la vegetación y al conjunto polínico (PVT) y los presentes en la vegetación (VT); el mismo cálculo se realizó para los tipos hemicriptófitos (PVH/VH); y b) el número de tipos anemófilos comunes a la vegetación y al conjunto polínico (PVA), y los presentes en la vegetación (VA). El mismo cálculo se realizó para los tipos zoófilos (PVZ/VZ).

Para evaluar la representación de los taxones en el registro polínico fue empleado el índice R/P,

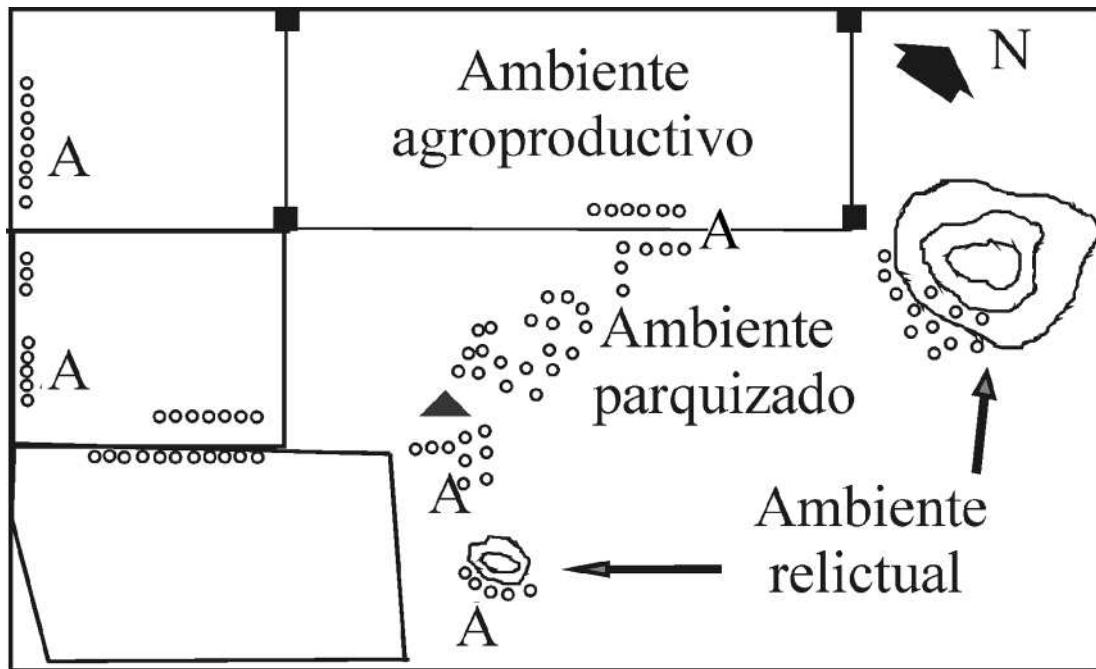


Fig. 2- Mapa de la Estación Regional experimental Agropecuaria - INTA Balcarce, con la ubicación de los ambientes agroproductivo, parqueizado y relictual (natural). Referencias: ○, fanerófitas; A, Eucalyptus ■, trampas tipo Tauber; ▲, estación meteorológica.

donde R es el valor porcentual de la abundancia-cobertura para cada taxón en la vegetación del ambiente agroproductivo y P su valor porcentual en el registro polínico. Los taxones con valores menores a 0.80 fueron considerados sobrerrepresentados y los mayores a 1.25 subrepresentados (Braggio-Marucchio et al., 1988).

La constancia de los taxones en la localidad fue calculada a partir de su presencia en cada uno de los ambientes (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974).

## RESULTADOS

Las características principales de los tres ambientes (Fig. 2) resultaron:

1) Ambiente agroproductivo (71.2 ha) altamente impactado, sometido a un manejo continuo e intensivo en el que se realizan los ensayos agronómicos. Fueron identificados dos estratos herbáceos: el de los cultivos primavera-estivales *Helianthus annuus*, *Zea mays* y *Triticum durum*, y el de las malezas dominado por *Setaria viridis* (Poaceae). Fueron registradas un total de 38 especies agrupadas en 24 taxones (Tabla 1).

2) Ambiente parqueizado (340 ha) donde se en-

cuentran las instalaciones y es destinado al esparcimiento. Constituido por dos estratos: el arbóreo, plantación realizada con fines ornamentales y como barrera contra el viento, y el herbáceo, sometido periódicamente a segado. En el primer estrato fueron identificadas 39 especies, siendo el taxón más conspicuo *Eucalyptus* sp. y el único en floración durante el período de muestreo. El estrato herbáceo presentó una gran uniformidad fisonómica, constituido por gramíneas, dominando *Paspalum dilatatum* y *Cynodon dactylon*. En este fueron registradas un total de 47 especies agrupadas en 24 taxones (Tabla 1).

3) Ambiente natural (50.8 ha) constituido por un mosaico de comunidades naturales. En el pasado estuvo sometido a pastoreo mientras que en la actualidad la actividad antrópica es escasa. En este ambiente fue identificado un estrato arbóreo constituido por una plantación de *Eucalyptus* sp. utilizada como barrera contra el viento, un estrato arbustivo dominado por *Baccharis tandilensis* y *B. articulata*, y estrato un herbáceo en el que predominó *Paspalum quadrifolium*. En total fueron registradas 35 especies agrupadas en 21 taxones (Tabla 1).

Tabla 1. Lista de los taxones censados en el campo, su taxón polínico correspondiente, forma de vida (FV), característica dispersiva del polen (CD), valor porcentual (VP) por ambiente de cobertura-abundancia de los taxones censados y de los taxones polínicos. Otras abreviaturas: A, anemófila; C, constancia; Ch, caméfito; Cheno-Ams, Chenopodiaceae-Amaranthaceae; Chh, caméfito herbácea; F, fanerófito; G, geófito; H, hemcriptófito; R/P, cociente entre el valor de cobertura-abundancia del taxón en el ambiente agroproductivo y el valor porcentual del taxón en el registro polínico; X, taxones presentes pero no considerados en el análisis. Con negrita se señalan los taxones polínicos considerados en el análisis.

Taxón censado en el campo	Taxón polínico	FV	CD	VP por ambiente			Registro polínico		
				Natural	Parquizado	Agroproductivo	C	VP	R/P
<i>Ammi majus</i> L.	Apiaceae	T	Z	0,30		0,83			
<i>Apium leptophyllum</i> (Pers.) F. Muell	Apiaceae	T	Z	0,30					
<i>Eryngium</i> sp.	Apiaceae	H	Z	3,08					
	<b>Total Apiaceae</b>	<b>T</b>	<b>Z</b>	<b>3,08</b>	<b>0,61</b>	<b>0,83</b>	<b>3,00</b>	<b>11,95</b>	<b>0,07</b>
<i>Crepis capillaris</i> (L.) Wall.	<i>Taraxacum</i>	H	Z		0,30				
<i>Crepis setosa</i> Hall. f.	<i>Taraxacum</i>	H	Z		0,30				
<i>Crepis</i> sp.	<i>Taraxacum</i>	T	Z	0,16					
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	<i>Taraxacum</i>	T	Z		1,51	0,56			
<i>Sonchus</i> sp.	<i>Taraxacum</i>	T	Z	0,12					
<i>Taraxacum officinalis</i> Web.	<i>Taraxacum</i>	H	Z	0,20	1,51				
<i>Hypochoeris radicata</i> L.	<i>Taraxacum</i>	T	Z	0,20					
	<b>Total Taraxacum</b>	<b>T</b>	<b>Z</b>	<b>0,70</b>	<b>3,63</b>	<b>0,56</b>	<b>3,00</b>	<b>13,06</b>	<b>0,043</b>
<i>Echium plantagineum</i> L.	<b><i>Echium</i></b>	<b>T</b>	<b>Z</b>	<b>0,13</b>	<b>0,30</b>	<b>0,28</b>		<b>0,04</b>	<b>6,519</b>
<i>Sporobolus</i> sp.	Poaceae	H	A	0,01					
<i>Stipa</i> sp.	Poaceae	H	A	0,82	7,57				
<i>Stipa brachichaeta</i> Godr.	Poaceae	H	A					0,28	
<i>Stipa poeppigiana</i> Trin. et Rupr.	Poaceae	H	A	9,82					
<i>Eleusine tristachya</i> Lam. (Lam.)	Poaceae	H	A					0,09	
<i>Agropyron repens</i> (L.) Beauv.	Poaceae	G	A		0,30	0,74			
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scopoli.	Poaceae	T	A					7,46	
<i>Eragrostis</i> sp.	Poaceae	H	A	2,87					
<i>Festuca</i> sp.	Poaceae	H	A	13,33					
<i>Lolium perenne</i> L.	Poaceae	H	A		1,51	0,28			
<i>Panicum</i> sp.	Poaceae	G	A					0,28	
<i>Paspalum quadrifarium</i> Lam.	Poaceae	H	A	23,41					
<i>Piptochaetium montevidense</i> (Spreng.) L. R. Parodi	Poaceae	H	A	0,33					
<i>Poa annua</i> L.	Poaceae	H	A		1,51				

Tabla 1.- (Continuación).

Taxón censado en el campo	Taxón polínico	FV	CD	VP por ambiente			Registro polínico		
				Natural	Parquizado	Agroproductivo	C	VP	R/P
<i>Poa iridifolia</i> Hauman.	Poaceae	H	A	0,21					
<i>Setaria geniculata</i> (Lam.) Beauv.	Poaceae	H	A			0,28			
<i>Setaria verticillata</i> (L.) Beauv.	Poaceae	T	A			4,26			
<i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv.	Poaceae	T	A			19,96			
<i>Setaria</i> sp.	Poaceae	H	A	3,77					
<i>Bromus unioloides</i> Kunth	Poaceae	T	A		0,30				
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Poaceae	H	A		37,86				
<i>Dactylis glomerata</i> L.	Poaceae	H	A		0,30				
<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv.	Poaceae	T	A		0,30				
<i>Hordeum</i> sp.	Poaceae	T	A		0,30				
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	Poaceae	H	A		0,30				
	<b>Total Poaceae</b>	<b>H</b>	<b>A</b>	<b>54,58</b>	<b>50,27</b>	<b>33,62</b>	<b>3,00</b>	<b>5,68</b>	<b>5,97</b>
<i>Gnaphalium</i> sp.	<i>Gnaphalium</i>	T	Z	0,34	0,01				
<i>Gamochaeta</i> sp.	<i>Gnaphalium</i>	T	Z	0,46					
	<b>Total Gnaphalium</b>	<b>T</b>	<b>Z</b>	<b>0,80</b>	<b>0,01</b>		<b>2,00</b>	<b>0,21</b>	
<i>Amaranthus quitensis</i> Kunth	Cheno-Ams	T	A		1,51	1,71			
<i>Chenopodium album</i> L.	Cheno-Ams	T	A		1,51	0,32			
	<b>Total Cheno-Ams</b>	<b>T</b>	<b>A</b>		<b>3,03</b>	<b>2,04</b>	<b>2,00</b>	<b>7,43</b>	<b>0,275</b>
<i>Carduus acanthoides</i> L.	<i>Carduus</i>	T	Z		1,51	0,56			
<i>Onopordum acanthium</i> L.	<i>Carduus</i>	T	Z			0,05			
	<b>Total Carduus</b>	<b>T</b>	<b>Z</b>		<b>1,51</b>	<b>0,60</b>	<b>2,00</b>	<b>9,22</b>	<b>0,065</b>
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> L.	<i>Eucalyptus</i>	F	Z	24,59	22,71		2,00	27,49	
<i>Centaurea calcitrapa</i> L.	<i>Centaurea</i>	T	Z		1,51	0,56		3,54	0,157
<i>Polygonum aviculare</i> L.	<i>Polygonum</i>	T	Z		0,30	0,09			
<i>Polygonum convolvulus</i> L.	<i>Polygonum</i>	T	Z		0,30	0,56			
	<b>Total Polygonum</b>	<b>T</b>	<b>Z</b>		<b>0,61</b>	<b>0,65</b>	<b>2,00</b>	<b>0,85</b>	<b>0,761</b>
<i>Xanthium spinosum</i> L.	<i>Xanthium</i>	T	Z		1,51	0,28	2,00	1,11	0,251
<i>Brassica campestris</i> L.	Brassicaceae	T	Z		1,51	0,32			
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Brassicaceae	T	Z		0,01				
<i>Coronopus didymus</i> (L.) Sm.	Brassicaceae	T	Z		0,01				
	<b>Total Brassicaceae</b>	<b>T</b>	<b>Z</b>		<b>1,53</b>	<b>0,32</b>	<b>2,00</b>	<b>4,35</b>	<b>0,075</b>

Tabla 1.- (Continuación).

Taxón censado en el campo	Taxón polínico	FV	CD	VP por ambiente			Registro polínico		
				Natural	Parquizado	Agroproductivo	C	VP	R/P
<i>Medicago lupulina</i> L.	Fabaceae	T	Z		0,01	0,37			
<i>Medicago</i> sp.	Fabaceae	T	Z		0,01				
<i>Medicago polymorpha</i> L.	Fabaceae	T	Z		0,01				
<i>Tripholium repens</i> L.	Fabaceae	H	Z		0,01	0,14			
	<b>Total Fabaceae</b>	<b>H</b>	<b>Z</b>		<b>0,02</b>	<b>0,51</b>	<b>2,00</b>	<b>2,08</b>	
<i>Lotus tenuis</i> Waldst. et. Kit.	<i>Lotus</i>	<b>G</b>	<b>Z</b>		<b>1,51</b>		<b>1,00</b>	<b>0,05</b>	<b>0,043</b>
<i>Plantago lanceolata</i> L.	<b>Plantaginaceae</b>	<b>H</b>	<b>A</b>		<b>1,51</b>		<b>1,00</b>	<b>0,09</b>	<b>0,085</b>
<i>Ambrosia tenuifolia</i> Spreng.	<i>Ambrosia</i>	<b>H</b>	<b>A</b>		<b>1,51</b>		<b>1,00</b>	<b>7,45</b>	<b>7,042</b>
<i>Ranunculus</i> sp.	<i>Ranunculus</i>	<b>H</b>	<b>Z</b>		<b>0,01</b>		<b>1,00</b>	<b>0,45</b>	<b>0,427</b>
<i>Zea mays</i> L.	<i>Zea</i>	<b>T</b>	<b>A</b>			<b>17,36</b>	<b>1,00</b>	<b>0,43</b>	<b>40,75</b>
<i>Helianthus annuus</i> L.	<i>Helianthus</i>	<b>T</b>	<b>Z</b>			<b>28,94</b>	<b>1,00</b>	<b>5,59</b>	<b>5,184</b>
<i>Anagallis arvensis</i> L.	<i>Anagallis</i>	<b>T</b>	<b>E</b>			<b>0,28</b>	<b>1,00</b>		
<i>Solanum</i> sp.	<i>Solanum</i>	<b>T</b>	<b>E</b>		<b>0,30</b>		<b>1,00</b>		
<i>Baccharis articulata</i> (Lam.) Pers.	<i>Baccharis</i>	<b>Ch</b>	<b>Z</b>	<b>1,03</b>			<b>1,00</b>		
<i>Juncus</i> sp.	<i>Juncus</i> sp.	<b>H</b>	<b>A</b>	<b>0,72</b>			<b>1,00</b>		
Liliaceae	<b>Liliaceae</b>	<b>G</b>	<b>Z</b>	<b>0,07</b>			<b>1,00</b>		
<i>Archyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	<i>Achyrocline</i>	<b>Ch</b>	<b>Z</b>	<b>1,64</b>			<b>1,00</b>	<b>1,32</b>	<b>1,24</b>
<i>Anthemis cotula</i> L.	<i>Anthemis</i>	<b>T</b>	<b>Z</b>		<b>1,51</b>				
<i>Matricaria chamomilla</i> L.	<i>Anthemis</i>	<b>T</b>	<b>Z</b>			<b>0,01</b>			
<i>Eupatorium buniiifolium</i> Hook. f. et. Arn.	<i>Anthemis</i>	<b>Ch</b>	<b>Z</b>	<b>0,41</b>					
	<b>Total Anthemis</b>	<b>Ch</b>	<b>Z</b>	<b>0,41</b>	<b>1,51</b>	<b>0,01</b>	<b>3,00</b>		
<i>Cerastium</i> sp.	Caryophyllaceae	<b>T</b>	<b>Z</b>	<b>0,15</b>					
<i>Silene gallica</i> L.	Caryophyllaceae	<b>T</b>	<b>Z</b>		<b>1,51</b>	<b>0,05</b>			
<i>Spergularia</i> sp.	Caryophyllaceae	<b>T</b>	<b>Z</b>		<b>0,01</b>				
<i>Stellaria media</i> (L.) Cirillo	Caryophyllaceae	<b>T</b>	<b>Z</b>		<b>1,51</b>				
	<b>Total Caryophyllaceae</b>	<b>T</b>	<b>Z</b>	<b>0,15</b>	<b>3,03</b>	<b>0,05</b>	<b>3,00</b>		
<i>Senecio selloi</i> (Spreng.) DC.	<i>Senecio</i>	<b>Ch</b>	<b>Z</b>	<b>3,81</b>					
<i>Senecio madagascariensis</i> Poir.	<i>Senecio</i>	<b>Ch</b>	<b>Z</b>		<b>1,51</b>				
	<b>Total Senecio</b>	<b>Ch</b>	<b>Z</b>	<b>3,81</b>	<b>1,51</b>		<b>2,00</b>		
<i>Oxalis</i> sp.	<i>Oxalis</i>	<b>H</b>	<b>Z</b>			<b>0,01</b>			
<i>Oxalis articulata</i> Savigny	<i>Oxalis</i>	<b>H</b>	<b>Z</b>	<b>0,01</b>					

Tabla 1.- (Continuación).

Taxón censado en el campo	Taxón polínico	FV	CD	VP por ambiente			Registro polínico		
				Natural	Parquizado	Agroproductivo	C	VP	R/P
<i>Oxalis conorrhiza</i> Jacq.	<i>Oxalis</i>	H	Z		0,01				
	<b>Total <i>Oxalis</i></b>	<b>H</b>	<b>Z</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>3,00</b>		
<i>Conyza bonaerensis</i> (L.) Cronq.	<i>Conyza</i>	T	Z	<b>0,21</b>		<b>0,83</b>	<b>2,00</b>		
<i>Psila</i> sp.	<i>Psila</i>	T	Z		<b>0,30</b>	<b>0,69</b>	<b>2,00</b>		
<i>Blechnum australe</i> (Kaulf.) Mett.	<i>Blechnum</i>	Chh	A	<b>4,80</b>			<b>1,00</b>		
<i>Psidium luridum</i> (Spreng.) Burret	<i>Psidium luridum</i>	F	Z	<b>0,41</b>			<b>1,00</b>		
<i>Bulbostylis</i> sp.	Cyperaceae	H	A	0,72			1,00		
<i>Carex</i> sp.	Cyperaceae	H	A	0,15			1,00		
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	Cyperaceae	H	A	0,72			1,00		
	<b>Total Cyperaceae</b>	<b>H</b>	<b>A</b>	<b>1,59</b>			<b>1,00</b>		
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	<i>Galinsoga parviflora</i>	T	Z	<b>0,01</b>			<b>1,00</b>		
<i>Evolvulus sericeus</i> Sw.	<i>Evolvulus sericeus</i>	T	Z	<b>0,23</b>			<b>1,00</b>		
<i>Zephyranthes minima</i> Herbert	<i>Zephyranthes</i>	G	Z	<b>0,01</b>			<b>1,00</b>		
<i>Solidago chilensis</i> Meyen	<i>Solidago</i>	G	Z		<b>1,51</b>		<b>1,00</b>		
<i>Euphorbia serpens</i> Kunth	<i>Euphorbia</i>	T	Z			<b>0,28</b>	<b>1,00</b>		
<i>Cotula australis</i> (Sieb.) Hook.	<i>Cotula</i>	T	Z			<b>0,28</b>	<b>1,00</b>		
<i>Triticum durum</i> L.	<i>Triticum durum</i>	H	A			<b>7,24</b>	<b>1,00</b>		
<i>Portulaca oleracea</i> L.	<b>Portulacaceae</b>	T	Z			<b>3,76</b>	<b>1,00</b>		
<i>Viola arvensis</i> Murray	<i>Viola arvensis</i>	T	Z			<b>0,05</b>	<b>1,00</b>		
<i>Nerium oleander</i> L.	Apocinaceae	F	Z		x				
<i>Araucaria bidwillii</i> Hook.	Araucareaceae	F	A		x				
<i>Catalpa speciosa</i> (Warder) Warder ex Engelm.	Bignoneaceae	F	Z		x				
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Bignoneaceae	F	Z		x				
<i>Abelia grandiflora</i> (Rovelli ex André) Rehd.	Caprifoliaceae	F	Z		x				
<i>Bahuinia fortificata</i> Link subsp. <i>pruinosa</i> (Vogel) Fortunato & Wunderlin	<i>Bahuinia</i>								
<i>Juniperus sabina</i> L.	Cupressaceae	F	A		x				
<i>Ginkgo biloba</i> L.	Ginkgoaceae	F	A		x				
<i>Liquidambar styraciflua</i> L. Sweetgum	Hammamelidaceae	F	Z		x				
<i>Phormium tenax</i> Forst.	Liliaceae	F	Z		x				
<i>Acacia</i> sp.	Mimosoideae	F	Z		x				
<i>Acacia mearnsii</i> De Wild.	Mimosoideae	F	Z		x				



Tabla 1.- (Continuación).

Taxón censado en el campo	Taxón polínico	FV	CD	VP por ambiente			Registro polínico		
				Natural	Parquizado	Agroproductivo	C	VP	R/P
<i>Acacia melanoxylon</i> R. Br.	Mimosoideae	F	Z		x				
<i>Albizia julibrissin</i> Durz.	Mimosoideae	F	Z		x				
<i>Callistemon rigidus</i> R. Br.	Mimosoideae	F	Z		x				
<i>Robinia pseudo-acacia</i> L.	Papilionoideae	F	Z		x				
<i>Abies</i> sp.	Pinaceae	F	A		x				
<i>Picea</i> sp.	Pinaceae	F	A		x				
<i>Pittosporum</i> sp.	Pittosporaceae	F	Z		x				
<i>Chaenomeles lagenaria</i> (Lois.) Koidz.	Rosaceae	F	Z		x				
<i>Cotoneaster</i> sp.	Rosaceae	F	Z		x				
<i>Prunus</i> sp.	Rosaceae	F	Z		x				
<i>Pyracantha</i> sp.	Rosaceae	F	Z		x				
<i>Populus alba</i> L.	Salicaceae	F	A/Z		x				
<i>Populus</i> sp.	Salicaceae	F	A/Z		x				
<i>Persea americana</i> Mill.	Saxifragaceae	F	Z		x				
<i>Cryptomeria japonica</i> (Lf) D. Don	Taxodiaceae	F	A		x				
<i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich.	Taxodiaceae	F	A		x				
<i>Tilia</i> sp.	Tiliaceae	F	A		x				
<i>Ulmus</i> sp.	Ulmaceae	F	A		x				
<i>Cupressus</i> sp.	<i>Cupressus</i>	F	A		x				
<i>Pinus insignis</i> Douglas ex Loudon	<i>Pinus</i>	F	A		x				
<i>Pinus pinea</i> L.	<i>Pinus</i>	F	A		x				
<i>Pinus</i> sp.	<i>Pinus</i>	F	A		x				
	<b><i>Bidens</i></b>	<b>T</b>	<b>Z</b>						<b>0,05</b>
	<b>Rubiaceae</b>	<b>T</b>	<b>Z</b>						<b>0,09</b>

La heterogeneidad entre ambientes fue alta lo cual se infiere de los bajos valores de similitud a nivel específico (Tabla 2). Estos valores se incrementaron cuando los índices se calcularon para los taxones resultantes de los agrupamientos (Tabla 2) incrementándose la homogeneidad de la localidad debido a que los taxones presentan una mayor constancia que las especies (Tabla 1). En ambos casos la mayor similitud cualitativa fue en-

tre los ambientes parquizado y agroproductivo, en tanto que la mayor similitud cuantitativa se obtuvo entre el natural y el parquizado.

En la tabla 1 se presentan los 22 tipos polínicos registrados en el espectro. En éste dominaron: *Eucalyptus* sp, *Taraxacum* y Apiaceae, los cuales constituyeron el 52.7 % de los tipos registrados. La composición taxonómica del espectro polínico re-

flejó al agroecosistema dado por la presencia de los cultivos *Zea mays* y *Helianthus annuus* y de las malezas. Sin embargo, la riqueza del ambiente agroproductivo estuvo sesgada en el espectro polínico. De los 24 taxones vegetales registrados en el ambiente agroproductivo sólo 13 estuvieron presentes en el registro polínico, de los cuales el 66.66 % estuvo sobrerrepresentado ( $R/P > 0.80$ ) y el 44.44 % subrepresentado ( $R/P < 1.25$ ) (Tabla 1). La similitud cualitativa entre los taxones vegetales y los polínicos ( $IS_j = 59\%$ ) fue mayor que la cuantitativa ( $IS_{MO} = 12.50\%$ ). La baja similitud podría explicarse en primer lugar, a la presencia taxones polínicos cuyas fuentes se encontraron en los ambientes natural y parquizado, tales como: *Eucalyptus*, *Gnaphalium*, tipo *Lotus*, Plantaginaceae, *Ambrosia*, *Ranunculus* y *Achirocline saturoides*, y a los regionales (no presentes en la vegetación de la localidad) como *Bidens* y Rubiaceae. En segundo lugar, el sesgo podría deberse a los taxones presentes en la vegetación tales como: *Triticum durum*, tipo *Psila*, *Conyza*, *Euphorbia*, *Cotula*, Portulacaceae, *Viola arvensis* y *Anagallis*, pero ausentes en el registro.

El espectro de formas de vida de la vegetación del ambiente agroproductivo estuvo dominado por las terófitas y hemicriptófitas (Fig. 3 I a), sin embargo estas últimas estuvieron mejor representados en el espectro que las terófitas ( $PVH/VH = 80\%$  y  $PVT/VT = 58\%$  respectivamente). La presencia de formas caméfitas y fanerófitas en el espectro dan pautas del carácter local del espectro (Fig. 3 II a) habiendo sido registradas estas últimas en los otros ambientes. Además, los valores  $PVT/VT$ ,  $PVH/VH$  reflejan también el carácter local y regional del espectro, dado que permiten inferir que no todas las terófitas, así como las hemicriptófitas presentes en la vegetación del agroecosistema lo estuvieron en el registro.

La vegetación del ambiente agroproductivo estuvo dominada por los tipos zoófilos reflejándose este carácter en el espectro polínico (Fig. 3 II a y b). Sin embargo, la representación de los tipos anemófilos ( $PVA/VA = 75\%$ ) fue mayor en el espectro que la de los zoófilos ( $PVZ/VZ = 53\%$ ). La presencia de los primeros podría vincularse a su mayor presencia en los otros ambientes de la localidad.

Como consecuencia del incremento en la homogeneidad de la vegetación de la localidad debido a

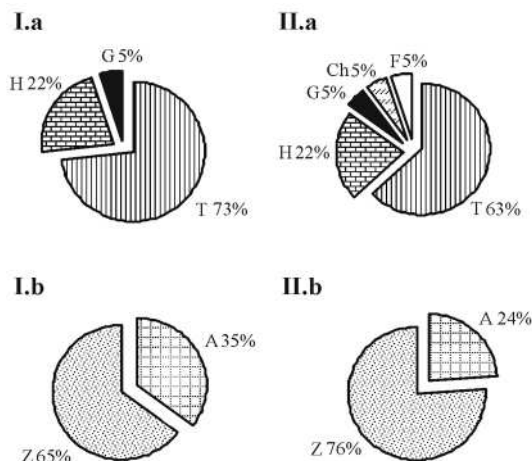


Fig. 3 - Características biotípicas (a) y dispersivas (b) del ambiente agroproductivo (I) y del registro polínico (II). (a) Formas de Vida: T, terófitas; H, Hemicriptófitas; G, Geófitas; Ch, Caméfitas; F, Fanerófitas. (b) Características dispersivas: A, anemófilas; Z, zoófilas.

las analogías establecidas es de esperar que se minimice la posibilidad de discriminar las fuentes de origen del polen registrado. Así, de los tipos registrados en el espectro y en la vegetación de la localidad, el 13.63% de los taxones presentaron constancia 3, en tanto que para el 25 % el valor fue de 2 y para el 61.36 % fue 1 (Tabla 1). Sólo *Zea*, *Helianthus* y *Anagallis* fueron indicadores del ambiente agroproductivo (constancia 1), en tanto que los taxones con constancia 3 fueron considerados como indicadores de la localidad y aquellos con constancia 2 indican parcialmente la localidad pero no permiten inferir el ambiente.

En función de lo anterior, es posible observar que del total de tipos polínicos registrados:

1. El 57.37 % tuvo su probable fuente en el ambiente agroproductivo o en este y otro/s ambientes de la localidad (taxones con constancia 2 y 3)
2. El 33.33 % tuvo su probable fuente de origen en los otros ambientes de la localidad pero no el sitio (taxones con constancia 2)
3. El 9.09 % de los taxones no fue censado en la localidad reflejando elementos regionales. Estos taxones corresponden a los tipos *Bidens* y Rubiaceae, malezas comunes en el área (Requesens et al., 1989; Alonso, 1984).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El análisis y la comparación de los distintos atributos empleados en la vegetación del ambiente agroproductivo y el espectro polínico permitieron observar que algunos taxones dominantes en el primero estuvieron ausentes (*Triticum durum*) o subrepresentados (*Zea mays*) en el registro. Las características dispersivas pobres de los cultivos son una consecuencia de la selección artificial practicada en ellos y distintos autores han señalado la importancia de su caracterización en el conjunto polínico a partir de las malezas acompañantes (Behre, 1981, 1986). Si bien muchas malezas fueron registradas en el espectro no fueron indicadoras exclusivas del ambiente ya que presentaron constancia 2 o 3 reflejando la localidad total o parcialmente. *Portulacca oleracea* no fue registrada en el espectro, ya que la misma es cleistógama a bajas intensidades lumínicas (Miyansishi & Cavers, 1980). Estas condiciones son generadas dentro del cultivo cuando se alcanzan los máximos valores de índice foliar período coincidente con la época de floración de esta especie (Madanes, 1999). Por otra parte, la subrepresentación de las Poaceae es coincidente con lo hallado en agroecosistemas pampeanos (Madanes & Dadón, 1998; Madanes, 1999). En el espectro de formas de vida del conjunto polínico dominaron las terófitas y hemicriptofitas quedando reflejadas de esta manera las características de formas de vida del ambiente agroproductivo. La mayoría de las malezas son terófitas, denotando ambientes altamente disturbados (Grime, 1979; Mac Arthur & Wilson, 1967). Los ambientes con menor frecuencia e intensidad de disturbio presentan menor proporción de terófitas y mayor proporción de otras formas (McIntyre et al., 1995) lo cual concuerda con lo observado en los ambientes parquizado y natural.

El análisis de la constancia en la localidad permitió discriminar el posible origen del polen depositado estableciéndose así tres categorías diferentes: sitio, local y regional. Así mismo, el análisis de este atributo permitió inferir que si el análisis hubiese involucrado sólo al ambiente agroproductivo, el origen de los tipos polínicos estaría sobreestimado, razón por la cual la determinación de la escala espacial y las características de la localidad resultan importantes para el desarrollo de parámetros adecuados de calibración. De esta forma, al ampliar la escala de análisis a la localidad, la identificación de

Comparación	Cualitativa		Cuantitativa	
	IJe (%)	IJt (%)	IME (%)	IMt (%)
Relictual-Parquizado	12,96	44,44	0,45	74,5
Relictual-Agroproductivo	5,55	35,55	0,06	35,42
Parquizado-Agroproductivo	41,46	62,5	0,07	39,86

Tabla 2.- Comparaciones entre ambientes. Cualitativa: índice de Jaccard; IJe, a nivel específico; IJt, a nivel taxa. Cuantitativa: índice de Motyka; IME, a nivel específico; IMt, a nivel taxa.

los elementos indicadores del ambiente agroproductivo en el registro polínico se vio distorsionada, sobreestimada, por la alta similitud de la vegetación de este ambiente con el parquizado.

Las distintas variables estructurales analizadas permitieron reconstruir al agroecosistema al mismo tiempo ponen en evidencia el sesgo del espectro polínico, sugiriendo que otras variables como la distancia y altura de la fuentes al sitio de muestreo deberían ser incorporadas en el análisis.

## AGRADECIMIENTOS

A la ERA-INTA de Balcarce por autorizar la realización de este proyecto. Al Dr. Héctor D'Antoni por su asesoramiento y al Dr. Rubén Quintana por la lectura crítica del manuscrito.

## BIBLIOGRAFIA

- Alonso, S. I. 1984. Período de emergencia de las principales malezas del sudeste bonaerense. INTA - Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. *Informe para Extensión. Producción Vegetal*. Vol. 2. (14): 1-4.
- Behre, K. E. 1981. The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen & Spores* 23: 225-245.
- . 1986. *Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams*. Behre, A. A. (eds.). Balkema, Rotterdam.
- Birks, H. J. B. & Birks, H. H. 1980. *Quaternary Palaeoecology*. E. Arnold Ltd., London.
- Braggio Marucchio, G., Cornara, L. & Mariotti, M. 1988. Modern pollen rain and vegetation relationships in microinsular mediterranean environments. 1 Zannone Island (Pontian Archipiélago - Italy). *Pollen & Spores* 30: 471- 484.
- Cabrera, A. L. & Zardini, E. M. 1978. *Manual de la Flora de los alrededores de la Provincia de Buenos Aires*. ACME. Buenos Aires.
- & Zardini, E. M. 1993. *Manual de la flora de los*

- alrededores de Buenos Aires. ACME. Buenos Aires.
- D'Antoni, H. L. 1979. *Arqueoecología. El hombre y los ecosistemas del pasado a través de la Palinología*. Colecc. Ci. Inst. Nac. Antropol. Hist. N° 72. México.
- & Markgraf, V. 1977. *Dispersión del polen actual en el Oeste árido argentino*. Instituto Argentino de Nivología y Glaciología. CONICET. Anales, 4: 125-150.
- & Madanes, N. 1986. Present pollen dispersal and deposition in an agricultural system. *Contribuciones al 4º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, Mendoza 1986 (Apéndice), Pp. 36-43. Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina) & Universidad de Bamberg (West Germany), Mendoza.
- Fægri, K. & Iversen, J. K. 1989. *Textbook of Pollen Analysis*. 4th Edition. Fægri, K., Kaland, P.E. & Krzywinski (Eds.). The Blackburn Press. Caldwell, New Jersey.
- Janssen, C. R. 1966. Recent pollen spectra from the deciduos and coniferous-deciduos forests of north-eastern Minnesota: a study in pollen dispersal. *Ecology* 47: 804-825.
- Grime, J. P. 1979. *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley and Sons, Chichester.
- Lewis, W. H., Vinay, P. & Zenger, V. E. 1993. *Airborne and allergenic Pollen of North America*. The John Hopkins University Press. LTD. London.
- Mac Arthur, R.H. & Wilson, E. O. 1967. *The Theory of Island Biogeography*, Princeton University, Press. Princeton, New York.
- Madanes, N. 1999. *Estudio de la dispersión y deposición polínica en un agroecosistema en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires*. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires.
- & Dadon, J. R. 1998. Optimum sample size when characterizing the site aerial pollen of grass plains of Argentina. *Grana* 37: 239-245.
- & de Michelli, A. 1999. La Palinología y Paleocambios en la diversidad. Pp. 243-255. En Matteucci, S., Solbrig, O., Morello, J. & Halffer, G. (eds.), *Biodiversidad y usos de la tierra. Conceptos y ejemplos de Latinoamérica*. EUDEBA, Buenos Aires.
- & Fernández, C. 2000. Estudio comparativo entre el espectro polínico recuperado en un agroecosistema y su vegetación de origen. Provincia de Buenos Aires Argentina. Actas del 10 Meeting of Paleobotanists and Palynologists. Universidad de Guarulhos. *Revista de Universidad de Guarulhos, Geociencias*, 5 (número especial): 205-207.
- Matteucci, S. D. & Colma, A. 1982 *Metodología para el estudio de la vegetación*. Serie de Biología. Monografía N° 22. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washigton, D. C. 168 pp.
- McIntyre, S., Lavorel, S. & Tremont, R. M. 1995. Plant life-history attributes: their relationship to disturbance response in herbaceous vegetation. *J. Ecol.* 83: 31-44.
- Miyansishi, K. & Cavers, P. B. 1980. The biology of Canadian weeds: *Portulacca oleraceae* L. *Canad. J. Pl. Sci.* 60: 953-963.
- Moore, P. D., Webb, J. A. & Collinson, M. E. 1991. *Pollen Analysis*. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 216 pp.
- Mueller-Dombois, D. & EllenbergEllenberg, E. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley and Sons. New York.
- Requesens, E. & Madanes, N. 1992. Organización de comunidades estacionales de malezas en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires. *Ecología Austral* 2: 101-108.
- , — & Montes, L. 1989. Composición florística y dinámica de dos comunidades estacionales de malezas en Balcarce (Argentina). *Revista Fac. Agron. Univ. Nac. La Plata* 64: 53-60.
- Solbrig, O.T & Morello, J. 1997. Reflexiones generales sobre el deterioro de la capacidad productiva de la Pampa Húmeda Argentina. Pp 1-27, en: J. Morello & Solbrig, O. T. Orientación Gráfica (Ed.), *Argentina granero del mundo: hasta cuando? La degradación del sistema agroproductivo de la Pampa Húmeda y sugerencias para su recuperación*. EUDEBA, Buenos Aires.

Original recibido el 5 de marzo de 2003; aceptado el 28 de septiembre de 2004.