

Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Biblioteca Digital FCEN-UBA

Análisis de la dispersión y depositación polínica en una agroecosistema en el sudeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina)

Madanes, Nora
1999

Tesis Doctoral

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires

www.digital.bl.fcen.uba.ar

Contacto: digital@bl.fcen.uba.ar

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Fuente / source:

Biblioteca Digital de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires



**ESTUDIO DE LA DISPERSION
Y DEPOSITACION POLINICA
EN UN AGROECOSISTEMA,
EN EL SUDESTE
DE LA PROVINCIA DE
BUENOS AIRES**

**Trabajo de Tesis para optar al titulo
de Doctora de la Universidad
de Buenos Aires
(Ciencias Biológicas)**

Lic. Nora Madanes

FCE y N BIBLIOTECA

**ANÁLISIS DE LA DISPERSIÓN Y DEPOSITACIÓN
POLÍNICA EN UN AGROECOSISTEMA EN EL SUDESTE
DE LA PROVINCIA. DE BUENOS AIRES (ARGENTINA)**

TRABAJO DE TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE DOCTORA DE LA

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

(CIENCIAS BIOLÓGICAS)

LIC. NORA MADANES

DIRECTOR: DR. EDGARDO ROMERO

CO-DIRECTOR: DR. HÉCTOR LUIS D'ANTONI

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

1999

Palabras claves: Palinología, agroecosistema, polen aéreo, relación polen-vegetación, microescala, dispersión polínica, depositación polínica

Resumen

El objetivo principal del presente trabajo fue analizar los mecanismos de la dispersión y depositación polínica en un sistema cultivo/malezas en relación con la estructura y la dinámica de la comunidad del sitio. El trabajo se realizó en la Estación Experimental – INTA Balcarce en una parcela de girasol (*Helianthus annuus*). Se analiza la composición cuali y cuantitativa de la comunidad de malezas así como el desarrollo fenológico de éstas y del cultivo y su relación con las condiciones climáticas del área. Simultáneamente se realizaron muestreos aeropalínológicos en el cultivo. Además se elaboró una zonificación del área, se identificaron los ambientes, en cada una de las cuales se hicieron censos de la estructura y composición florística para identificar el origen del polen. Los resultados mostraron que el desarrollo del sistema cultivo/malezas modifica los mecanismos involucrados en la dispersión y depositación a través del control del flujo y las fuentes polínicas como se pudo observar en la composición tipológica, riqueza y diversidad del diagrama polínico.

Palabras claves: Palynology, agroecosystem, aerial pollen, relationships pollen-vegetation, microscale, pollen deposition, pollen dispersion

Abstract

The purpose of this work was to analyse pollen dispersion-deposition mechanisms in a crop/ weeds system in relation with the structure and dynamics of the site community. The work was carried out in the Experimental Station of INTA Balcarce in a sunflower plot (*Helianthus annuus*). Qualitative and quantitative composition of the weeds community was analysed as well as the phenologic development of both weeds and sunflower crop, and its relationship with the climatic conditions of the area. Aeropalynological samples in the crop were collected simultaneously. Furthermore, a zonation of the area was elaborated, and in the different environments identified, censuses of structure and floristic composition were made in order to find out the pollen origin. The results showed that the weeds/crop system's development modifies mechanisms involved in dispersion and deposition, through pollen flux control and pollen sources, as it can be seen through the typological composition, richness and diversity of the pollen diagram

Andrea:....Bueno, y todavía no he respondido a su pregunta, Giuseppe. Sobre un palo no se puede volar por los aires. Habría que tener al menos una máquina. Pero esas máquinas no existen aún. Quizá no las haya nunca, porque el hombre es demasiado pesado. Aunque naturalmente no se puede saber. Todavía sabemos demasiado poco Giuseppe. Realmente, estamos sólo en los comienzos.

Vida de Galileo

Bertolt Brecht

*A la memoria de Píbo,
mi papá*

Agradecimientos

Quiero agradecer a las personas, que a lo largo de estos años confiaron en mi y en mi trabajo, por su desinteresada colaboración, generosidad y por los ánimos que me dieron en todo momento.

A mi maestro y amigo Héctor D'Antoni.

Al Dr. Romero por sus valiosísimos comentarios y sugerencias que evitaron la "dispersión continua y eterna" del polen.

A mi amiga Inés Malvárez, por su confianza y permanente ayuda .

A mis amigos Ana de Micheli, Patricia Kandus y Rubén Quintana, por su apoyo incondicional, por su ardiente paciencia ya que a través de compartir lo cotidiano me permitieron re-encontrarme y encontrarme con el arte de resolver los obstáculos.

A mis socias palinológicas Celina, Mary, Alicia y Karina cuyo entusiasmo y voluntad me alentaron desde los comienzos de mi labor a "depositar" el polen.

A mi amiga Marcela Cagnoni por los comentarios verdes (pero no inmaduros)

A Jorge Adamoli por su apoyo.

A Roberto Bo, Fabio K., Ricardo Vicari por las acertadas y desinteresada colaboración en las distintas etapas de esta tarea

A Javier Calcagno, por las charlas matinales y estadísticas

A Ruben Lombardo por su santa paciencia para contestar mis dudas multivariadas

A Patricia Hoc por los momentos "dispersivos"

A Luis Borgo por ayudarme a subir la montaña.

A Jorge Merler y Nicolas S. porque cuando llegue a estos pagos compartieron los mates y ensoñaciones ecológicas.

A Vivi A. por la "adobeada"

A Aníbal por compartir las contradicciones existenciales del hacer

A Eduardo Requesens, Ana Malizia, Sara Alonso, María Inés Leaden, Paco Bedmar por el camino que iniciamos juntos y aunque seguimos distintos rumbos nos reencontramos permanentemente

A los miembros de la Estación Experimental-INTA Balcarce

A las chicas del la Secretaria del Departamento de Biología por su amabilidad y colaboración

A Pampita por las anécdotas cotidianas

A la familia Sendra: Patricia, Fernando, Alejo, Javier, Rocio, Guadi, Titi y Pardo, sin cuyo apoyo todo sería más difícil.

A mis otros primos, Alicia, Fede, y Fernando.

A Margarita, Malele y Betty C, que siempre están.

A mis amigos Maria, Mariana y Angel, Olguita, Patricia, Haydée, Javier y Ricky, que desde distintos lugares me facilitaron la tarea.

A Julia, Vera, Sofía, y Daniela por su frescura y espontaneidad.

A la Sra. Emma Peel por su compañía afectiva y silenciosa (a veces no tan silenciosa).

A todos ustedes: Gracias! por su afecto caluroso, consejos y sugerencias .

Este trabajo fue posible gracias al apoyo económico de varias instituciones a lo del largo de tiempo: La Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, Alexander von Humboldt-Sulfung Institution, la Wenner Gren Foundation for Antropological Research Inc. y laboratorios de Paleobotánica y Palinología y de Ecología Ambiental y Regional del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA.

ORGANIZACIÓN DE LA TESIS:

El trabajo de tesis se ha dividido en tres partes.

La parte 1 (capítulos 1 y 2) está referida a la identificación y caracterización de los ambientes del paisaje. En el capítulo 1 se refiere a los antecedentes más relevantes sobre las características generales del área. En el Capítulo 2 describe la zonificación realizada, entendiendo a ésta como el proceso de identificación y clasificación de las distintas unidades ambientales en términos de estructura de la vegetación.

La parte 2 (capítulos 3 y 4) está referida a las características estructurales y funcionales del ambiente *Helianthus annuus*/ malezas donde se controla la deportación y dispersión polínica. Se introduce a la problemática con un marco conceptual de ecología de comunidades y de las malezas. En el capítulo 3 se analiza la composición cuali - cuantitativa de la comunidad de malezas y su dinámica. En el capítulo 4 se analiza la fenología de la comunidad de malezas a lo largo del ciclo estudiado.

La parte 3 (capítulos 5 y 6) se refiere al análisis del polen aéreo depositado y dispersado en el sitio y a su relación con las variables ambientales y el registro polínico. El capítulo 5 trata estrictamente del diagrama polínico. El capítulo 6 se analizan las relaciones entre los sistemas polínicos y de vegetación. En base a los resultados se propone un modelo conceptual que relacione el polen aéreo dispersado y depositado en el ambiente *Helianthus annuus*/ malezas con su vegetación y la del paisaje.

INDICE

INTRODUCCION GENERAL.....	3
CAPITULO 1.....	6
CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO.....	6
1.1. AREA DE ESTUDIO.....	6
1.2. LA INTERVENCIÓN DEL HOMBRE.....	13
CAPITULO 2.....	15
CARACTERIZACION AMBIENTAL DEL AREA DE ESTUDIO	15
2.1. INTRODUCCION	15
2.2. METODOLOGIA.....	17
2.2.1. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	17
2.2.2. - CARACTERIZACIÓN DE LOS AMBIENTES:.....	22
2.3. RESULTADOS.....	23
2.3.1. UNIDADES AMBIENTALES IDENTIFICADAS.	23
2.4. DISCUSION Y CONCLUSIONES.....	29
2.4.1. EL PAISAJE.....	29
2.4.2. AMBIENTES.....	29
CAPITULO 3.....	35
ORGANIZACION DE LA COMUNIDAD DE MALEZAS DEL AMBIENTE <i>Heliantus</i>	
<i>annus/</i> malezas.....	35
3.1. MARCO CONCEPTUAL: ATRIBUTOS ECOLOGICOS DE LAS MALEZAS..	35
3.1.1. ESTRUCTURA Y DINAMICA DEL AGROECOSISTEMA.....	39
3.2. MATERIALES Y METODOS	40
3.3. RESULTADOS.....	42
3.3.1. FAMILIAS BOTÁNICAS Y FORMAS DE VIDA PREDOMINANTES	42
3.3.2. DESARROLLO COMUNITARIO	42
3.4. DISCUSION	50
3.5. CONCLUSIONES.....	52
CAPITULO 4.....	55
FENOLOGIA DE LAS ESPECIES DE MALEZAS Y DEL CULTIVO.	
(IDENTIFICACIÓN DEL PERÍODO DE FLORACIÓN DEL SISTEMA).....	55
4.1. MARCO CONCEPTUAL: SIGNIFICADO DEL CONCEPTO DE	
METAPOBLACIONES.....	55
4.1.1. - FENOFASES	56
4.2. – MATERIALES Y METODOS	58
4.2.1. FENOFASES.....	58
4.2.2. CLIMA	59
4.2.3. ANÁLISIS DE LOS DATOS:.....	59
4.2.4. CLASIFICACIÓN Y ORDENAMIENTO MULTIVARIADO	60
4.3. RESULTADOS.....	62
4.3.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROGRESIÓN DE LAS FASES FENOLÓGICAS DE LAS	
ESPECIES: FENOLOGIA DE LAS POBLACIONES.....	62
4.3.2. CLASIFICACIÓN:	66
4.3.3. ORDENAMIENTO.....	72
4.3.4. ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD EN EL GRADIENTE	77
4.3.5. DESARROLLO FENOLÓGICO Y VARIABLES CLIMÁTICAS:.....	79
4.4. DISCUSION	79
4.4.1. ANÁLISIS DE LAS POBLACIONES.....	79
4.4.2. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE FENOFASES	83
4.4.3. DIVERSIDAD DEPENDIENTE DE LA DIVISIÓN TEMPORAL DEL AMBIENTE	83

4.4.4. AMBIENTE.....	85
4.5. CONCLUSIONES.....	86
CAPITULO 5.....	91
ANÁLISIS DEL SISTEMA POLÍNICO.....	91
5.1. INTRODUCCION	91
5.2. MATERIALES Y METODOS	93
5.2.1. TRABAJO DE CAMPO:.....	93
5.2.2. TÉCNICAS DE LABORATORIO:	93
5.2.3. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS:	95
5.2.4. ANÁLISIS DE LOS DATOS:	95
5.2.4.1. DETERMINACIÓN DE LA UNIDAD MUESTRAL (VOLUMEN MÍNIMO):.....	95
5.2.4.2. CONFECCIÓN Y ANÁLISIS DEL DIAGRAMA POLÍNICO:	97
5.3. RESULTADOS.....	98
5.3.1. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN MÍNIMO	98
5.3.2. CONFECCIÓN Y ANÁLISIS DEL DIAGRAMA POLÍNICO:	104
5.4. DISCUSION	113
5.4.1. TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	113
5.4.2. DIAGRAMA POLÍNICO	115
5.5. CONCLUSIONES.....	117
CAPITULO 6.....	118
RELACIONES DEL SISTEMA POLÍNICO Y LA VEGETACION.....	118
6.1. INTRODUCCION	118
6.2. MATERIALES Y METODOS	120
6.2.1 RELACIÓN DEL CONJUNTO POLÍNICO DEL SITIO CON LA VEGETACIÓN DE LOS DISTINTOS AMBIENTES Y CON LA DEL PAISAJE	120
6.2.2. RELACIÓN DEL DIAGRAMA POLÍNICO Y EL AMBIENTE <i>HELIANTHUS ANNUS</i> / MALEZAS (MICROESCALA).....	125
6.3. RESULTADOS:.....	125
6.3.1. ANÁLISIS DE LOS ATRIBUTOS DEL CONJUNTO POLÍNICO DEL SITIO (AMBIENTE <i>Helianthus annus</i> /MALEZAS) EN RELACIÓN CON LA VEGETACIÓN DEL PAISAJE ..	125
6.3.2. ANÁLISIS DE LOS ATRIBUTOS DEL CONJUNTO POLÍNICO DEL SITIO (AMBIENTE <i>HELIANTHUS ANNUS</i> / MALEZAS) EN RELACIÓN CON LA VEGETACIÓN DE LOS DISTINTOS AMBIENTES.....	127
6.3.3. RELACIÓN ENTRE EL DIAGRAMA POLÍNICO Y LA VEGETACIÓN DEL AMBIENTE <i>Helianthus annus</i> / malezas	132
6.4. DISCUSION.	134
6.5. - CONCLUSIONES:	142
CONSIDERACIONES FINALES	144
BIBLIOGRAFÍA.....	147
ANEXO I.....	167
DESCRIPCIÓN DE LOS GRUPOS FINALES PRODUCTO DEL ANÁLISIS DE CLASIFICACIÓN	167
ANEXO II.....	176
ESTUDIO DE LA MORFOLOGÍA POLÍNICA DE LAS PRINCIPALES MALEZAS DEL SUDESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES	176
ANEXO III.....	197
A) TAXA CON REGISTRO POLÍNICO Y CENSADAS EN LA VEGETACIÓN.....	197
B) TAXA CON REGISTRO POLÍNICO Y NO CENSADAS EN LA VEGETACIÓN	199
C) TAXA SIN REGISTRO POLÍNICO Y CENSADAS EN LA VEGETACIÓN.....	200

INTRODUCCION GENERAL

La Palinología es el estudio integral de los granos de polen y de las esporas actuales y fósiles. Los primeros son producidos por las angiospermas y gimnospermas y las segundas por las pteridofitas, briofitas, algas y hongos. Abarca tanto el estudio de la estructura y formación de granos y esporas, como el análisis de las variables ambientales que condicionan su dispersión, su sedimentación y su preservación.

Esta ciencia ha demostrado ser una herramienta particularmente útil para el estudio de los ecosistemas actuales y del pasado especialmente los del Cuaternario y Holoceno, y también para el desarrollo de otras áreas del conocimiento como la previsión de cosechas, la dispersión de plagas, la prevención de alergias y la elaboración de modelos sobre el desplazamiento de masas de aire de la atmósfera en distintas épocas. También contribuye con las Ciencias Arqueológicas al conocimiento de los ambientes del pasado, de la economía y de la forma de vida del hombre prehistórico, debido a que en el registro polínico de sitios arqueológicos se detectan las modificaciones realizadas en el ambiente por la actividad antrópica a través de la presencia de indicadores polínicos económicos (Bryant, 1974) que denotan el tipo de uso de la tierra. En el caso de los sistemas agrícolas esas modificaciones se traducen en el reemplazo de la vegetación natural como consecuencia de la introducción de especies de cultivos y de las malezas asociadas (Behre, 1981) y la sucesión que se inicia después que la actividad o el sitio ha sido abandonado.

Desde los inicios de la Palinología se ha establecido que, sí bien el polen depositado en un sitio no es un reflejo directo de la vegetación que lo produjo existe relaciones entre ellos que hacen posible la traducción de los primeros en términos de vegetación. Así, el análisis de los atributos cuali y cuantitativos del polen contenido en una muestra actual o fósil (el espectro polínico) permite hacer inferencias sobre las características de la vegetación en un determinado lugar y momento siempre que se tengan en cuenta los factores que distorsionan la relación polen-vegetación (Faegri e Iversen, 1974, 1989; Birks y Birks, 1980; Moore et al., 1991).

Dentro de los factores que distorsionan la relación se encuentran los aspectos referidos a los factores genéticos, fisiológicos, climáticos y ecológicos que controlan la floración y producción de polen que a su vez condicionan la dispersión y depositación del polen de las distintas especies. Estos factores tienen implícita una componente espacial y temporal, que no puede ser considerada si no se introduce el concepto de

paisaje. Forman y Godron (1986) consideran que todo paisaje tiene un cierto grado de heterogeneidad ambiental, es decir que cada uno de los ambientes posee una estructura y dinámica que le son propias. Dado que el polen depositado en un sitio refleja esa heterogeneidad la reconstrucción ambiental a través del registro debe considerarlas. Así por ejemplo, si se considera sólo dos atributos relacionados con la capacidad dispersiva del polen : la distancia de las fuentes polinizantes al sitio de muestreo y la época de polinización el sesgo de la traducción se relaciona con el área que puede recuperarse en el espectro polínico (polen del sitio, local, regional) y el tiempo de floración de las poblaciones.

Diferentes autores han señalado la importancia que adquiere para los estudios arqueológicos y paleoecológicos la búsqueda de análogos modernos a través del estudio del espectro polínico y su relación con las fuentes de vegetación (Wright, 1967; Birks y Birks, 1980; Webb, 1974a; Prentice, 1985; D'Antoni y Markgraf, 1977). El estudio de los ecosistemas actuales en términos de sus espectros polínicos y las relaciones entre éstos y el clima contribuyen al conocimiento de los factores involucrados en la relación polen-vegetación, siendo la base para las investigaciones de los paleoecosistemas reconstruidos a partir de los diagramas de polen fósiles. Estos estudios se basan por un lado en la relación directa que existe entre el clima como *fuerza estructuradora* y el conjunto suelo-vegetación, aún considerando las excepciones, y por otro, en que esa vegetación genera un figura polínica que le es propia. De esta forma, el espectro polínico fósil permite efectuar predicciones para la reconstrucción de ambientes del pasado o la predicción de futuros, ante cambios climáticos globales cuando se trabaja en escala regional y uso de la tierra en escala de mayor detalle.

El objetivo del presente trabajo fue el de caracterizar un agroecosistema pampeano en términos de las distintas etapas de la dispersión y depositación polínica de una compleja localidad agrícola.

La Provincia pampeana es el territorio fitogeográfico más apto para la agricultura y ganadería de la Argentina Toda su superficie ha sido alterada por el hombre a través de cultivos de cereales o de la ganadería e instalación de plantas industriales, con las consiguientes modificaciones de las comunidades prístinas. La importancia de los estudios ecológicos en esta área en cuanto a su estructura y dinámica actual resultan relevantes a la hora de implementar técnicas de preservación y manejo. Los estudios de los agroecosistemas actuales en términos de su lluvia polínica contribuyen a la comprensión de los efectos que sobre la vegetación ha

ejercido el hombre al mismo tiempo que ayudan a comprender la historia de este elucidando el manejo prehistórico de la tierra y el ambiente en el cual desarrollaron sus actividades. Al mismo tiempo, el conocimiento de su historia paleoecológica, antropológica y arqueológica puede servir de base para la formulación de modelos que permitan predecir su comportamiento futuro.

Se analizaron las etapas de la dispersión y depositación polínica en una parcela de *Helianthus annuus* de la zona de Balcarce desde la emergencia del cultivo hasta su senescencia (14 semanas) Dada las características ecológicas del ambiente fue posible controlar experimentalmente las variables en espacio y tiempo.

El alcance del trabajo se vincula por un lado al aporte del conocimiento de los factores y mecanismos que influyen en la dispersión y depositación. Por otro lado sirve de base para la interpretación de los espectros polínicos fósiles en los al estudio paleoecológico y arqueológico ya que el diagrama polínico puede ser analogado (dada la escala de análisis) con el espectro polínico de un deposito, debido a que estos representan muchos ciclos, anuales o estacionales.

En este sentido, el objetivo de este trabajo fue:

Analizar los mecanismos de dispersión y depositación polínica en un sistema cultivo/malezas en relación con la estructura y la dinámica de la comunidad.

Construir un modelo descriptivo e interpretativo de los factores que controlan la dispersión y depositación polínica en relación con el desarrollo estructural y funcional de la comunidad del sitio estudiado.

Parte 1
Capítulos 1 y 2

CAPITULO 1

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

1.1. AREA DE ESTUDIO

El sitio de estudio se encuentra en la *Pampa húmeda*. Esta región puede ser considerada como una extensa llanura con ondulaciones suaves, y con un leve declive que baja hacia el sudeste. En el centro-sur de la Provincia de Buenos Aires es interrumpida por dos sistemas montañosos: Tandilia y Ventania. La Pampasia, según Franguelli (1946) es una gran llanura que se extiende entre las estribaciones de las Sierras Pampeanas, en el Oeste y los ríos Paraguay-Paraná, en el este y desde la frontera con Bolivia hasta el sur de la Provincia de Buenos Aires. Se divide en tres sectores: Oriental, Central y Occidental. Pampasia no coincide con la región fitogeográfica de La Pampa (Parodi, 1947), dado que en su sector norte (Provincias de Formosa, Chaco y norte de Santa Fe) está cubierta por bosques y sabanas que pertenecen a la región fitogeográfica chaqueña. Está formada en gran parte de su superficie, por sedimentos loésicos (Tricart, 1973). Desde el punto de vista geográfico la *Pampa húmeda* es la parte central de la *Pampasia Central* (Franguelli, 1946).

La Estación Experimental Agropecuaria, Balcarce INTA ($37^{\circ} 51' S$; $58^{\circ} 15' O$) de acuerdo a los criterios de subregionalización priorizados por Solbrig y Morello (1997) se ubica en la zona de transición entre la *Pampa Deprimada* y la *Pampa austral* o *Sistema de Serranías y llanuras interserranas* (Figura 1.1).

Debido a su posición geográfica el sistema en estudio resulta regionalmente ecotonal, y considerando los objetivos del trabajo resulta de interés analizar los caracteres ambientales tanto de la *Pampa Deprimada* como los del *Sistema de Serranías* para una mayor comprensión del sistema.

a) HIDROGRAFÍA

La *Pampa Deprimada* (Figura 1.1) es una depresión ancha, asimétrica y poco acentuada. Las pendientes suaves hacen que el drenaje sea muy dificultoso y que el escurrimiento sea incapaz de cualquier trabajo morfogenético. Las faldas son drenadas por arroyos que acompañan la inclinación general del terreno, sin encausarse en valles bien marcados a excepción del sector SE, al norte de Mar del Plata (Tricart, 1973).

Esta región presenta dificultades para evacuar sus excedentes hídricos, los que permanecen durante largo tiempo como espejos de agua de poca profundidad, formados por la lluvia o por agua alóctona durante las grandes inundaciones. Estos espejos funcionan como evaporadores, concentrando sales en superficie, generando problemas de salinización-alcalinización, limitantes graves para el uso agrícola (Soriano, 1991; Morello y Solbrig, 1997).

Los ríos de los sistemas de sierras son cortos y pocos caudalosos: nacen en las vertientes o en la Pampa de Juárez (270 m snm). Recorren la llanura con una orientación aproximada suroeste-noroeste. El sistema hidrográfico es de caudales sumamente débiles. Presentando un régimen irregular, acorde a la distribución de las lluvias.

b) VIENTOS

Ambas regiones están fuertemente influenciadas por el desplazamiento del cinturón de convergencia intertropical y por el efecto de bloqueo que ejerce la Cordillera de los Andes, interfiriendo en los vientos generados por el anticiclón del Pacífico al norte de los 40° de latitud (Burgos y Valencia, 1979). Durante todo el año soplan vientos sobre la llanura (en dirección Noreste-Suroeste). En el verano, la circulación del flanco occidental del Atlántico Sur se ve intensificada, provocando un aumento de las frecuencias de los vientos del Este, especialmente del Noreste y una disminución del Sudoeste. Durante el invierno como consecuencia del desplazamiento hacia el Norte de los centros de presión, se intensifica la baja presión subantártica y el alejamiento relativo del Anticiclón del Atlántico, manifestándose en una predominancia de los vientos del Oeste en la mitad sur de la provincia que viran al Sudoeste en la mitad Norte, mientras que los del Este se reducen. La resultante del viento en ambas estaciones es predominante del Oeste (Burgos, 1968). Las sierras se ubican geográficamente perpendiculares al eje noreste-suroeste de la circulación atmosférica predominante en esta región. Pero estos accidentes orográficos resultan poco efectivos como condensadores de la humedad atmosférica por su escasa altura. Sin embargo, su efecto es más evidente sobre el régimen térmico, con una influencia directa sobre la temperatura real (Burgos, 1968).

c) CLIMA

Según la clasificación climática de Thornthwaite (1948) la región se caracteriza por un clima de tipo mesotermal subhúmedo-húmedo, con deficiencia hídrica nula o escasa y una concentración estival de eficiencia térmica 48 % (Vervoost, 1967). Para Walter (1977) la región se encuadra dentro del tipo V, que se caracteriza como zona cálida templada, siempre húmeda, con marcada variación estacional de la temperatura, pero con la estación fría poco o nada marcada (Vervoost, 1967). El promedio anual de lluvias disminuye de noreste a sudoeste de 1.000 mm a 500 mm anuales. Si bien las precipitaciones se registran durante todo el año, se caracteriza por presentar dos estaciones de lluvia bien definidas: primavera y otoño. La temperatura media es de 13 ° - 17 ° C, con marcada variación estacional. Se producen heladas entre abril y octubre (Vervoost, 1967).

El clima de Balcarce es clasificado como mesotermal, subhúmedo-húmedo con nula o pequeña deficiencia de agua (Thomthaite, 1948). La precipitación media anual es de 960 mm (promedio del período 1971-1990) siendo los meses más lluviosos diciembre y enero con una media de 138 y 100 mm, respectivamente. El 63% de las precipitaciones se produce en el semestre cálido (octubre-marzo). Las fechas medias de la primera y últimas heladas meteorológicas (0 ° C o inferior a 1,5 m de altura) para el período 1971-1990 corresponden al 27 de mayo y 8 de octubre, respectivamente. Las fechas extremas de primera y última heladas son el 29 de abril y el 14 de noviembre. El período medio libre de heladas meteorológicas es de 231 días y el extremo de 166 días (Andrade, 1996).

d) SUELOS

La Pampa recibe y recibió cenizas volcánicas del sistema andino, que junto al clima regional genera la extraordinaria fertilidad de los suelos (Morello, 1997). Debido al relieve plano y a la presencia de una napa freática alta, sus suelos son complejos halo-hidromórficos (Soriano, 1991). Los suelos más comunes son del tipo Natracuol, asociados con natraqualfs y natrabolls (Solonetz) (Soriano, 1991; Moscatelli et al. , 1980).

En la planicie interserrana del *Sistema de Sierras* (Figura 1.1) el material de origen de los suelos consiste en una capa de 2 m de depósitos loessicos asentados sobre costras calcáreas. Sobre este material han evolucionado suelos arguidoles caracterizados por una capa húmica muy fuerte en parte de origen coluvial (Morello, 1997). Todos los suelos de la Pampa austral se apoyan sobre un espeso manto de

material duro (tosca) constituida por carbonato de calcio. La tosca se encuentra a profundidades variables aunque a menudo aflora en la superficie. Entre los suelos más productivos de la Pampa austral contamos los de montaña (5000 km² aproximadamente) formados en los valles longitudinales y transversales, donde además de los sedimentos eólicos, se depositó el material de desgaste de la roca que provendrían de la meteorización de areniscas, esquistos arcillosos, dolomitas y calizas que cubrían los bloques cristalinos de gneiss, granitos y cuarcitas (Frenguelli, 1946). En las áreas de relieve maduro de Tandilia se encuentran suelos ricos caracterizados por un horizonte húmico con más del 7 % en materia orgánica. Suelos esqueléticos, nada evolucionados coronan la parte alta de las montañas. Los suelos de las sierras han sido citados como litosoles y para Tandilia como suelos Brunizen textural sobre tosca. En otros casos se los ha denominado suelos chernozoides de montaña (Iglesias de Cuello, A., 1975).

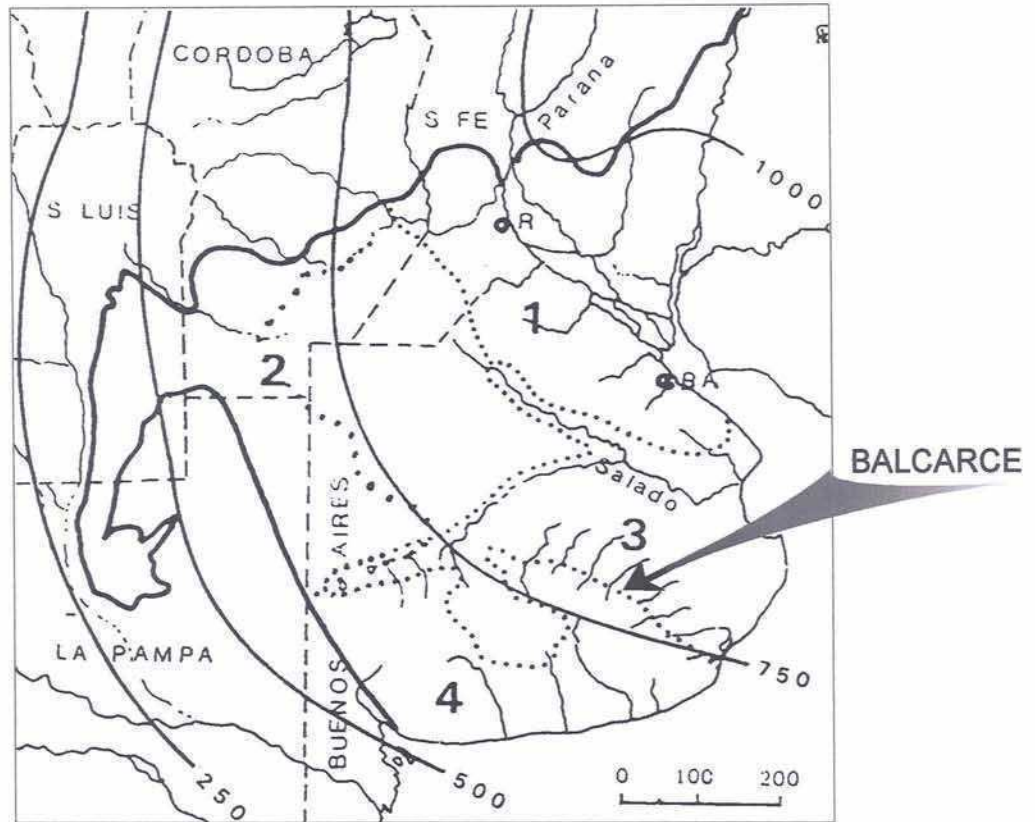
En el mapa de suelos Etchevhere (1975) la región de Balcarce presenta suelos Litosoles y Arguisoles los sujetos a un régimen údico de humedad de los sujetos a un régimen ústico. La condición de humedad edáfica se incrementa de sureste a noreste. Etchevhere (1975) señala que los suelos pertenecen al régimen térmico (la temperatura media anual del suelo a 50 cm de profundidad es mayor de 15 ° C pero inferior a 22 ° C). Mientras que los suelos altos de Tandilia y Ventania se caracterizan por ser suelos con régimen mésico de temperatura (la temperatura media anual del suelo a 50 cm de profundidad es inferior a 15 ° C).

e) FITOGEOGRAFÍA

Según Cabrera (1976) la Estación Experimental fitogeográficamente se ubica en el distrito *Pampeano Oriental* (mapa 1.1). La comunidad climax es el flechillar de *Piptochaetium montevidense*, *Stipa neesiana* y *Botriochloa lagurioides*. Estas comunidades fueron modificadas totalmente por la agricultura y la ganadería.

El tipo de vegetación dominante es la estepa o pseudoestepa de gramíneas pero también se presentan praderas de gramíneas, estepas psamófilas, estepas holófitas, matorrales, pajonales y juncales (Cabrera, 1976), dependiendo de las características geomorfológicas o edáficas. Al oeste y en donde aflora la tosca o es superficial se encuentran elementos arbustivos del monte (Verettoni y Aramayo, 1976).

Figura 1.1. Mapa de la Pampa húmeda y sus subdivisiones. 1: Pampa Ondulada, 2: Pampa Arenosa, 3: Pampa deprimida, 4: Sistema de Sierras y Llanuras Intermontana (León et. Al, 1984)



Según León y Anderson (1983) consideran al sistema estudiado ubicado en el extremo sur de la subregión de la *Pampa Deprimida*. Es de destacar que se encuentra en la zona de transición entre esta y la *Pampa austral* o *Sistema de Serranías y llanuras interserranas* (Figura 1.1). En consecuencia, analizaremos con más detalle estas dos unidades.

e.1) PAMPA DEPRIMIDA

La *Pampa Deprimida* está cubierta por pastizales naturales formados por distintas asociaciones vegetales, organizadas según complejos diseños de distribución espacial, estudiados a nivel general por Vervoost (1967) y León (1975). La vegetación original se caracteriza por presentar una fisonomía dominante de estepa o pseudoestepa de gramíneas pero también se presentan praderas de gramíneas, estepas psamófilas, estepas holófitas, matorrales, pajonales y juncales. (Cabrera 1953, 1976) según las particularidades geomorfológicas o edáficas. Las gramíneas dominantes son *Bothriochloa laguloides*, *Paspalum dilatatum*, *Briza subaristata*, *S. indicus*, *Stipa papposa*, *Stipa formicarum*, etc. (León, 1975, León et al., 1984, León en Soriano, 1991). La vegetación natural ha sido modificada por la acción ganadera, en cuanto a su composición específica y estructura: así las gramíneas nativas han sido sustituidas por latifoliadas nativas (*Ambrosia tenuifolia*, *Phyla canescens* y *Eclipta bellidioides*) u exóticas (*Mentha pulegium*, *Hypochaeris radicata*) o por gramíneas anuales como *Lolium multiflorum*, *Vulpia sp.*, *Bromus mollis* (León et al., 1984; Sala et al., 1981; Soriano, 1991).

Las comunidades dominadas por *Paspalum quadrifarium* y *Stipa trichotoma* son características del SE de la región (Vervoost, 1967). Por lo general son comunidades monoespecíficas que reciben el nombre común de la especie dominante: juncales de *Sirpus californicus*, espadañales de *Zizaniopsis bonaerensis*, totorales de *Typha domingensis* y *T. latifolia* y espartillares de *Spartina brasiliensis* o *S. montevidensis* (Vervoost, 1967). *Distycklis scoparia* y *Sporobolus pyramidatus* dominan en suelos halomórficos, mientras que en suelos salinos *S. montevidensis* y *Distichis spicata* (León en Soriano 1991)

Dado su origen relativamente reciente, esta región carece de endemismos importantes, y sobre esta llanura han avanzado elementos de la sabana del

Dominio Chaqueño y andinos a través de las serranías del centro del país, encontrando un campo propicio para su diversificación (Soriano, 1991).

Un hecho distintivo de la llanura pampeana es la ausencia de árboles. (Frenguelli, 1941, 1946; Parodi, 1942).

e.2) SISTEMAS DE SERRANIAS

Sistema de Serranías: dada su proximidad al sitio de estudio adquiere importancia el sistema de Tandilia. El sistema de Tandilia está formado por rocas ígneas o metamórficas del basamento cristalino del Pre-cámbrico (Feruglio, 1946), en altura no superan los 500 m sobre el nivel del mar.

Las sierras de Ventania, en cambio fueron originadas por plegamiento, formada por pliegues y repliegues recostados unos sobre otros. Constituida casi exclusivamente por rocas paleozoicas en los que en unos pocos sitios aflora el basamento cristalino. El relieve es abrupto y las laderas empinadas.

Parodi (1947) considera a la vegetación como un distrito fitogeográfico *per se*. Frangi (1975) caracterizó las comunidades vegetales de Tandilia en base al tipo de sustrato. La gramínea dominante es *Paspalum quadrifarium* y dentro de las herbáceas de hoja ancha el género dominante es *Eryngium* (*E. eburneum*, *E. paniculatum*, *E. herridum*, *E. serra*, *E. elegans*). En sitios húmedos *Cortaderia selloana* domina, mientras que en los suelos bien arenados dominan: *Colletia paradoxa* y *Dodonea viscosa*. También son comunes las comunidades de arbustos de *Baccharis tandilensis* o *Eupatorium buniifolium* en Sierra de Tandil y, de *Discaria longispina* y *Wedelia bupthalmiflora* en Sierra de la Ventana .

En los sitios rocosos, por encima de los 500 m, hay estepas y en los suelos arenosos los endemismos son prominentes. Estos incluyen gramíneas como *Festuca ventanicola*, *Festuca pampeana* y *Stipa juncooides* y dentro de las dicotiledóneas *S. vemtanensis*, *Plantago bismarkii*. Muchas especies de helechos se encuentran en los roquedales: *Adiantum*, *Pellea ternifolia*, *Elaphoglossum gayanum*, *Blechnum australe*, *Woodsia sp.*, *Notholeana sp.* y *Cheilantes micropteris* (Frangi, 1975).

Frangi (trabajo citado) señala la importancia biogeográfica del área al decir que "la mayor composición pteridológica corresponde a entidades de origen andino-patagónico y austrobrasileño, siendo los afloramientos rocosos de Tandil y seguramente de otros sectores de las sierras bonaerenses límites australes de

entidades de mayor dispersión en áreas templadas y/o cálidas; lugares de asiento de elementos orófilos ligados a las sierras bonaerenses, uruguayas y austrobrasileñas, puntos pivote en la migración de especies austrobrasileñas hacia el noroeste argentino; bases en la ruta de migración de especies de gran amplitud de distribución altitudinal de origen andino-pampeano; refugio de taxa endémicos de las sierras”.

1. 2. LA INTERVENCIÓN DEL HOMBRE

La Pampa húmeda es un centro agrícola - ganadero por excelencia, siendo uno de los agroecosistemas más productivos del mundo.

Esta región ha sufrido profundas transformaciones a través del período que va desde el descubrimiento de América hasta la actualidad. La actividad del hombre ha modificado directa o indirectamente el paisaje. No sólo a través de los sistemas de producción involucrados en los distintos períodos históricos (Josifovich, 1997; Giberti, 1961), sino también en los procesos de urbanización que acompañó a dichos períodos: la construcción de ciudades y caminos, líneas de cercos, plantaciones de árboles como cortinas de viento que transformaron el paisaje.

Los caracteres más particulares de la pampa en el tiempo de su descubrimiento fueron su horizonte totalmente llano y abierto, y su vegetación exenta de árboles y arbustos de alto porte. La fisonomía de pastizal que lo caracterizó era aún dominante durante el siglo pasado, época de ocupación paulatina por parte de los criollos y los extranjeros afincados en Buenos Aires. Al promediar el siglo las modificaciones de la vegetación derivadas del uso pastoril y del aumento de los rodeos eran ya evidentes (León et al. , 1984). Las prácticas agrícolas, involucraban, en la temporada 1890/91, apenas entre el 3 y el 5 % de las superficies de Santa Fe, Buenos Aires, Entre Ríos y Córdoba.

Las actividades agropecuarias desarrolladas activamente durante los últimos 80 años han modificado profundamente y en superficies extensas las características florísticas y estructurales del pastizal original (León et al. 1984).

El estado actual de estos sistemas es el resultado de un proceso antropizado junto con su historia de “fertilización” de ceniza volcánica proveniente de la Cordillera de los Andes bajo un clima húmedo – subhúmedo sin estación seca.

La alteración del régimen de disturbio natural como consecuencia de la actividad antrópica provoca y provocó alteraciones de los mismos (Huston, 1994). Así, el régimen de disturbios de la Pampa fue modificado con la llegada de los Europeos, principalmente por la acción de la herbívora y del fuego. Las especies dominantes en la vegetación hasta ese momento no estaban sujetas a una presión tan fuerte de pastoreo ni a los grandes herbívoros, es decir no coevolucionaron con esa presión, lo cual significó una adaptación de la vegetación al pastoreo con sus consecuentes cambios en estructura y función, afectando las formas de vida, composición cuali y cuantitativa, y forma de crecimiento de las especies (Sala et al., 1986)

Actualmente el paisaje de la llanura pampeana está caracterizada por los cultivos comunes a cualquier región templada del mundo (cereales de invierno, lino, girasol, maíz y sorgo), y por forestaciones, generalmente pequeñas, que señalan los asentamientos humanos. Este patrón no se cumple en ambientes donde las precipitaciones son escasas (menos de 550 mm) parte occidental de la "pampa interior", o donde la frecuencia de suelos hidromórficos o halomórficos impiden o dificultan el cultivo en la parte oriental de la Pampa deprimida (León et al., 1984). Estas subregiones se caracterizan por presentar intervenciones agrícolas esporádicas o por ser asiento, hasta el presente, de actividades ganaderas exclusivamente. En las mismas, el uso pecuario tiene como principal recurso las comunidades naturales, englobadas bajo el nombre genérico de "campo natural" (León et al., 1984). En ellos se encuentran comunidades consideradas muy semejantes a las originales o climáticas.

La posición ecotonal planteada en la regionalización realizada por Morello (1997) y por Soriano (1991) es considerada por Darwich (1991). Según estos criterios, el Partido de Balcarce se incluye dentro de la zona agroecológica mixta papera. Siendo sus principales sistemas de producción: hortícola, papero, mixto agrícola - ganadero (trigo, girasol, maíz, avena, papa y soja- vacunos; invernada) y tambero - agrícola (agricultura de verano y verdeos de invierno, con praderas mixtas de corta duración) (Darwich, 1991)

Desde 1970, los mejores suelos para uso agrícola (arguidol típico fino, con contenidos de materia orgánica de alrededor del 7%) han estado sufriendo un proceso de intensificación de uso agrícola-ganadero, al introducirse masivamente el sistema de agricultura continua. En tanto que la ganadería se desarrolla en las cubetas salinizadas que ocupan superficies pequeñas.

CAPITULO 2

CARACTERIZACION AMBIENTAL DEL AREA DE ESTUDIO

En este capítulo se realiza una zonificación de la EEA - INTA Balcarce con el objeto de definir las unidades ambientales en función de las variables consideradas determinantes de la heterogeneidad interna del área.

2.1. INTRODUCCION

El término Ecología del paisaje " fue creado por Troll (1950) con el objetivo de expresar la relación entre la biología y la geografía. Según Forman y Godron (1986), una región puede estar constituida por distintos paisajes (ambientes).

Los paisajes son definidos como áreas compuestas por un conjunto de elementos que interactúan y cuya disposición espacial se repite a lo largo de la misma conformando el patrón de paisaje. Los elementos de paisaje son comúnmente denominados tipos de ambiente, hábitat o ecosistema. En este trabajo, se llaman ambiente. Cada ecosistema constituye un elemento de paisaje. Forman y Godron (1986) definen a los elementos del paisaje como identificables en fotos aéreas y que frecuentemente oscilan entre 10 m y 1 km de amplitud. Estas definiciones tienen implícito el criterio de homogeneidad del espacio. Dada la complejidad del espacio geográfico, en cuanto al número de variables y sus posibles interacciones, el criterio de homogeneidad debe ser fijado en función de los objetivos y en consecuencia de la escala de percepción que determina la capacidad de detectar fenómenos y sus variables relevantes.

El enfoque de la ecología del paisaje, proporciona el marco conceptual para la caracterización y delimitación de las distintas unidades ambientales en una región. Este marco, implica no sólo un punto de vista descriptivo sino también la comprensión de la dinámica de los procesos interactuantes y la respuesta de dichos procesos por parte de las comunidades bióticas (Grigg, 1967; Forman, 1981; 1983; Forman y Gordon, 1981,1986; Turner, 1987; Turner y Peglar, 1988; Turner et al., 1989). Diferentes aspectos deben considerarse para la definición de una región, así como para realizar el análisis de la misma. En primer término, dicho análisis involucra la dimensión espacial que permite establecer y analizar las interrelaciones existentes entre ecosistemas particulares y su entorno. En segundo término se basa en la identificación de espacios homogéneos y en tercer

lugar implica una clasificación divisiva basada en un modelo deductivo que permita delimitar sectores del territorio con propiedades similares. Ninguno de estos tres aspectos es independiente de la escala de percepción utilizada que determina la capacidad de detectar fenómenos y sus variables relevantes, definir niveles de homogeneidad u heterogeneidad para diferentes variables y detectar límites entre unidades espaciales.

En el caso particular de este trabajo se consideró la vegetación como criterio primario para el análisis de la heterogeneidad interna del área de estudio.

Una comunidad vegetal es el conjunto de plantas que ocupa un área dada en un tiempo determinado. Como parte integrante de un ecosistema muestra una compleja y estrecha trama de relaciones con los componentes del sistema total. En un ecosistema la vegetación está influenciada directamente por el clima y el suelo, y algunos factores de control como el hombre.

Desde de los inicios de la ecología vegetal distintos autores han señalado que la vegetación como combinación de comunidades de aspecto y composición diferentes es la más adecuada descripción de las condiciones ecológicas de una región (Clements, 1904,1916; Walter, 1977; ter Braak, 1995). Es decir, la vegetación en un sitio dado, es estructural y funcionalmente, emergente de las condiciones ambientales, y de sus atributos se pueden hacer inferencias sobre otros factores que estarían actuando en un sitio determinado, permitiendo una comprensión más acabada del sistema. Además, tal como lo señaló ter Braak (1995) sus atributos son simples de estimar.

El estudio de la vegetación debe realizarse de forma tal que su descripción sirva para la comparación con los materiales recuperados por el análisis polínico. Distintos factores bióticos y abióticos influyen en la abundancia relativa de un determinado tipo polínico en un nivel dado y en la precisa relación entre vegetación y lluvia polínica. Algunos de estos factores son: el área de la cual deriva el polen, el ambiente local de la especie, el tiempo de floración de la planta madre, sus condiciones morfológicas y fisiológicas, la densidad de la especie parental en el ambiente local y regional (D'Antoni, 1979; Moore y Webb, 1978).

Para el análisis de la vegetación pueden proponerse dos enfoques, uno que considera su aspecto y su estructura, es decir, la fisonomía y otro que estudia la composición taxonómica de la vegetación, es decir la flora (Müller-Dombois,

1974; Barkman, 1988). Ambos niveles suministran información relevante y complementaria a la hora de establecer relaciones entre el conjunto polínico y la vegetación.

El área de estudio constituye una zona espacialmente heterogénea. Dada la escala de análisis, la causa de dicha heterogeneidad reside en sus atributos naturales y en el tipo y grado de intensidad de uso antrópico, que determina una fragmentación del espacio en distintas unidades ambientales con atributos específicos. Se partió de la base de que diferencias en la vegetación (ya sea a través de las formas de vida presentes o de su composición específica) producen un conjunto polínico diferente.

El polen depositado en un sitio tiene distintos orígenes: local, extra-local, regional (Janssen, 1966). Considerando estas características dispersivas se planteó "identificar" las fuentes polínicas (variables de emisión y dispersión polínica) de la Estación Experimental.

La caracterización del ambiente en términos de vegetación, conjuntamente con el análisis a escala de paisaje, servirá como base para el análisis de la relación polen-vegetación del área.

El objetivo del presente capítulo ha sido en primer lugar, identificar y caracterizar los distintos ambientes en el área estudiada a partir de la vegetación presente. En segundo lugar, describir la estructura del área en función del origen y estructura de los elementos que lo componen.

2.2. METODOLOGIA

Con el objeto de definir y caracterizar las unidades ambientales del área se desarrolló el siguiente esquema metodológico.

2.2.1. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

Se realizó una estratificación de las áreas de estudio a través de fotos aéreas en escala 1:20000 del Servicio de Fotogrametría naval del año 1964.

Material cartográfico : carta topográfica de la Rep. Argentina, Hoja 3757-31-1, con posterior corroboración e interpretación a campo de los ambientes identificados.

Los ambientes, tanto de origen antrópico como natural, se definieron de forma tal de obtener como resultado una división del área basada en los diferentes tipos de vegetación. Esta estratificación fue empleada como base para la planificación posterior de los muestreos de vegetación que se realizaron en cada ambiente y para la caracterización del paisaje. Como resultado de esta etapa se obtuvo un mapa de los ambientes (Figura 2.1) y se caracterizó estructuralmente a la vegetación.

Los ambientes fueron clasificados en base al tipo y grado de intensidad de uso (Foto 1, 2, 3, 4). Para ello se establecieron dos niveles: el primero se estableció en función de la intervención del hombre (antropizado/natural), en tanto que el segundo, en función del tipo de uso que determina la frecuencia e intensidad del disturbio en el sistema (Tabla 2.1).

Tabla 2.1. Tipos de ambientes del área de estudio

	Tipos de ambientes	Tipo de disturbio
Antropizado	Cultivo/Malezas Parquización Linea - franja de <i>Eucalyptus</i> sp.	Actividades agrícolas Forestación programada con fines ornamentales y barrera contra el viento Estrato herbáceo sometido periódicamente a segado. Forestación programada como barrera contra el viento
Natural	Mosaico de comunidades naturales relictuales	Bajo disturbio

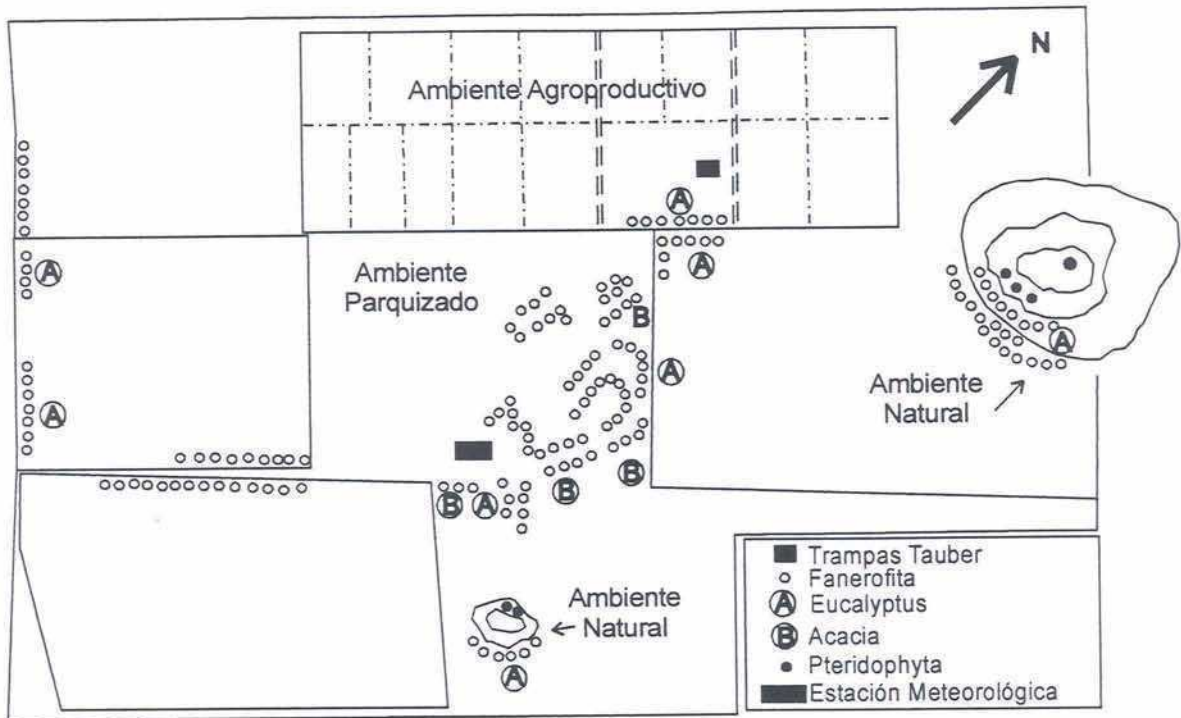


Figura 2.1. Mapa de la EEA-INTA Balcarce. Se indican los ambientes agroproductivo, parquizado y relictual. Así como la ubicación de la trampas Tauber en el ambiente *Helianthus annuus* / malezas.



Foto 1: EEA-INTA Balcarce .Paisaje

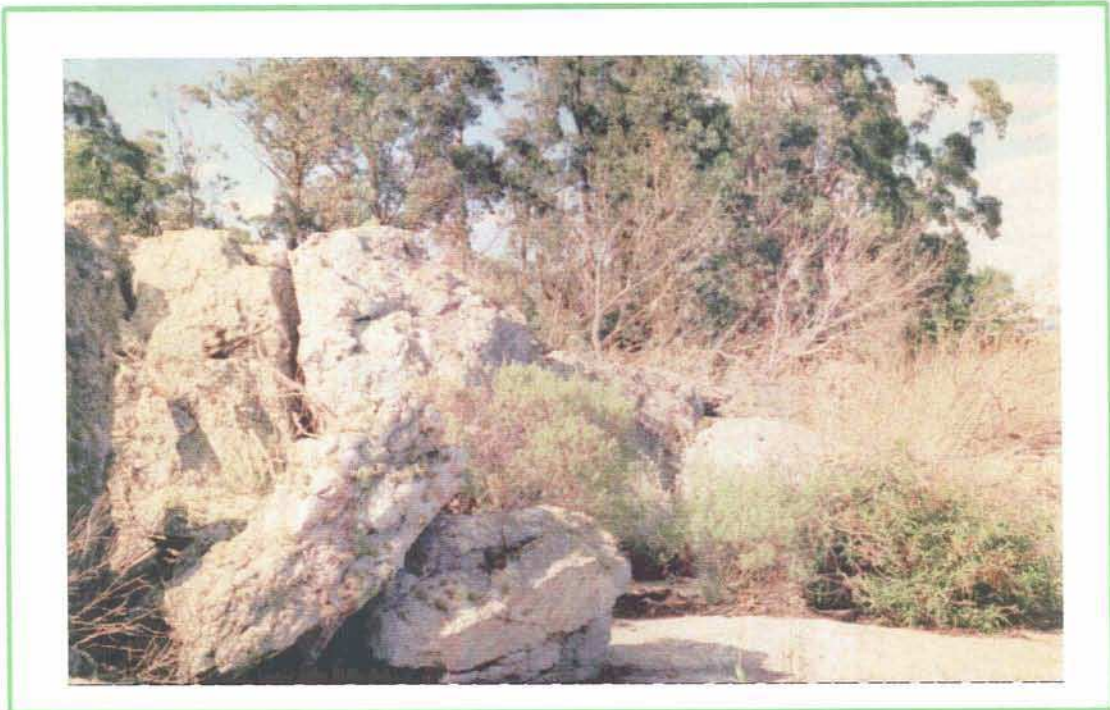


Foto 2: Ambiente relictual

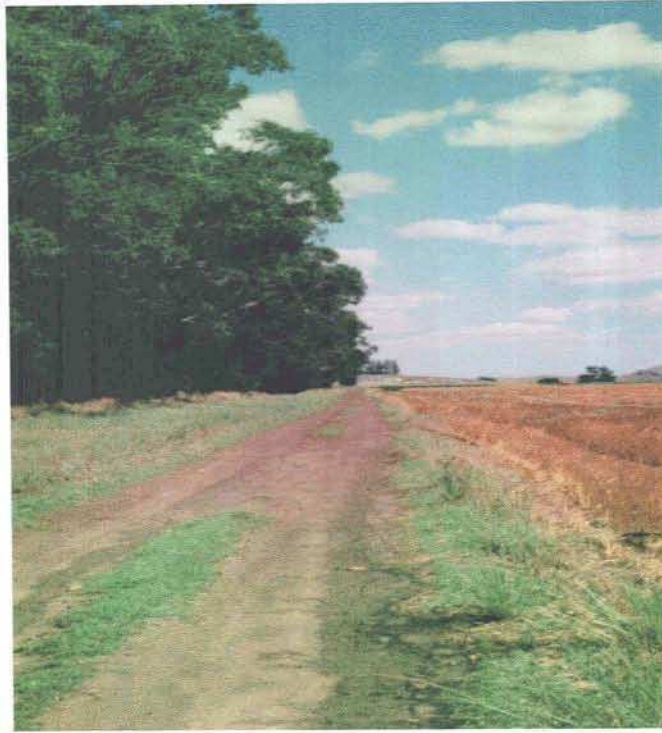


Foto 3: Línea franja de Eucalyptus



Figura 4: Cultivo de girasol. Ambiente agroproductivo

2.2.2. - CARACTERIZACIÓN DE LOS AMBIENTES:

Para la caracterización de los ambientes se empleó a la vegetación como atributo. El análisis fue realizado en dos niveles : el primero implicó la caracterización fisonómica y el segundo implicó el análisis cualitativo y cuantitativo de la vegetación. En el caso del análisis fisonómico se elaboró una tipología diferenciando formaciones dominadas por arboles, arbustos o distintos tipos de herbáceas. Se siguió los criterios de Raunkier (Mueller-Dombois y Elleberg, 1974) y Cabrera (1976). Se incorporaron también nombres locales para algunas formaciones particulares, dado que son de uso común en los trabajos del área (Frangi, 1975; Cabrera, 1976).

En base a los resultados de la tipología, en cuanto a la variabilidad de las fuentes polínicas factibles de ser interpretadas a nivel específico en el espectro polínico, se realizó el análisis cuantitativo a nivel específico. En el ambiente parquizado debido a su homogeneidad fisonómica determinada por la dominancia de las gramíneas, no se realizó el análisis cuantitativo a nivel específico dado que la lectura morfológica de los tipos polínico a nivel específico de las Poaceae presenta dificultad en el reconocimiento taxonómico (Moore y Webb, 1978; Wodehouse, 1935).

Para la confección de la lista florística de los ambiente parquizados y forestación en faja de *Eucalyptus* sp. se estableció una línea de marcha a lo largo del eje mayor del área.

Para el análisis cualitativo y cuantitativo de la comunidad vegetal, de los ambientes agroproductivo y relictual, se siguió la metodología fitosociológica de Braun-Blanquet (1979). Cada unidad de muestreo estuvo constituida por un cuadrado de 1x1 m. Los sitios muestreados en cada ambiente fueron determinados a partir de puntos al azar sobre transectas de marcha cuya dirección era función del eje mayor del ambiente. El número de unidades de muestreo por ambiente estuvo en relación con la heterogeneidad interna de los mismos y con su superficie (Matteucci y Colma, 1982). En total se realizaron 17 censos: 5 en el agroproductivo y 12 en el relictual.

En cada uno, se estimó la abundancia- cobertura de la vegetación utilizando la escala de Braun-Blanquet modificada (Mueller-Dombois y Elleberg, 1974) de modo tal que las clases resultantes fueron: r= rara, += menor del 1%; 2=

entre 5 y 10 %; 2' = entre 10 y 25 %; 3 = entre 25 y 30 %; 3' = entre 30 y 50%; 4 = entre 50 y 80%; 5 = más del 80 %. A su vez se estimó el número de estratos en forma visual y su cobertura en base a la escala anterior.

Además, se calculó la constancia de cada especie establecida a partir de la frecuencia de ocurrencia (Mueller-Dombois y Elleberg, 1974). Esta última fue estimada por el número de muestra (parcelas) en que estaba presente, así en el caso del ambiente cultivo/malezas fue 5 mientras que para el relicto fueron 4.

Con respecto a las especies estas fueron identificadas de acuerdo a la nomenclatura de Cabrera y Zardini (1993) y caracterizadas por la familia botánica (Alonso, 1984; Cabrera y Zardini, 1978).

Para comparar la lista florística entre comunidades, se aplicó el índice de similitud de Sorensen (Mueller-Dombois y Elleberg, 1974).

Finalmente, para la caracterización del paisaje se procedió a calcular la superficie y proporción ocupada por cada elemento o ambiente del paisaje utilizando un planímetro A. Ott Kempten Bayern.

2.3. RESULTADOS

En función de su origen (natural o antrópico), fisonomía y formas de vida dominantes se identificaron en el área cuatro tipos de ambientes (Figura 2.1).

2.3.1. UNIDADES AMBIENTALES IDENTIFICADAS.

Ambientes antropizados.

Ambiente agroproductivo: ocupa una superficie de 71.2 ha. Se destina a la investigación agrícola. Está dividido en lotes asignados alternativamente a distintos cultivos, sembrados en distintas épocas y en consecuencia, en distintas fases de crecimiento.

Se identificaron dos estratos herbáceos, que definen dos subsistemas: el de los cultivos y el de las malezas. En el primero, los principales cultivos fueron: *Triticum durum* (24.57 %), *Helianthus annuus* (25.56 %) y *Zea mays* (5.20%).

En el segundo, el subsistema malezas se registraron 36 especies (Tabla 2.2). Las familias más importantes fueron: Astereae (12 especies) y las Poaceas (9 especies). La especie dominante fue *Setaria viridis* (51.7 %) y las codominantes fueron *Digitaria sanguinalis* (21.1 %) y *Setaria verticillata* (9.7%). El 72.22 % de las especies fueron terófitas. (Tabla 2.2)

Ambiente parqueizado: El parque cubre una extensa superficie del INTA (340 ha), en el que se encuentran las instalaciones y su función es fundamentalmente la de esparcimiento. El parque (*sensu* Cabrera, 1976) se caracterizó por presentar dos estratos: uno arbóreo y otro herbáceo. En el estrato arbóreo se identificaron 39 especies (Tabla 2.3), exóticas, siendo la más conspicua *Eucalyptus* sp.

El estrato herbáceo de este ambiente, se caracterizó por su gran uniformidad fisonómica, constituido por gramíneas con un alto porcentaje de cobertura y una gran riqueza de dicotiledóneas anuales (terófitas: 63,7%) aunque pobres en cobertura. Se identificaron 44 especies. (Tabla 2.4) Las familias más conspicuas fueron las Astereas (15 especies), las Poaceas (7 especies), las Fabaceas (6 especies) y las Apiaceae (5 especies). El pastizal estuvo compuesto predominantemente por pasto miel (*Paspalum dilatatum*) y gramón (*Cynodon dactylon*).

Forestación en faja de Eucalyptus sp.: individuos de esta especie se han cultivado en faja en el ambiente natural, con el mismo fin que en el ambiente parqueizado.

Ambiente natural

Ambiente relictual: está constituido por fragmentos del ecosistema originales, que en algunas situaciones fueron sometidos en el pasado a pastoreo, pero que no fueron sometidos a labranzas ni agroquímicos.

Tabla 2.2 - Lista florística, valor de abundancia-cobertura (promedio, en porcentaje) y constancia de ambiente agroproductivo. Las especies están ordenadas alfabéticamente, se indica la familia botánica, forma de vida y época de floración. Ch: caméfitas; H: hemicróptifitas; T: terófitas; .i-p: invierno-primaveral; p-e: primavero-estival. El valor de abundancia se expresa como valor promedio de las 5 repeticiones en cada parcela, y la constancia como la presencia en cada una de las repeticiones.

Lista de especies	Familia	Formas de vida	Epoca de floración	Abundancia-Cobertura	Constancia
<i>Chenopodium album</i>	Chenopodiaceae	T	p-e	0.7	2
<i>Agropyron repens</i>	Poaceae	G	i-p	1.6	3
<i>Amaranthus quitensis</i>	Amaranthaceae	T	p-e	3.7	5
<i>Ammi majus</i>	Apiaceae	T	i-p	1.8	2
<i>Anagallis arvensis</i>	Primulaceae	T	i-p	0.6	1
<i>Brassica campestris</i>	Brassicaceae	T	i-p	0.7	2
<i>Carduus acanthoides</i>	Astereae	T	i-p	1.2	1
<i>Centaurea calsitrapa</i>	Astereae	T	e-p	1.2	2
<i>Conyza bonaerensis</i>	Astereae	T	i-p	1.8	2
<i>Cotula australis</i>	Astereae	T	i-p	1.2	2
<i>Crepis capillaris</i>	Astereae	H	i-p	0.002	1
<i>Crepis setosa</i>	Astereae	H	i-p	0.002	1
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Poaceae	T	p-e	21.1	4
<i>Echium plantaginum</i>	Boraginaceae	T	i-p	0.6	2
<i>Eleusine tristachya</i>	Poaceae	H	p-e	0.2	2
<i>Euphorbia serpens</i>	Euphorbiaceae	T	p-e	1.2	2
<i>Galinsoga parviflora</i>	Astereae	T	p-e	0.002	1
<i>Lolium multiflorum</i>	Poaceae	H	i-p	0.6	1
<i>Matricaria chamomilla</i>	Astereae	T	i-p	0.002	1
<i>Medicago lupulina</i>	Fabaceae	T	i-p	0.8	3
<i>Onopordum acanthium</i>	Astereae	T	i-p	0.1	1
<i>Oxalis cordobensis</i>	Oxalidaceae	H	i-p	0.002	1
<i>Panicum bergii</i>	Poaceae	G	p-e	0.6	1
<i>Polygonum aviculare</i>	Polygonaceae	T	i-p	0.2	2
<i>Polygonum convolvulus</i>	Polygonaceae	T	i-p	1.2	3
<i>Portulaca oleraceae</i>	Portulacaceae	T	p-e	3.2	4
<i>Phyla canescens</i>	Astereae	T	p-e	1.5	3
<i>Setaria geniculata</i>	Poaceae	H	p-e	0.6	3
<i>Setaria verticillata</i>	Poaceae	T	p-e	9.7	5
<i>Setaria viridis</i>	Poaceae	T	p-e	51.5	5
<i>Silene gallica</i>	Caryophyllaceae	T	i-p	0.1	1
<i>Sonchus oleraceus</i>	Astereae	T	i-p	1.2	2
<i>Stipa brachichaeta</i>	Poaceae	H	i-p	0.6	1
<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae	H	i-p	0.3	3
<i>Viola arvensis</i>	Violaceae	T	i-p	0.1	1
<i>Xanthium spinosum</i>	Astereae	T	p-e	0.6	1

Tabla 2.3 - Lista florística, del estrato herbáceo del ambiente parquizado. Las especies están ordenadas alfabéticamente, se indica la familia botánica, forma de vida y época de floración. Ch: caméfitas, G: Geofitas, H: hemicróptifitas, T: terófitas, i-p: invierno-primaveral; p-e: primavero-estival.

Lista de especies	Familia	Formas de vida	Epoca de floración
<i>Amaranthus quitensis</i>	Amaranthaceae	T	p-e
<i>Ambrosia tenuifolia</i>	Astereae	H	p-e
<i>Ammi majus</i>	Apiaceae	T	i-p
<i>Anthemis cotula</i>	Astereae	T	i-p
<i>Apium leptophyllum</i>	Apiaceae	T	i-p
<i>Bromus unioloides</i>	Poaceae	T	i-p
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Apiaceae	T	i-p
<i>Carduus acanthoides</i>	Astereae	T	i-p
<i>Centaurea calsitrapa</i>	Astereae	T	p-e
<i>Conyza bonaerensis</i>	Astereae	T	i-p
<i>Coronopus didymus</i>	Apiaceae	T	i-p
<i>Crepis capillaris</i>	Astereae	H	i-p
<i>Crepis setosa</i>	Astereae	H	i-p
<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae	H	i-p
<i>Dactylis glomerata</i>	Poaceae	H	i-p
<i>Echinochloa crusgalli</i>	Poaceae	T	p-e
<i>Gnaphalium subfalcata</i>	Astereae	T	i-p
<i>Hordeum sp.</i>	Poaceae	T	i-p
<i>Lotus tenuis</i>	Fabaceae	G	p-e
<i>Medicago hispida</i>	Fabaceae	T	i-p
<i>Medicago lupulina</i>	Fabaceae	T	i-p
<i>Medicago polymorpha</i>	Fabaceae	T	i-p
<i>Melilotus indicus</i>	Fabaceae	T	i-p
<i>Onopordum acanthium</i>	Astereae	T	i-p
<i>Oxalis caryanthera</i>	Oxalidaceae	H	i-p
<i>Panicum bergii</i>	Poaceae	H	p-e
<i>Paspalum dilatatum</i>	Poaceae	H	p-e
<i>Plantago lanceolata</i>	Plantaginaceae	H	i-p
<i>Ranunculus sp.</i>	Ranunculaceae	H	i-p
<i>Rumex acetosella</i>	Polygonaceae	G	i-p
<i>Rumex crispus</i>	Polygonaceae	H	i-p
<i>Senecio madagascariensis</i>	Astereae	Ch	i-p
<i>Silene gallica</i>	Caryophyllaceae	T	i-p
<i>Solanum sp.</i>	Solanaceae	T	p-e
<i>Solidago chilensis</i>	Astereae	G	p-e
<i>Sonchus asper</i>	Astereae	T	i-p
<i>Sonchus oleraceus</i>	Astereae	T	i-p
<i>Spergularia sp.</i>	Caryophyllaceae	T	p-e
<i>Stellaria media</i>	Caryophyllaceae	T	i-p
<i>Sisymbrium officinale</i>	Brassicaceae	T	i-p
<i>Taraxacum officinalis</i>	Astereae	T	i-p
<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae	H	i-p
<i>Urtica urens</i>	Urticaceae	T	i-p
<i>Xanthium spinosum</i>	Astereae	T	p-e

Tabla 2.4 - Lista florística, del estrato arbóreo del ambiente parquizado. Las especies están ordenadas alfabeticamente, se indica la familia botánica y época de floración.

Lista de especie	Familia	Formas de vida	Epoca de floración
<i>Abelia grandiflora</i>	Caprifoliaceae	F	i-p
<i>Abies</i> sp.	Pinaceae	F	i-p
<i>Acacia dealbata</i>	Mimosoideae	F	i-p
<i>Acacia mearnsii</i>	Mimosoideae	F	i-p
<i>Acacia melanoxylon</i>	Mimosoideae	F	i-p
<i>Acacia</i> sp.	Mimosoideae	F	i-p
<i>Albizia julibrissin</i>	Mimosoideae	F	p-e
<i>Araucaria bidwillii</i>	Araucareacea	F	i-p
<i>Bahuinia candicans</i>	Caesalpinoideae	F	i-p
<i>Callistemon rigidus</i>	Myrtaceae	F	i-p
<i>Catalpa speciosa</i>	Bignoneaceae	F	i-p
<i>Chaenomeles lagenaria</i>	Rosaceae	F	i-p
<i>Cotoneaster</i> sp.	Rosaceae	F	i-p
<i>Cryptomeria japonica</i>	Taxodiaceae	F	i-p
<i>Ginkgo biloba</i>	Ginkgoaceae	F	i-p
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Bignoniaceae	F	i-p
<i>Juniperus sabina</i>	Cupressaceae	F	i-p
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Hammamelidaceae	F	i-p
<i>Nerium oleander</i>	Apoconáceae	F	i-p
<i>Persea americana</i>	Saxifragaceae	F	i-p
<i>Phormium tenax</i>	Liliaceae	F	i-p
<i>Picea</i> sp.	Pinaceae	F	i-p
<i>Pinus insignis</i>	Pinaceae	F	i-p
<i>Pinus pinea</i>	Pinaceae	F	i-p
<i>Pinus</i> sp.	Pinaceae	F	i-p
<i>Pittosporum</i> sp.	Pitosporaceae	F	i-p
<i>Populus alba</i>	Salicaceae	F	i-p
<i>Populus</i> sp.	Salicaceae	F	i-p
<i>Prunus</i> sp.	Rosaceae	F	i-p
<i>Pyracantha</i> sp.	Rosaceae	F	i-p
<i>Robinia pseudo-Acasia</i>	Papilionoideae	F	i-p
<i>Taxodium distichum</i>	Taxodiaceae	F	i-p
<i>Tilia</i> sp.	Tiliaceae	F	i-p
<i>Ulmus</i> sp.	Ulmaceae	F	i-p

Fisonómicamente se diferenciaron cuatro parches de vegetación según el gradiente topográfico y asociados a distinto tipo de sustrato. Estos fueron: pajonal, pajonal-cardal, arbustal (asociadas a suelos serranos) y la comunidad de la unidad de afloramientos rocosos.

Se describen a continuación las comunidades:

a. *Pajonal de Paja colorada*: Ocupa las posiciones medias o bajas de las pendientes. La estructura de la comunidad es monoestratificada. La especie dominante es *Paspalum quadrifarium* (87.5 %), "paja colorada", especie perenne que forma matas de 1-1.5 m de altura. Siendo su dominancia casi absoluta. Como especies acompañantes (con muy bajo valor de abundancia cobertura) se encuentra *Stipa poeppigiana* (1.8 %) y *Eryngium* sp. (1.3 %).

b. *Pajonal-cardal de Eryngium* sp: Ocupa las posiciones de la pendiente inferior a media. Se registraron 8 especies. La familia más conspicua fue las Poaceae (4 especies). La especie dominante fue *Paspalum quadrifarium* (62.5 %) acompañada por *Eryngium* sp (15 %), *Blechnum* (12.5 %) y *Archyrocline saturoides* (7.5%). La cobertura de la comunidad es superior a los 90%. Las cardas y la paja colorada son de floración estival.

c. *Arbustal mixto de Baccharis tandilensis, Eupatorium buniifolium*.

Ocupa las posiciones medias y altas de la pendiente. En total se registraron 27 especies. Se caracterizó por la presencia de un estrato arbustivo de *Baccharis tandilensis* (29.3%)(chilca) *Baccharis articulata* (6.3 %) y *Eupatorium buniifolium* (chilca uruguayana) (2.5 %). En el estrato herbáceo más alto dominaron las gramíneas de los géneros *Festuca* sp. (81.3 %) y *Stipa* (41.5 %), además de los pastos fue abundante *Senecio selloi* (25 %). En el estrato herbáceo inferior se registró la presencia de *Dichondra sericeae* (6.3%).

d. Comunidad de afloramientos rocosos:

d) Afloramientos rocosos, bajos, oblicuos u horizontales se encuentran líquenes saxícolas crustáceos, foliáceos y fruticosos y otros musgos (58,25 %). Entre las fanerófitas se registraron a *Sonchus* sp. , *Poa iridifolia*, *Cyperus reflexus* con bajo valor de abundancia cobertura. .La proporción de roca desnuda fue alta.

2. 4. DISCUSION Y CONCLUSIONES

2.4.1. EL PAISAJE

La estructura del paisaje de la Estación Experimental está determinada por las distintas geoformas presentes y por los factores de disturbio antrópico que sobre ellos operan. Dicha estación cubre una superficie de aproximadamente 462 ha (Figura 2.1) y se pueden reconocer distintos ambientes, determinados por sus atributos ecológicos y por la actividad desarrollada por el hombre aunque con magnitud y frecuencia distinta. Como signo distintivo, presentan una profunda modificación de la comunidad vegetal original a excepción del ambiente natural, donde es posible encontrar áreas naturales, con una superficie de sólo 1.78 % de la superficie analizada. La actividad agrícola continua en el ambiente agroproductivo y la parquización condujeron a una drástica modificación de las comunidades vegetales. Se podría decir que el 100 % del área esta modificada por actividades humanas.

2.4.2. AMBIENTES.

La vegetación ya sea a través de su fisonomía o de su composición específica constituye un emergente de las condiciones ambientales en un sitio particular. En función de su fisonomía, cuatro ambientes fueron caracterizados e identificados (agroproductivo, parquizado, forestación en faja de *Eucalyptus sp.*, relictual). En total se identificaron 102 especies entre terófitas, geófitas, cámefitas, cámefitas herbáceas y hemicriptófitas. Especies arbóreas se registraron 39. La mayor similitud a nivel específico se presentó entre el ambiente agroproductivo y el parquizado siendo el valor de similitud del índice de Sorensen de 0.52 (se incluyó sólo el estrato herbáceo y arbustivo) (Tabla 2.5 y Tabla 2.6), dado por las especies de malezas cosmopolitas en estas áreas (Behre, 1981, 1986). Es de destacar que la similitud del ambiente agroproductivo, con el parquizado y el relictual y, entre estos fue muy baja (Tabla 2.6).

Tabla 2.6. Valor de los índices de similitud de los ambientes

AMBIENTES	Agroproductivo	Parquizado
Agroproductivo		
Parquizado	0.52	
Relictual	0.05	0.04

El alto grado de intervención que el hombre desarrolla en el área ha causado profundas modificaciones sobre el medio natural (en especial del reemplazo de la cobertura vegetal). Por otro lado, las distintas geoformas condicionan las actividades humanas. De esta manera, la diferenciación de ambientes estuvo dada por la posición topográfica de los mismos y el efecto de diferencial de la actividad del hombre.

Tabla 2.5 - Lista florística, de las especies del estrato herbáceo y semiarbuscivo presentes en los tres ambientes. Las especies están ordenadas alfabéticamente.

Lista de especies	Ambiente Agroproductivo	Ambiente parqueizado	Ambiente relictual
<i>Agropyron repens</i>	X		
<i>Amaranthus quitensis</i>	X	X	
<i>Ambrosia tenuifolia</i>		X	
<i>Ammi majus</i>	X	X	
<i>Anagallis arvensis</i>	X		
<i>Anthemis cotula</i>		X	
<i>Apium leptophyllum</i>		X	
<i>Archyrocline satureioides</i>			X
<i>Baccharis articulata</i>			X
<i>Baccharis tandilensis</i>			X
<i>Blechnum sp.</i>			X
<i>Brassica campestris</i>	X		
<i>Bromus unioloides</i>		X	
<i>Bulbostylis sp.</i>			X
<i>Capsella bursa-pastoris</i>		X	
<i>Carduus acanthoides</i>	X	X	
<i>Carex sp. L.</i>			X
<i>Centaurea calsitrapa</i>	X	X	
<i>Cerastium sp. L.</i>			X
<i>Conyza bonaerensis</i>	X	X	X
<i>Coronopus didymus</i>		X	
<i>Cotula australis</i>	X		
<i>Crepis capillaris</i>	X	X	
<i>Crepis setosa</i>	X	X	
<i>Crepis sp.</i>			X
<i>Cynodon dactylon</i>		X	
<i>Cyperus reflexus</i>			X
<i>Chenopodium album</i>	X		
<i>Dactylis glomerata</i>		X	
<i>Dichondra sericea</i>			X
<i>Digitaria sanguinalis</i>	X		
<i>Echinochloa crusgalli</i>		X	
<i>Echium plantaginum</i>	X		X
<i>Eleusine tristachya</i>	X		
<i>Eragrostis sp.</i>			X
<i>Eryngium sp.</i>			X
<i>Eupatorium buniifolium</i>			X
<i>Euphorbia serpens</i>	X		
<i>Evolvulus sericeus</i>			X
<i>Festuca sp.</i>			X
<i>Galinsoga parviflora</i>	X		
<i>Gamochoaeta sp.</i>			X
<i>Gnaphalium sp.</i>			X
<i>Gnaphalium subfalcata</i>		X	
<i>Hypochoeris radicata</i>			X
<i>Hordeum sp.</i>		X	
<i>Juncus sp.</i>			X
Liliaceae			X

Lista de especies	Ambiente Agroproductivo	Ambiente parqueizado	Ambiente relictual
<i>Lolium multiflorum</i>	X		
<i>Lotus tenuis</i>		X	
<i>Matricaria chamomilla</i>	X		
<i>Medicago hispida</i>		X	
<i>Medicago lupulina</i>	X	X	
<i>Medicago polymorfa</i>		X	
<i>Melilotus indicus</i>		X	
<i>Onopordum acanthium</i>	X	X	
<i>Oxalis articulata</i>			X
<i>Oxalis cordobensis</i>	X		
<i>Oxalis crysantha</i>		X	
<i>Panicum bergii</i>	X	X	
<i>Panicum sp.</i>			X
<i>Panicum subaratum</i>			X
<i>Paspalum dilatatum</i>		X	
<i>Paspalum quadrifarium</i>			X
<i>Piptochaetium montevidense</i>			X
<i>Plantago lanceolata</i>		X	
<i>Poa iridifolia</i>			X
<i>Polygonum aviculare</i>	X		
<i>Polygonum convolvulus</i>	X		
<i>Portulaca oleraceae</i>	X		
<i>Psidium luridum</i>			X
<i>Phyla canescens</i>	X		
<i>Ranunculus sp.</i>		X	
<i>Rumex actosella</i>		X	
<i>Rumex crispus</i>		X	
<i>Senecio madagascariensis</i>		X	
<i>Senecio selloi</i>			X
<i>Setaria geniculata</i>	X		
<i>Setaria sp.</i>			X
<i>Setaria verticillata</i>	X		
<i>Setaria viridis</i>	X		
<i>Silene gallica</i>	X	X	
<i>Solanum sp.</i>		X	
<i>Solidago chilensis</i>		X	
<i>Sonchus asper</i>		X	
<i>Sonchus oleraceus</i>	X	X	
<i>Sonchus sp.</i>			X
<i>Spergularia sp</i>		X	
<i>Sporobolus sp.</i>			X
<i>Stellaria media</i>		X	
<i>Stipa bonaerensis</i>			X
<i>Stipa brachichaeta</i>	X		
<i>Stipa poeppigiana</i>			X
<i>Sisymbrium officinale</i>		X	
<i>Taraxacum officinalis</i>		X	X
<i>Trifolium repens</i>	X	X	
<i>Urtica urens</i>		X	
<i>Viola arvensis</i>	X		
<i>Xanthium spinosum</i>	X	X	
<i>Zephyranthes minima</i>			X

En el ambiente agroproductivo se practica una agricultura continua, especializada en los cultivos de trigo, maíz y girasol. Se realizan distintos estudios de tecnología agrícola (agroquímicos y germoplasma). Este espacio está compuesto por lotes en distintas etapas del calendario agrícola según el cultivo de que se trate. En el sistema de agricultura continua el suelo queda total o parcialmente desnudo en distintos momentos. Pueden existir en un tiempo dado los siguientes tipos de cobertura de suelo: barbecho, rastrojo, cultivo joven, cultivo maduro. Además, puede presentarse distintas fases de un mismo cultivo y distintos cultivos. Las condiciones de siembra y las condiciones ambientales establecen las condiciones bajo la cual se inicia el desarrollo de la vegetación espontánea (malezas). Tales condiciones afectan diferencialmente a la emergencia de las especies presentes en el banco de semillas del suelo, por lo que inicialmente pueden manifestarse comunidades con distinta composición florística (Froud-Williams et al., 1984; Hakansson, 1983; Roberts y Feast, 1970; Roberts y Potter, 1980). El desarrollo posterior de la comunidad está sujeto entre los cambios climáticos estacionales y las modificaciones del microambiente impuestas por las poblaciones establecidas inicialmente (Requesens et al., 1989). Dentro de las malezas primavera-estivales más conspicuas se registró 38.9 % y dentro de las invierno-primaverales 61.1%.

A diferencia del ambiente agroproductivo, en el parquizado las comunidades naturales han sido profundamente modificadas, pero no se hallan sometidas al impacto de labranzas profundas y se han desarrollado con menor impacto de agroquímicos.

Los distintos parches de vegetación identificados en el cerrito son descritos por Frangi (1975) para las Sierras de la Ventana. Frangi (1975) señala la presencia en suelos serranos de comunidades monoespecíficas de *Paspalum quadrifolium*. Este pajonal es frecuente en la sierra y fuera de ellas. Y probablemente haya sido el pastizal natural del área antes de que se desarrollasen actividades antrópicas (Maceira, 1983; Vervoost, 1967). Los suelos sobre los cuales se desarrolla presentan drenajes imperfectos y en general son los más profundos, lo que explica su posición en laderas medias y bajas. En cerros bajos se desplazan a sectores inferiores debido al poco desarrollo del suelo (Frangi, 1975)

El parche definido en el área como *Pajonal-cardal de Eryngium sp.*, es considerado por Frangi como una variedad del *pajonal* en lugares donde el suelo permanece sobre saturado de agua durante la primavera y donde no hay signos de actividad humana. Existen elementos registrados en este parche que son descriptos para Ventania en la comunidad del *pajonal*: *Archyrocline satureioides* mientras que *Blechnum* es citada como acompañante de *Eryngium stenophyllum* para roquedales granitoides (Frangi, 1975).

Esta comunidad se encuentra en suelos con saturación de agua, de preferencia en planicies aluviales, con período seco reducido a parte del verano y con signos evidentes de actividad animal, lo que favorece la entrada de las cardas (Frangi, 1975).

El *arbustal mixto de Baccharis tandilensis, Eupatorium buniifolium* en el estrato herbáceo registra especies típicas del pastizal de flechillas descripto para Ventania (*Stipa, Piptochaetium montevidensis, Eragrostis lugens* y otras) mientras que *Festuca sp.* no es citada. El arbustal mixto se encuentra en estaciones rocosas, heterogéneas, con suelos formados por material de origen serrano y aportes eólicos. No se encuentra hacia el piedemonte por el gran contenido de aporte loessico.

En líneas generales se puede decir que el ambiente relictual resultó menos rico en diversidad de ambientes y estos resultaron menos ricos que las descriptos para el Sistema de Sierras de Tandilia. El factor condicionante podría encontrarse en las características geomorfológicas de las sierras, en el sentido de ofrecer menos espacios potenciales de ocupación y no en el clima (capítulo dos). Otro factor, que pudo ser condicionante sería el disturbio provocado por la línea de forestación de *Eucalyptus*.

CAPITULO 3

ORGANIZACIÓN DE LA COMUNIDAD DE MALEZAS DEL AMBIENTE

Helianthus annuus/ malezas

En el presente capítulo se analiza la composición cuali y cuantitativa de la comunidad de malezas del ambiente *Helianthus annuus/* malezas y su desarrollo a lo largo del ciclo del cultivo.

3.1. MARCO CONCEPTUAL: ATRIBUTOS ECOLOGICOS DE LAS MALEZAS.

A partir de observar que los patrones espaciales y temporales de la vegetación cambian, se busca una teoría explicatoria que pueda ayudar a predecir esos cambios. Los ecólogos formularon numerosas hipótesis acerca de la dinámica de la vegetación con el objetivo de incrementar los conocimientos acerca de los patrones, factores y procesos que los producen (Clements, 1916; Gleason, 1926,1927,1939; Glenn-Lewin y van der Maarel, 1992; Grime, 1979, Pickett, 1976; Pickett et al. , 1987 a y b; Pickett y Kalosa, 1989; Tilman, 1988). El concepto de sucesión involucra cambios en la estructura y/o funcionamiento de los ecosistemas en el tiempo. La sucesión es un término organizador en ecología, en gran parte, debido a su percepción para revelar y explicar patrones generales. Los cambios sucesionales en el nivel de ecosistemas y comunidades pueden ser comprendidos por lo menos en parte, como consecuencia de los componentes poblacionales de las especies, los cuales a su vez pueden ser comprendidas como consecuencia de los atributos de las especies, tales como ciclo de vida y sus características fisiológicas (Peet y Christensen, 1980, Peet, 1992).

El factor más importante que determina la invasión en una comunidad es la intensidad y frecuencia del disturbio (Grime, 1977, 1979; Forman y Godron, 1989; Prentice, 1992; Mc. Intyre et al. , 1995).

La práctica agrícola constituye desde el punto de vista de la teoría ecológica, un método de rejuvenecimiento de los ecosistemas. Los agroecosistemas se encuentran sometidos a constantes disturbios (laboreo, fertilizantes, pastoreo, fuego) por lo que son mantenidos o devueltos, reiteradamente, a una condición de inmadurez alejada de la complejidad de pastizal, matorral, bosque, o selva que los precedió. Un proceso agrícola continuo se diferencia del proceso de sucesión en un campo abandonado: mientras que el primero es un proceso cíclico, el segundo caso es una

sucesión lineal (Soriano, 1977). En este sentido Bunting (1959), señala que las poblaciones que invaden los cultivos pueden considerarse como poblaciones pioneras de una sucesión secundaria

Un proceso asociado con la sucesión es el aumento del número de especies, es decir la inmigración, el otro proceso asociado es la disminución del mismo asociado al proceso de desplazamiento competitivo (Huston, 1994).

La invasión de malezas no se diferencia del proceso de invasión de las especies naturales en ambientes no afectados por actividades antrópicas que implica un proceso de colonización o recolonización por las especies nativas es decir, el establecimiento en sustratos parcial o totalmente destruidos. Distintos modelos teóricos (facilitación, tolerancia e inhibición) se han propuesto para explicar los distintos mecanismos involucrados en el reemplazo de las especies a lo largo del proceso de sucesión (Connell y Slatyer, 1977).

Por otra parte, las malezas que invaden cultivos anuales o perennes, pasturas, bordes de caminos, etc., constituyen poblaciones de comportamiento ecológico muy particular, derivado de la influencia que sobre ellas ejerce el hombre. Las malezas han sido dispersadas por la acción antrópica, no sólo a través de los productos agrícolas sino también de la ganadería. Evolucionando bajo la presión de selección de la actividad agrícola en la región Mediterránea, algunas se han especializado mimetizándose con los cultivos (King, 1966; Baker, 1974).

De hecho y de acuerdo a Grime (1977,1979) la mayoría de malezas exhiben tácticas biológicas similares en cuanto a formas de vida, historias de vida y características genéticas y fenotípicas.

El ciclo de vida corto y la estrategia reproductiva de estas especies son conceptos íntimamente relacionados que pueden ser analizados bajo el cuerpo teórico de selección r - K Esta teoría fue propuesta originariamente por Mac Arthur y Wilson (1967) y desarrollados más tarde por Pianka (1970,1978). Estos conceptos aportan a la búsqueda de esquemas (patrones teóricos) de los ciclos vitales de las especies. Las letras r - K hacen referencia a parámetros de la ecuación logística (Lotka, 1925; Volterra, 1926). Se utilizan para indicar que los individuos (genotipos) seleccionados por un régimen r han sido favorecidos por su capacidad de reproducirse rápidamente (es decir por presentar un elevado valor de r , un alto esfuerzo reproductivo), mientras que los individuos seleccionados por K han sido favorecidos por su capacidad de efectuar una contribución proporcional importante a

una población que permanece en su capacidad portadora (K). Por consiguiente, el concepto se basa en la existencia de dos tipos opuestos de hábitats: con selección r y con selección K . Al igual que todas las generalizaciones, esta dicotomía es una simplificación (Begon et al. 1988; Pianka, 1970). El cuerpo teórico plantea que los organismos existen en un continuo entre estos dos extremos que va de r a K y que cualquier organismo ocupa un lugar de este continuo en un ambiente determinado y en un instante de tiempo dado.

Las malezas asociadas con las tierras agrícolas, y en sitios altamente disturbados parecen ajustarse más a la estrategia r : especies anuales (Begon et al. 1988), semélparas (los individuos atraviesan una sola fase reproductora en su vida después de la cual mueren), fácil dispersión, siendo eficaces para colonizar rápidamente áreas modificadas y para dejar abundante descendencia. Poseen una alta relación productividad neta – productividad bruta (PN/PB), amplia capacidad de adaptación (eurioicas) y gran habilidad competitiva (Margalef, 1963, 1968).

Otra teoría relacionada con las estrategias de vida de las especies vegetales es propuesta por Grime (1977, 1979).

Grime ordena las estrategias evolutivas en un modelo triangular, de esta forma se pueden ubicar distintos puntos de *equilibrio* entre las estrategias dado por la posición en referencia a los lados: estrés, disturbio y competencia. En el modelo C (competidoras), R (ruderal), y S (estrés-tolerante) representan los extremos de especialización. De esta forma, las especies pueden ubicarse espacialmente en el modelo según una ordenación triangular.

Sugiere que la mayoría de las malezas anuales, bianuales y perennes que se desarrollan en suelos arables siguen la táctica de las ruderales-competitivas. Estas se caracterizan por un rápido ritmo de crecimiento y porque la competencia entre plantas ocurre antes de la floración.

Una característica de las especies ruderales es que después de la maduración-dispersión de las semillas el individuo parental muere. Este hecho se vincula con la partición de recursos entre los padres y la descendencia y con la forma en que estos se optimizan, así los atributos que por selección natural son seleccionados en los distintos ambientes constituyen la historia de vida de las especies (Harper, 1977; Whittaker y Goodman, 1979). Harper (1977) señala que cuando los recursos en las especies se destinan tempranamente a las estructuras reproductoras se incrementan los riesgos de muerte parental. Señala el autor que en

ambientes inciertos, como aquellos de las ruderales, los altos ritmos de mortalidad son inevitables y el costo-beneficio de la fatalidad parental es subpesada en beneficio de la alta fecundidad.

Los organismos ruderales y los hábitats perturbados corresponden en gran medida a los organismos y hábitats de tipo *r*, y al parecer los organismos competitivos y los hábitats ricos en recursos, con pocas perturbaciones se corresponden a los hábitats y organismos tipo *K*. La clasificación realizada por Grime (1979) subraya el hecho de que muchos organismos se desarrollan en hábitats predecibles. Sin embargo, la diferencia más importante entre el modelo de Grime (1979) y la teoría *r-k* reside en sus finalidades respectivas. La primera es una clasificación que permite describir a las especies en términos absolutos mientras que el esquema *r/k* es esencialmente comparativo.

Una característica que presentan las especies de malezas se manifiesta en el amplio rango de respuestas en cuanto a las características fenológicas (Grime, 1979). Este hecho es considerado como fundamental en el ciclo de vida de las especies ya que permite desarrollar a las poblaciones diferentes patrones demográficos (fenológicos) en relación al hábitat. El desarrollo de una comunidad está sujeto a la interacción de los cambios climáticos estacionales y las modificaciones del microambiente impuestas por las poblaciones establecidas inicialmente.

Los recursos que puede requerir una especie para su desarrollo no están uniformemente distribuidos en el tiempo, y existe un momento de éste que es más favorable para su crecimiento. De acuerdo a Hutchinson (1959, 1965, 1978) el tiempo constituye una dimensión del hipervolumen de nicho ecológico. Por otra parte el nicho ecológico de una especie es dinámico, es decir cambia, de acuerdo al desarrollo de la especie. Así, la dimensión temporal del uso de un recurso varía en el tiempo, además la condición de asignación de estos varía también entre los distintos órganos determinando el espacio de nicho de las especies y en consecuencia, los períodos fenológicos de la comunidad (Harper, 1977).

Por otra parte, las especies que habitan los ambientes ruderales poseen nichos ecológicos similares. En tales hábitats coexisten especies estrechamente relacionadas. Las especies que comparten un recurso son colectivamente llamados gremios (Pianka, 1978). De acuerdo al principio de exclusión competitiva si dos especies pertenecen a un gremio estas son competidoras directos, y una de las especies puede aproximarse a la extinción. Esto sugiere que la relación competitiva que por proximidad se desarrolla entre malezas y cultivos en un sistema de producción

agrícola puede estar regulado por un proceso de regulación natural (exclusión competitiva) (Radosevich et al., 1997).

En los sistemas agrícolas en donde las semillas o propágulos son introducidos repetidamente, el principio de exclusión competitiva (Gause, 1934) puede manifestarse como la dominancia extrema o la eliminación de una de ellas por la otra, más que en una exclusión local. Sin embargo, una sola variable, un recurso, por el cual no interfieran las especies permitirá que las especies coexistan (Hutchinson, 1965). Harper (1977) señala que gran parte de la diversidad de las poblaciones vegetales puede estar adscripta al comportamiento específico de las plantas dependiendo de la conducta de las especies que tienden a minimizar la interferencia interespecífica y maximizar la intraespecífica.

3.1.1. ESTRUCTURA Y DINAMICA DEL AGROECOSISTEMA

La organización de la comunidad vegetal, es decir su estructura y función, está dada por la composición cuali - cuantitativa de las poblaciones y por las interacciones entre estas las que coexisten en el tiempo y espacio (Mc Naughton y Wolf, 1984), entre estas la competencia intra e interespecífica juegan un papel importante determinando los éxitos y fracasos de las especies (Clements, 1916; Grant, 1972; Connell, 1983; Weins, 1989; Grace y Tilman, 1990; Huston, 1994). Por otra parte, las condiciones ambientales afectan el equilibrio dinámico de desplazamiento competitivo entre las especies y los disturbios pueden alterar la estructura de la comunidad, de forma tal que cambios en las condiciones ambientales favorezcan la invasión (Huston, 1979, 1980, 1985, 1991). En los sistemas agrícolas las condiciones ambientales y las fechas en que se realizan las labores de siembra y las labranzas de post-cosecha establecen los límites temporales y condicionan el ambiente bajo los cuales se desarrollan las comunidades de malezas, debido a que estos factores afectan diferencialmente a la germinación y el establecimiento de las especies alterando su composición (Froud-Williams et al., 1984; Hakanson, 1983; Roberts y Feast, 1970; Roberts y Potter, 1980).

Para una mejor comprensión de la organización del ambiente *Helianthus annuus*/ malezas puede reconocerse dos subsistemas: el cultivo y las malezas, de esta forma y de acuerdo a lo señalado por Milthope y Moorby (1974) los agroecosistemas pueden ser considerados como una microsucesión que transcurren entre el momento

de siembra y de cosecha del cultivo, siempre y cuando no se apliquen técnicas culturales que signifiquen disturbios importantes a nivel de la estructura comunitaria.

El objetivo principal de este capítulo es analizar cuali y cuantitativamente la organización del subsistema malezas del ambiente *Helianthus annuus*/malezas de forma tal de poder relacionarlo con el diagrama polínico del sitio.

3. 2. MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en el ambiente agroproductivo de la Estación Experimental Agropecuaria de Balcarce (Mapa 2.1), sobre un suelo de uso agrícola, cultivado con *Helianthus annuus* L.. Las labranzas convencionales del cultivo se realizaron en octubre mientras que la siembra se efectuó en diciembre. A partir de esta fecha la vegetación se estableció y se desarrolló espontánea.

La comunidad de malezas fue muestreada en seis oportunidades durante su desarrollo, cada 7 ó 10 días. A partir de la sexta observación la mortalidad de plantas disminuyó y se consideró a la población estable. Los muestreos se realizaron según un diseño de parcelas al azar con 4 repeticiones y un tamaño de parcela de 25 x25 cm.

Las especies fueron determinadas a campo y en gabinete. Siguiendo las claves de Cabrera y Zardini (1978, 1993) y Petetin y Molinari (1977)

Las especies del género *Setaria* (*Setaria viridis*, *Setaria geniculata*) fueron agrupadas bajo la denominación de *Setaria spp.* y estudiadas en forma conjunta, debido a la dificultad de definir las especies en los estadios cotiledonales. Se realizaron observaciones semanales entre Diciembre y Marzo, siendo sincrónicos con los estudios fenológicos y con la recolección de los muestreadores aeropalinológicos.

Las especies fueron caracterizadas por familia botánica, forma de vida según la clasificación de Raunkiaer (Braun-Blanquet, 1979) y el período estacional de crecimiento (Alonso, 1984; Cabrera, 1968; Cabrera y Zardini, 1978,1993; Marzocca, 1976). Con relación a esta última característica, las especies que ajustan su crecimiento al ciclo de cultivos invernales fueron clasificadas como invierno-primaverales (en adelante i-p) y aquellas mejor adaptadas al ciclo de cultivo estivales

como primavero-estivales (en adelante p-e). Para la identificación a nivel de plántula, o estadios cotiledonales se siguieron los criterios propuestos por Petetin y Molinari (1977)

A fin de cuantificar los cambios florísticos en la comunidad se aplicó el índice de similitud de Sorensen. (IS_s) (Sorensen, 1948; Mueller-Dombois y Elleberg, 1974). Para la aplicación de este índice se estableció la importancia de cada especie a partir de la frecuencia de aparición (Mueller-Dombois y Elleberg, 1974). Esta última fue estimada a partir del número de muestras en que la especie estuvo presente en cada observación.

Se estimó el número de individuos de cada especie y la importancia relativa (densidad) de las mismas en cada muestreo a partir del cociente entre el número de individuos por especie y el número total de individuos de la muestra. Estos valores fueron transformados logarítmicamente y ordenados de mayor a menor. La secuencia obtenida fue sometida a un análisis de regresión lineal. El valor de regresión (r^2) y de la pendiente (b) fueron utilizados para comparar y caracterizar los diseños de distribución de importancias relativas. A partir de los mismos datos transformados logarítmicamente, se calculó la diversidad aplicándose el índice de Shannon-Weaver (H') (1949). Complementariamente fueron analizados los componentes básicos de la diversidad: la riqueza florística y la dominancia (Pielou, 1975; Kempton, 1979; Krebs, 1978, 1985; Magurran, 1991). La primera fue estimada como el logaritmo del número de especies presentes en la muestra (R) y la segunda por el índice de dominancia ($H = H'/R$).

La densidad total de cada parcela fue calculada por la sumatoria de las densidades de las especies individuales. Los resultados de estas variables como de aquellas descritas anteriormente se expresan en términos de los valores promedios de las 4 repeticiones de cada fecha.

Un análisis de la varianza fue realizado para evaluar las diferencias entre muestreos dentro de cada censo, respecto de los valores de densidad total, diversidad, dominancia, riqueza florística y del coeficiente de regresión (r^2) de la distribución de importancias relativas. En los casos donde el análisis detectó diferencias significativas, se utilizó el método de mínimas diferencias significativas (LSD) para especificar diferencias entre los 6 muestreos (Stell y Torrie, 1985; Zar, 1984).

Se empleó un análisis de clasificación (coeficiente de similitud: coeficiente de correlación de Pearson, método de aglomeración: UPGMA) en modo R para especies. (Romesburg, 1984)

3.3. RESULTADOS

3.3.1. FAMILIAS BOTÁNICAS Y FORMAS DE VIDA PREDOMINANTES

Poaceae fue la familia más representada, la cual contribuyó con el 37.5 % de la riqueza y de estas el 87.5% fueron terófitas y el 12.5 % geófitas. El resto de las familias (62.5 %) estuvo representada por una única especie. De éstas el 100 % fueron terófitas (Tabla 3.1). Del total de especies el 62.5 % fue p-e y el 37.5 % fue pi-

Tabla 3.1- Desarrollo florístico de la comunidad. Las especies están ordenadas por la persistencia, el momento de aparición y la frecuencia de ocurrencia, y caracterizadas por la familia botánica, la forma de vida y el período estacional de crecimiento. Las cifras indican el número de muestras en que las especies estuvieron presentes dentro de cada muestreo (frecuencia de ocurrencia).

Especies	Familia	Muestreo						Forma de vida	Ciclo de crecimiento
		1	2	3	4	5	6		
<i>Setaria sp.</i>	Poaceae	4	4	4	4	4	4	T	p-e
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Poaceae	4	4	4	4	4	4	T	p-e
<i>Chenopodium album</i>	Chenopodiaceae	4	4	4	4	3	4	T	p-e
<i>Portulaca oleraceae</i>	Portulacaceae	4	4	4	4	3	4	T	p-e
<i>Amaranthus quitensis</i>	Amaranthaceae	4	4	2	1	2		T	p-e
<i>Brassica campestris</i>	Brassicaceae			2	1	2		T	i-p
<i>Agropyron repens</i>	Poaceae		2					G	i-p
<i>Polygonum convolvulus</i>	Polygonaceae					2	3	T	i-p

Referencias: T: terófitas, G: Geófitas, p-e: primavera-estival; i-p: invierno-primaveral (Tabla 3.1).

3.3.2. DESARROLLO COMUNITARIO

En la comunidad fue posible reconocer un grupo de especies con alta persistencia a lo largo del período de desarrollo que incluyeron a *Setaria spp.* (se considera en este taxa a *Setaria viridis* y *Setaria geniculata*), *Digitaria sanguinalis*, *Portulaca oleraceae* y *Chenopodium album*. Otro grupo presentó una menor persistencia, producto de la aparición retardada y/o desaparición anticipada dentro del período considerado, que incluyen a *Amaranthus quitensis*, *Brassica campestris* y

Polygonum convolvulus, *Agropyron repens* fue detectada ocasionalmente y con muy bajo valor de aparición (Tabla 3.1).

En la figura 3.1 se gráfico la progresión de la importancia relativa de las especies p-e y p-i a lo largo del período de estudio. Se observa que la relación entre ambos grupos de especies implicó un alto predominio de las p-e durante el período de observaciones, presentando escasas variaciones al principio y al final del mismo, las p-i se registraron a partir de la segunda muestra, con bajo valor de importancia, presentando pequeñas variaciones al final del período.

La aplicación del índice de similitud de Sorensen (ISs), en base a los datos de presencia-ausencia, permitió cuantificar la dinámica de la comunidad en el período considerado. Los resultados son presentados en la tabla 3.2 y en la figura 3.2 se graficó el valor de similitud para las comparaciones efectuadas con la muestra 1. En ella se observa una tendencia declinante en la similitud, evidenciando cambios progresivos en la composición florística durante el desarrollo de la comunidad. Los datos presentaron un buen ajuste lineal, pero la pendiente de la recta poco

Tabla 3.2. Indices de similitud muestreros (valores porcentuales).

	Muestras				
	1	2	3	4	5
2	48				
3	48	46			
4	48	46	50		
5	46	43	48	48	
6	44	42	42	42	40

pronunciada evidencia que la tasa de cambio fue baja. En la figura 3.3 se graficó la densidad total de la comunidad para cada fecha. Esta presentó un valor máximo en la segunda fecha, y luego disminuye abruptamente. Los cambios observados fueron estadísticamente significativos (Tabla 3.3). Los datos presentaron un buen ajuste lineal, la pendiente de la recta pronunciada evidencia una disminución alta de la densidad durante el desarrollo comunitario.

Figura 3.1. Progresión de la importancia relativa de especies primavero-estivales (p-e) e invierno-primaverales (i-p) estimada a partir de los datos de la tabla 3.1 como el porcentaje de la suma total de frecuencias correspondientes a cada grupo.

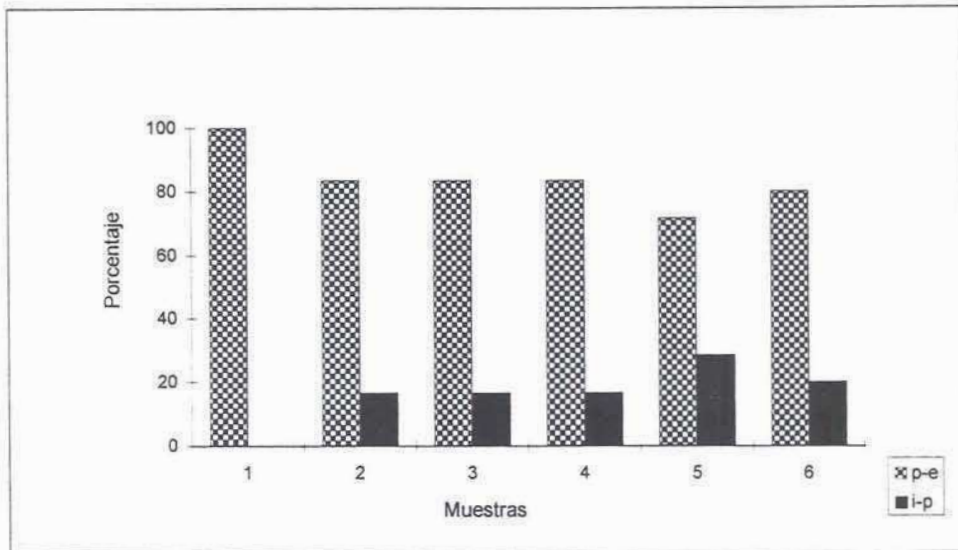


Figura 3.2 Regresión entre el índice de similitud y el tiempo de desarrollo comunitario

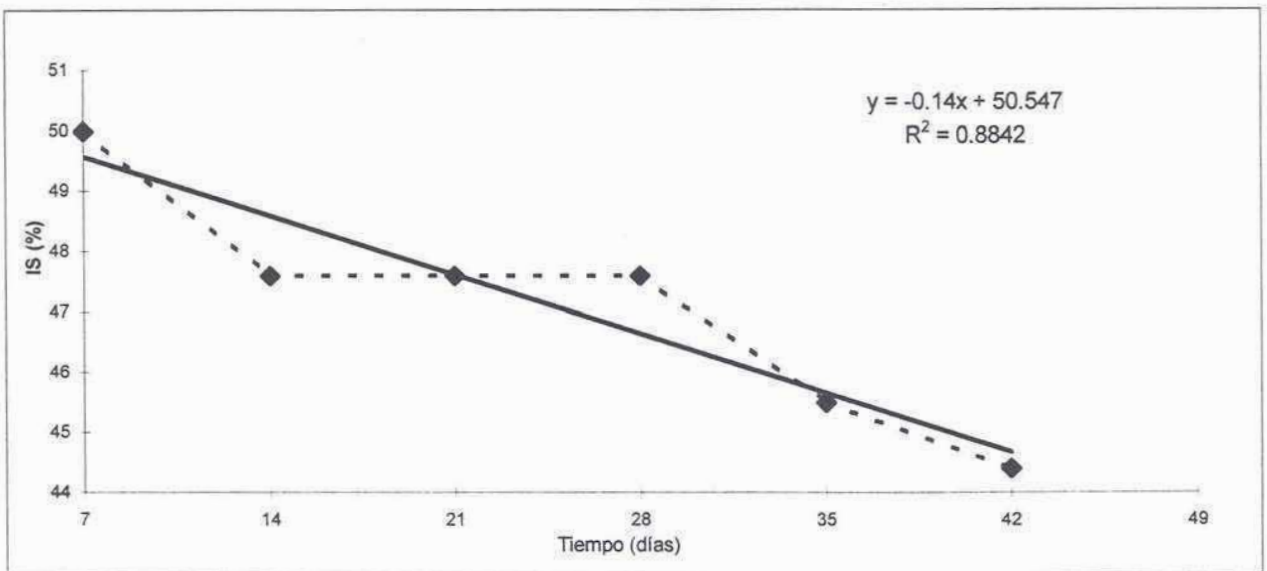


Figura 3.3. Evolución de la densidad total de individuos. Referencia: NI = número de individuos

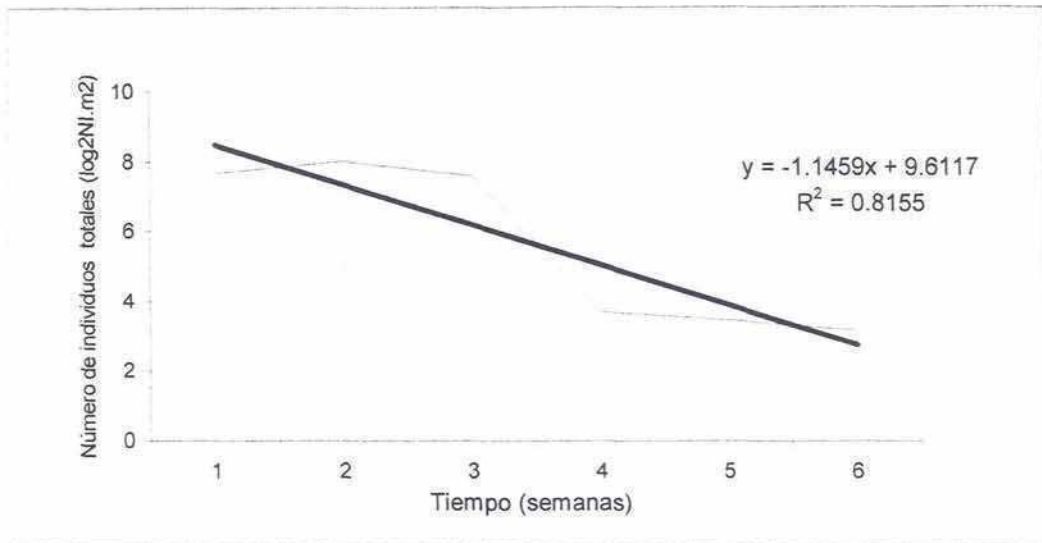


Tabla 3.3. Valores de densidad relativa para cada especie en cada fecha de muestreo (valor porcentual)

Especies	Muestras					
	1	2	3	4	5	6
<i>Setaria sp.</i>	78.35	79.90	96.29	65.69	48.62	43.7
<i>Digitaria sanguinalis</i>	16.06	10.54	10.79	10.47	17.48	8.459
<i>Portulaca oleraceae</i>	1.95	5.46	17.54	19.04	25.68	13.16
<i>Chenopodium album</i>	3.16	3.12	3.20	3.808	3.28	2.82
<i>Amaranthus quitensis</i>	0.49	0.68	0.34	0.476	1.64	
<i>Agropyron repens</i>		0.29				
<i>Brassica campestris</i>			0.51	0.476	1.64	
<i>Polygonum convolvulus</i>					1.64	1.41

EL dendrograma (Figura 3.4) resultado del análisis de clasificación en modo R permitió diferenciar dos grandes grupos y 4 grupos finales.

El gran Grupo A constituido por un sólo grupo (grupo a) y una sola especie (*Setaria spp.*). Este taxa se caracterizó por ser claramente dominante a lo largo de todo el período del ensayo.

El gran Grupo B: constituido por un conjunto de especies que presentaron valores medios a bajos de densidad ocupando posiciones intermedias en todas las fechas de muestreo.

Grupo b: constituido por *Digitaria sanguinalis* y *Portulaca oleraceae*. Estas especies presentaron valores medios de densidad en todos los censos y una alta persistencia durante el período considerado.

Grupo c: constituido por una sólo especie *Chenopodium album* que se caracterizó por presentar bajos valores de densidad relativa y baja persistencia

Grupo d: constituido por *Brassica campestris*, *Polygonum convolvulus*, *Agropyron repens* y *Amaranthus quitensis*. Estas presentaron muy bajos valores de densidad relativa y se registraron de forma esporádica durante el ensayo.

En la figura 3.5 se ha graficado los valores de densidad relativa para cada especie en cada una de las observaciones, ordenados en base a los grupos del

análisis de clasificación. Se observa que la especie dominante *Setaria spp.* (Grupo a), así como las codominantes mantuvieron el mismo orden jerárquico a lo largo del período considerado (grupos b, c y d). Es de destacar que las especies de los grupos a, b y c, presentaron un ciclo de vida p-e, en tanto que las especies del grupo d fueron principalmente i-p.

Las estimaciones realizadas con relación a otros atributos comunitarios, tales como la diversidad específica y sus componentes fueron graficados en la figura 3.6 y la distribución de importancia relativa en la figura 3.7.

En la figura 3.6 a se observa que el índice de diversidad presentó un valor mínimo de 0.96 bits en el primer muestreo, incrementándose a valores de 1.73 bits en la muestra quinta, disminuyendo a 1 bit en la sexta. La equitatividad (Figura 3.6 b), mostró la misma tendencia que la diversidad, presentando un valor mínimo al inicio del ensayo 0.42 bits y máximo en el quinto (0.74 bits). Los cambios observados en estos atributos fueron estadísticamente significativos (Tabla 3.4). La riqueza florística no mostró una tendencia definida a lo largo del ensayo oscilando sus valores entre 4.25 y 5.5. Los cambios observados en la riqueza no fueron significativos (Tabla 3.4).

Tabla 3.4. Diversidad, riqueza florística, equitatividad y densidad total de individuos de cada muestreo. Letras distintas indican diferencias significativas entre muestreos.

Muestreo	Diversidad (bits)	Equitatividad	Riqueza	Densidad total de individuos
1 a	1.00 def	0.43 cdef	5	205.50 bdef
2 b	1.06 def	0.43 cdef	5.5	256.25 acdef
3 c	1.17 ef	0.52 abdef	5	190.75 bdef
4 d	1.39 abe	0.67 abe	4.25	13.13 abc
5 e	1.78 abcdf	0.76 abcdf	5.25	11.44 abc
6 f	1.53 abcf	0.69 abce	4.75	9.25 abc

La distribución de valores de importancia relativas (Figura 3.7) mostró también un buen ajuste lineal y la pendiente de la curva osciló entre - 1.8 en la primera muestra y - 0.92 en la quinta, indicando una mayor dominancia en la primera que en la segunda.

3.4. DISCUSION

La familia más representada a lo largo del desarrollo comunitario fue las Poaceas, representada por la especie dominante *Setaria spp.*. Los relevamientos realizados por Alonso (1984) en el sudeste de la provincia bonaerense y a nivel local por Requesens et al. (1989) señala que las Poaceas junto con las Asteraceas constituyen el 56% de las familias botánicas en los campos cultivados. Hodgson (1986) encontró la misma relación para una región agrícola de Sheffield, Inglaterra. Dicho autor considera que no todas las familias botánicas están igualmente capacitadas para explorar los suelos de explotación agrícola, y que el éxito se basa en la capacidad de estas últimas para aprovechar eficientemente su fertilidad y en su capacidad para multiplicarse prolíficamente por semillas.

En el presente estudio esta propiedad se manifestó en el predominio de formas de vida de terófitas en las familias representadas en la comunidad. Esta forma de perennación confiere ventajas adaptativas a las especies dado que su corto ciclo de vida resulta apropiado en ambientes con disturbios intensos como los causados por las labranzas de presembrado y post-cosecha. Por otro lado, las labores mecánicas y el agregado de fertilizantes, tienden a homogeneizar las condiciones edáficas. Bajo estas circunstancias resulta poco probable la coexistencia de variantes biológicas en los sistemas mencionados. De acuerdo a esto, la mayoría de las malezas presentan atributos similares en cuanto a forma de vida, historias de vida y características genéticas y fenotípicas (Grime, 1977, 1978, 1979).

La comunidad analizada presentó una composición cualitativa similar a la flora espontánea común a los cultivos de *Helianthus annuus* estivales (Bochichio y Arregui, 1974; Farizo, 1980).

Los resultados evidenciaron que la composición florística de la comunidad presentó cambios progresivos en la composición durante su desarrollo pero de poca intensidad. A nivel local, Requesens et al. (1989) analizaron en ausencia de cultivos el desarrollo florístico de una comunidad de malezas estival y encontraron resultados similares, aunque con mayor intensidad en la tasa de recambio.

Una posible explicación de los cambios de la composición florística surge de las diferencias observadas en las variaciones de la importancia relativa de las especies p-e y p-i durante el desarrollo comunitario (Figura 3.1). A lo largo del desarrollo el predominio de las especies p-e sobre las p-i fue manifiesto, siendo mayor

este que el encontrado por Requesens et al. (1989) en una comunidad estival en el mismo área. Esto puede deberse a las limitaciones ambientales para el crecimiento de estas últimas durante el verano conjuntamente a la mayor habilidad competitiva de las especies p-e, muchas de las cuales presentan metabolismo C4 como por ejemplo *Setaria* spp. y *Digitaria sanguinalis* (Black et al. , 1969; Duke, 1984; Smith y Brown, 1973). Sin embargo, el predominio de las especies p-e sobre las p-i fue mayor al inicio del ensayo que al final, esto podría deberse a una mayor competencia interespecífica en los estadios tempranos (que conduce a la mortalidad de individuos) y a una mayor competencia intraespecífica (que conduce a una mayor plasticidad fenotípica) en estadios más avanzados que se manifiestan en los cambios de composición florística favoreciéndose la emergencia de nuevas especies.

La evolución de la densidad total estuvo marcada por la dinámica de la especie dominante, *Setaria* spp. del ambiente *Helianthus annuus*/ malezas. Tal como se observa en la tabla 3.3. La densidad relativa de esta especie se incrementa hasta ser máxima en la tercera fecha, fecha a partir de la cual disminuye. Este tipo de curva se corresponde con la Tipo III (cóncava) según Pearl y Read (1920) y Deevey (1947) característica de especies ruderales. Indica una elevada mortalidad precoz, dado la alta mortalidad interespecífica de estas poblaciones, mientras que los individuos que quedan tienen una elevada tasa de supervivencia (Begon et al., 1988; Harper, 1977)

El análisis de clasificación evidenció que la especie dominante (grupo A) y las codominantes (b) mantuvieron el mismo orden jerárquico a lo largo de todo el ciclo, presentando curvas de densidad relativa similares (Figura 3.5). Requesens y Madanes (1992) encontraron la misma tendencia en una comunidad estival de malezas.

La tendencia de los cambios en la diversidad específica durante el desarrollo comunitario se explica en gran medida por las variaciones de la equitatividad.

Como se indicó, la distribución de importancias relativas presentó un buen ajuste lineal en todos los muestreos correspondiéndose a la serie geométrica de Motomura entre los modelos teóricos planteados por Pianka (1970, 1978). En este modelo cada especie representa, en valores absolutos, una fracción constante de su precedente en el orden de jerarquía. Las pendientes de las curvas más pronunciadas en las muestras 1, 2, 3 y 4 evidencian que dicha fracción fue mayor que en las muestras 5 y 6 (Figura 3.7), incrementándose las diferencias entre especies. Este hecho se manifestó también en los mayores índices de dominancia de estas dos

muestras. Oka y Liú (1984) estudiaron la comunidad de malezas del arroz y a nivel local, Requesens y Madanes (1992) analizaron una comunidad de malezas estival. Los autores encontraron también, que la distribución de importancias relativas era bien ajustada por el modelo lineal y que el grado de ajuste no era afectado por los cambios de dominancia.

A los fines del estudio de la relación polen aéreo-vegetación del ambiente *Helianthus annuus*/ malezas, la organización de la comunidad afectará de forma diferencial a la depositación y dispersión del polen. Por una parte, el estudio realizado a nivel de la comunidad permite tener una información de la composición cuali y cuantitativa de la misma en el período de estudio. Por otra parte, permite emitir hipótesis sobre el efecto que la vegetación ejercerá sobre la depositación del polen aéreo y en la dispersión del sitio.

Así, en base a la alta dominancia de *Setaria spp.* y dado que la posición jerárquica de las especies se mantuvo constante y que la curva de distribución de importancias relativas en las muestras 5 y 6 fueron menos negativas que las anteriores, dado que la tasa de mortalidad en estas fechas fue menor, la muestra 6 se consideró en el modelo del estudio de las relaciones cuando el objetivo fue caracterizar los distintos ambientes de la unidad de paisaje representados en el ambiente. En tanto que, cuando el objetivo fue estudiar la dispersión de la depositación y dispersión del ambiente se consideró las seis muestras.

3.5. CONCLUSIONES

1. La familia más representada fue la Poaceae, observándose además, el predominio de especies p-e y de la forma de terófitas. La composición florística inicial mostró una alta similitud con las fechas próximas y menor con las finales.

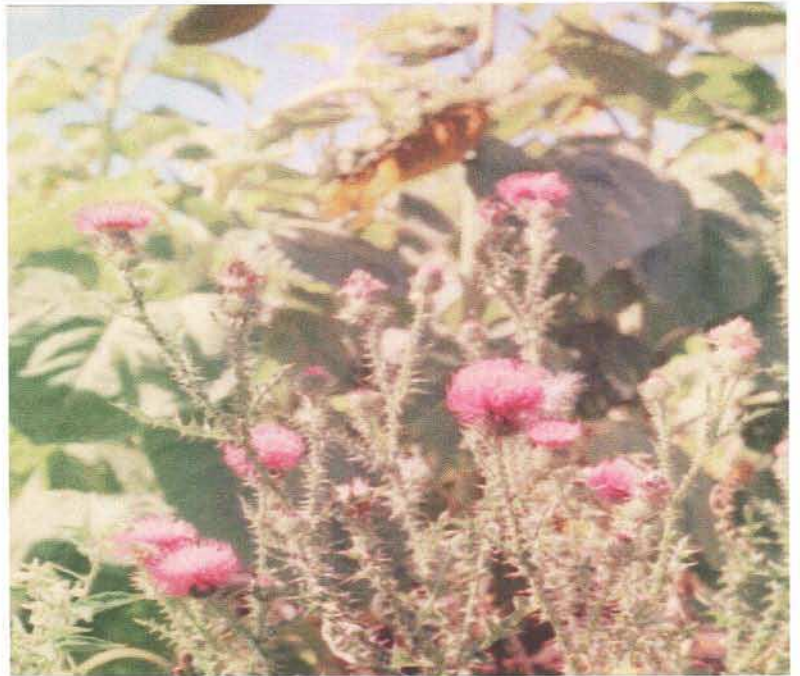
2. La comunidad se caracterizó por que los cambios estructurales estuvieron generados por las variaciones de la densidad de las poblaciones específicas y no por el reemplazo de especies, si bien los índices de similitud evidenciaron una tendencia al cambio en la composición florística.

3. Siguiendo la evolución de la densidad total durante el período analizado, la organización comunitaria presentó las siguientes características: una

dominancia alta de *Setaria spp.* y un grupo de especies codominantes que mantuvieron sus posiciones jerárquicas a lo largo de todo el ciclo.

4. La distribución de importancias relativas se ajustó a un modelo lineal, siendo la pendiente de la recta pronunciada debido a la fuerte dominancia observada en la misma

Parte 2
Capítulos 3 y 4



CAPITULO 4

FENOLOGIA DE LAS ESPECIES DE MALEZAS Y DEL CULTIVO.

(IDENTIFICACIÓN DEL PERÍODO DE FLORACIÓN DEL SISTEMA).

En el presente capítulo se estudia el desarrollo fenológico de la comunidad de malezas y del cultivo (*Helianthus annuus*) y su relación con las condiciones climáticas del área.

4.1. MARCO CONCEPTUAL: SIGNIFICADO DEL CONCEPTO DE METAPOBLACIONES

En este trabajo el estudio de la fenología de las poblaciones es realizado cuali y cuantitativamente, mediante el registro del número de ejes en distinto estado fenológico. Este enfoque merece alguna justificación. Si se considera que las plantas constituyen metapoblaciones (Harper y Bell, 1979; White, 1979), en el sentido que están formadas por módulos que se repiten en el espacio, es probable que cada una de las poblaciones estudiadas, quede mejor representada por un conjunto de ejes caulinares pertenecientes a distintas clases funcionales, que como un conjunto de individuos desde el punto de vista funcional. Con este enfoque, los distintos ejes secundarios, terciarios, o macollos de un "genet" adquieren idéntico significado biológico como módulos de crecimiento pertenecientes a un clon determinado. Cada módulo corre su propio riesgo de mortalidad y tiene su propia chance reproductiva dentro de la población de módulos (Arana et al., 1985). Además si se considera que la única forma válida de reproducción a tener en cuenta es la sexual (Janzen, 1977; Harper, 1977, 1978, 1981), mientras que la vegetativa es considerada una forma de crecimiento, el significado de la proporción de éstos que alcanzan a completar su ciclo reproductivo cobra nuevas dimensiones.

Por otra parte, con este enfoque, el registro del número de ejes en distinto estado fenológico permitió calcular la diversidad de fases fenológicas en las distintas observaciones. La diversidad de los ecosistemas es un atributo que se refiere al número de especies presentes (riqueza) y a su representación relativa (equitatividad) (Margaleff, 1958, 1963, 1968). Su empleo permite describir los rasgos importantes de los ecosistemas y expresarlos en único valor. Puede ser analizada a través de distintos modelos matemáticos que permiten su valoración numérica y tienen su origen en la Teoría de la Información (Shannon- Weaver, 1949). Un punto interesante de su análisis es la estrecha relación que mantiene esta con las propiedades

estructurales y dinámicas de los ecosistemas, tanto en condiciones de cierta constancia de las condiciones ambientales como en situaciones de perturbación (García et al., 1991).

La diversidad puede ser considerada como una función de la dinámica, entendiendo por ésta cualquier tipo de cambio en la estructura del sistema. En consecuencia podemos seguir las variaciones en las pautas de diversidad para comprender la dinámica de las comunidades a lo largo de un conjunto de gradientes espaciales y temporales

Estas descripciones cuantitativas se aplican tanto a distribuciones taxonómicas como aquellas ataxonómicas, que prescinden de las especies (Margaleff, 1991). Así, los individuos se pueden distribuir en clases según su tamaño, ya sea por su longitud, por su masa o bien clasificarse en categorías según su tasa de renovación (Harte y Morowitz, 1975). Un índice de diversidad de las tasas de renovación puede emplearse también al cuerpo de un individuo, o a la masa material de una célula. La hipótesis considera que la representación de los organismos de distintos tamaños en un ecosistema ayuda a entender su pasado, su organización y como funciona (Fenchel, 1974, 1975; Lurie et al. , 1983). Es decir, la diversidad describe una situación estacionaria que tiene subyacente una historia. Como es natural, cualquier expresión de la diversidad sola tiene sentido en relación con el criterio seguido en la partición del conjunto entero en subconjuntos. De la misma forma, se propone el uso de la diversidad fenológica, o diversidad de categorías fenológicas, como una herramienta para analizar sintéticamente la estructura de la vegetación y sus cambios temporales (Díaz Barradas y García Novo, 1991).

4.1.1. - FENOFASES

Las comunidades de malezas, al igual que otras comunidades naturales, están formadas por distintas poblaciones específicas que pueden involucrar diferentes estrategias adaptativas (Grime, 1979). En éstas las especies evolucionan hacia la diferenciación de nichos a fin de coexistir en el espacio y tiempo. (Mac Arthur y Levins, 1967; Hutchinson, 1978)

Las especies desarrollan estrategias fisiológicas, morfológicas, espaciales y de secuencias temporales para el aprovechamiento de los recursos disponibles

que minimizan la competencia entre sus integrantes (Harper, 1977; Grime, 1979; May, 1980; Orians, 1980; White, 1980).

Con respecto a las secuencias temporales, la variabilidad de las condiciones climáticas a lo largo del año ofrece a los individuos de una misma comunidad una dimensión importante donde puede operar el proceso de adecuación a la vida comunitaria. Los cambios fenológicos de una especie vegetal responden a una serie de factores físico-ambientales interactuantes como la temperatura del aire y del suelo, las precipitaciones, el contenido de agua y los nutrientes del suelo, el fotoperíodo, etc. (French y Sauer, 1974; Tivy, 1971).

El conocimiento de las variaciones cuali y cuantitativas de las características reproductivas de una especie es fundamental para comprender los procesos que regulan la producción de su descendencia y, consecuentemente, el crecimiento de sus poblaciones. Atributos que en conjunto conforman la "estrategia reproductiva" de una especie y que llevan impreso un profundo significado adaptativo (Harper, 1967; Fernández y Verona, 1984).

La importancia de las predicciones fenológicas de las malezas basadas en principios ecológicos y en la biología de las poblaciones han sido señaladas por distintos autores (Radosevich et al. 1977; Patterson, 1985; Altieri y Liebman, 1988; Ballare et al. , 1992; Ghera y Holt, 1995).

En este trabajo el estudio fenológico de la comunidad de malezas está orientado a la identificación de las fases fenológicas de la comunidad de malezas del ambiente *Helianthus annuus* para su posterior comparación con el conjunto polínico depositado en dicho ambiente y con las condiciones climáticas del área. La importancia de este análisis radica en que permite obtener por una parte, la estimación de la fuente de dispersión de las poblaciones del ambiente en el tiempo y por otra, estimar la evolución de la estructura vertical de la comunidad (evaluada como densidad en las malezas e índice de área foliar en *Helianthus annuus*) que produce un efecto de filtro en los mecanismos involucrados en la depositación del polen (ver capítulo 6).

4.2. – MATERIALES Y METODOS

4.2.1. FENOFASES

Las especies estudiadas se eligieron considerando su abundancia y/o constancia en el ambiente *Helianthus annuus*/ malezas.

Estas especies fueron: *Setaria sanguinalis* y *S. viridis*, consideradas como *Setaria spp.*, *Digitaria sanguinalis*, *Chenopodium album*, *Amaranthus quitensis*, *Brassica campestris*, *Portulaca oleraceae*. No se consideraron *Polygonum convolvulus* ni *Agropyron repens* debido a su bajo valor de importancia o por registrarse de forma esporádica a lo largo del ciclo del cultivo. También se analizó el desarrollo fenológico del cultivo: *Helianthus annuus* L.

En cada uno de los individuos se determinaron los siguientes parámetros morfológicos (Arana et al., 1984):

TIPO DE EJE	DESCRIPCIÓN
Juvenil	macollos o vástagos primarios con hasta dos hojas expandidas.
Caulinar	macollos o vástagos con más de dos hojas expandidas.por planta
Prefloración	ejes con yemas florales o con inflorescencias pre-emergentes
Floración (antesis)	ejes con flores o inflorescencias con anteras exertas.
Maduración-dispersión	ejes con flores o inflorescencias maduras en distinto estado de dispersión
Senescencia	registro de materia seca en pie en la planta

A partir de estos parámetros se establecieron las siguientes fenofases:

FENOFASE	DESCRIPCIÓN
Desarrollo vegetativo I	Período en que la población presentó ejes juveniles
Desarrollo vegetativo II	Período en que la población presentó ejes caulinares
Prefloración	Período en que la población presentó ejes en prefloración
Floración	Período en que la población presentó ejes en floración
Maduración-dispersión de frutos y/o semillas	Período en que la población presentó ejes en maduración-dispersión
Senescencia	período en que la población presentó ejes en senescencia

Para *Helianthus annuus* se estimaron los mismos parámetros y fases fenológicas.

En el caso en que dos fenofases se registrasen en un mismo eje se consideró la fenofase dominante. Así, por ejemplo, si en la misma inflorescencia se observaban sincrónicamente las fases de la floración y fructificación se consideró la dominante.

4.2.2. CLIMA

A fin de relacionar el clima y el desarrollo fenológico de la comunidad en el período de estudio se dispuso de los datos meteorológicos diarios facilitados por la Estación Experimental del área de estudio. Sobre la base de esta información se calcularon para los períodos comprendidos entre las fechas de observación fenológica, la temperatura media y la humedad relativa media. Además se contó con el registro de las precipitaciones. A partir de los valores de temperatura media y precipitaciones se calculó el balance hídrico (Thomthwaite, 1948) que agregó las siguientes variables: evapotranspiración potencial y real, almacenamiento de agua útil y variación del almacenaje de agua útil (Figura 4.7). La duración del día se calculó sobre la base de la latitud con una tabla de la duración media del resplandor solar posible en el hemisferio sur (Custodio y Llamas, 1976)

4.2.3. ANÁLISIS DE LOS DATOS:

Las fenofases fueron tratadas como variables estadísticas, considerándose de esta forma no solo a un único individuo sino a la población local (Sarmiento y Monasterio, 1974) de la siguiente manera:

1. A fin de analizar gráficamente el comportamiento de cada parámetro medido a lo largo del tiempo, se procedió a calcular el valor de la mediana para cada observación. Así, para cada especie se confeccionó un diagrama fenológico.

2. En segundo término, se utilizaron técnicas de clasificación y ordenamiento multivariado. Estas fueron empleadas para detectar grupos fenológicos e indentificar los principales gradientes de distribución de los mismos. Dada su importancia se explican con mayor detalle en el título siguiente.

3. Se calculó la diversidad, riqueza y equitatividad de fenofases para cada observación. Es decir, se calculó la riqueza: número de fenofases presentes y el valor de diversidad de las mismas según el índice de Shanon-Wiener (Kent y Coker, 1992).

4. Finalmente, los resultados obtenidos se relacionaron con el clima.

4.2.4. CLASIFICACIÓN Y ORDENAMIENTO MULTIVARIADO

CLASIFICACIÓN:

Con el propósito de reconocer y definir categorías de grupos de observaciones en base a la composición y abundancia relativa de las fenofases específicas, se realizó una clasificación usando el programa TWISPAN (Two Way Indicator Species Analysis) (Hill, 1979 a; Gauch et al. , 1977). Se confeccionó una matriz de 140 observaciones x 47 variables, considerando para cada observación el porcentaje de ejes de la población en cada fase fenológica.

Este programa es una de las técnicas de análisis más utilizada en Ecología vegetal. Este ejecuta un procedimiento politético divisivo basado en el calculo de promedios recíprocos (Hill, 1973; Gauch et al. 1977) y el análisis de especies indicadoras, fenofases indicadoras (Hill et al. 1975). Si bien esta técnica es empleada para especies, en este caso la variable considerada fue las fenofases, en consecuencia su análisis se basó en las fenofases indicadoras. Para su implementación Hill *et al.* (1975) definen el concepto de pseudoespecie, en este caso pseudofenofase, como una extensión aplicable a los datos cuantitativos del concepto de *especie diferencial* (Kent y Coker, 1992). Los niveles de corte para la definición de pseudoespecies (pseudofenofases) empleadas en este trabajo fueron los siguientes: 5; 17,5; 29; 41.5; 62.5 y 87.5.

Cada grupo resultante incluye censos, que por su composición y abundancia relativa de fenofases, son más similares entre sí que las observaciones de otros grupos

Los grupos finales resultantes de la clasificación se corresponden a las distintas observaciones (censos). Dichos grupos fueron caracterizados por la frecuencia de aparición o presencia (constancia) y el valor de abundancia relativa (intensidad) de las fases fenológicas específicas (Tabla 4.1, ver al final del capítulo). La abundancia relativa discrimina entre grupos, en tanto que la constancia lo hace dentro del grupo.

ORDENAMIENTO:

A fin de detectar el patrón de ordenamiento de las observaciones en cada fecha de análisis, se realizó un análisis de ordenamiento DCA (Detrended Correspondence Analysis) (Hill, 1979 b; Hill y Gauch, 1980)

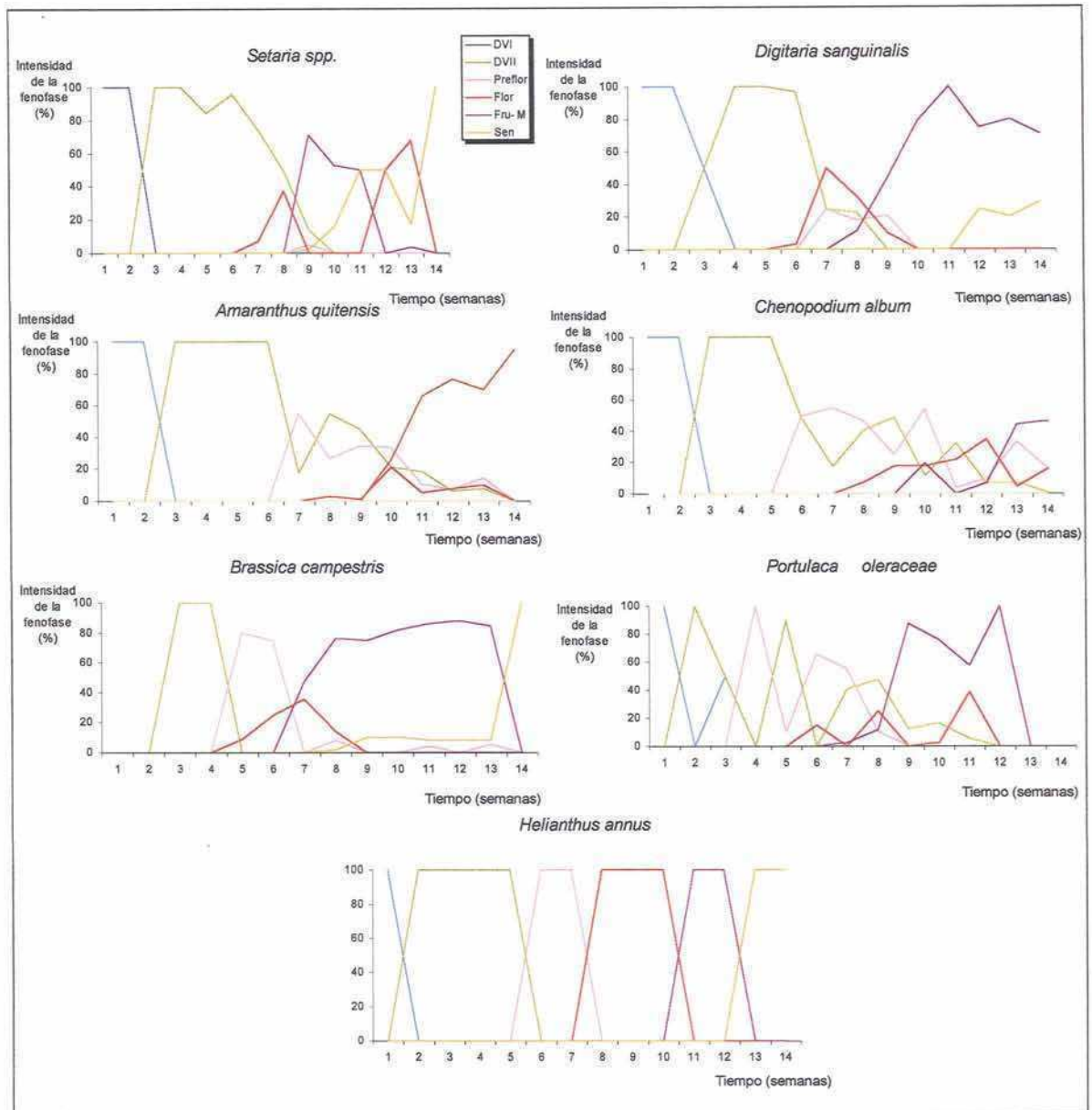
Este es un método de ordenamiento indirecto o de gradiente indirecto que pertenece al grupo de métodos de los Análisis de Correspondencia, los que se basan en promedios recíprocos; presentan la ventaja de ordenar simultáneamente sitios (en este caso observaciones realizadas en una misma fecha) y especies (en este caso fenofases) y permiten generar soluciones claras cuando las especies presentan respuestas no lineales y, especialmente, unimodales ante los gradientes ambientales (ter Braak, 1987 a).

El DCA fue desarrollado con el objeto de evitar dos efectos que frecuentemente aparecen en el Análisis de Correspondencia: una relación cuadrática entre los dos primeros ejes, sin una relación con la información ecológica de los datos (efecto de arco) y una compresión de puntos en los extremos del primer eje (Kent y Coker, 1992). El método de DCA aplicado en este trabajo, involucra la partición del primer eje en segmentos (Hill, 1979 b; Hill and Gauch, 1980).

Para este análisis se utilizó el programa CANOCO, versión 3.12 (ter Braak, 1987 b, 1995).

Los grupos resultantes de la clasificación fueron caracterizados en base a la frecuencia de aparición (constancia) y abundancia relativa (porcentual) de fenofases en cada uno.

Figura 4.1. Desarrollo de las fenofases en las poblaciones. DVI: Desarrollo vegetativo I, DVII: Desarrollo vegetativo II, Preflor: Prefloración, Flo: Floración, Fru-M: Fructificación-Maduración, Sen: Senescencia.



4.3. RESULTADOS

4.3.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROGRESIÓN DE LAS FASES FENOLÓGICAS DE LAS ESPECIES: FENOLOGIA DE LAS POBLACIONES.

La evolución de las fases fenológicas de las distintas especies se representa gráficamente en la figura 4.1.

Setaria spp.: La progresión de fenofases de esta especie presentó un bajo solapamiento¹ de las fases vegetativas y reproductivas² en las semanas 7 y 8 (Figura 4.1 a). Las fenofases reproductivas se superpusieron parcialmente con la fenofase de senescencia en las semanas 12, 13 y 14. El desarrollo vegetativo fue activo desde la 1 semana hasta la 9. El comienzo de la fenofase reproductiva se produjo en la 5 semana, y continuó hasta la 13, presentando dos picos máximos en los valores de abundancia relativa: uno en la semana 8 y otro en la 13, siendo el valor de este último fue mayor que el primero. La fenofase de fructificación-maduración de frutos se inició en la 9 semana y continuó hasta la semana 13, manifestándose con mayor intensidad al inicio de la fenofase.

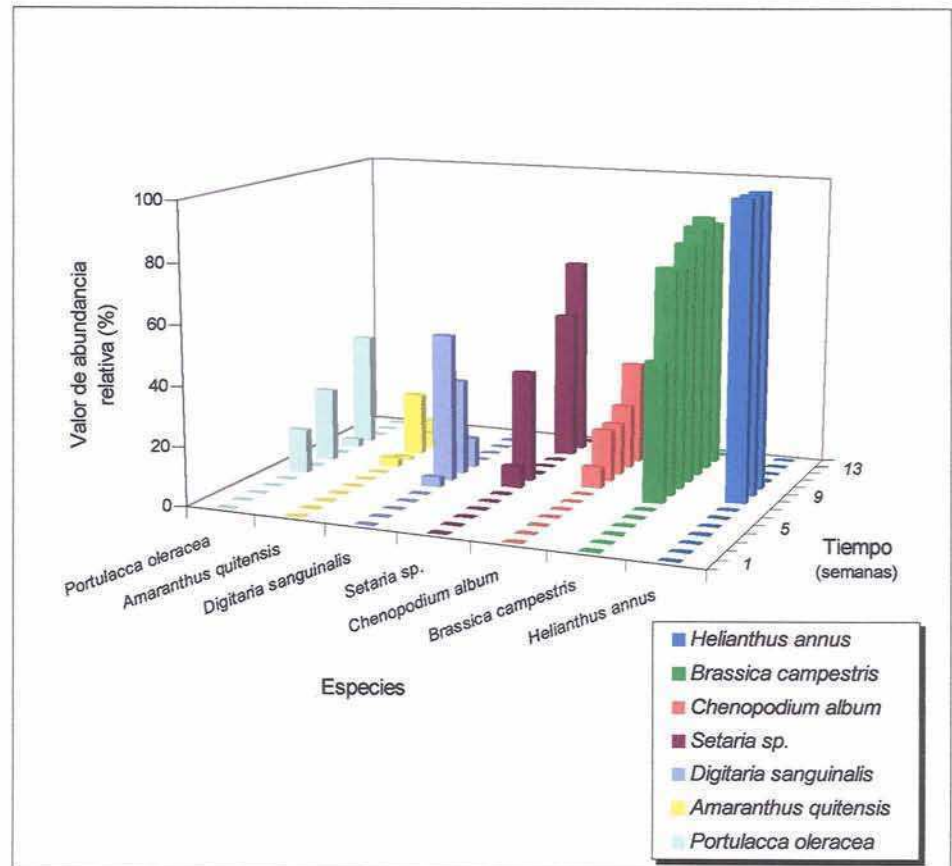
Digitaria sanguinalis: La progresión de fenofases presentó un solapamiento parcial de las fases vegetativas - reproductivas, y reproductivas - senescente; con claro predominio de una de las fases en cada observación (Figura 4.1 b). Esta especie presentó un activo desarrollo vegetativo desde la primera semana hasta la 8 semana, el valor máximo se registró en la 4, 5 y 6 semana. En esta semana se registró el inicio de la fase de floración que se continuó hasta la 12 semana, registrándose el valor máximo en la 7 semana. La fenofase de fructificación-maduración de frutos se inició en la 8 semana y continuó hasta la 14. Cuando los valores de esta fenofase fueron máximos comenzó a senescer (semana 10).

Amaranthus quitensis: La progresión de fenofases de esta especie presentó un solapamiento total de las fases vegetativas - reproductivas desde la semana 7 hasta la 13 (Figura 4.1 c). La actividad vegetativa se registró hasta la semana 13, siendo máxima hasta la semana 6, fecha en la cual se inició la actividad

¹ Solapamiento : grado de superposición de fenofases a lo largo del eje temporal

² Fenofases reproductivas: se consideran las fenofases de prefloración, floración y maduración-dispersión de frutos y semillas.

Figura 4.2. Desarrollo de la fenofase de floración de las especies a lo largo del período de estudio

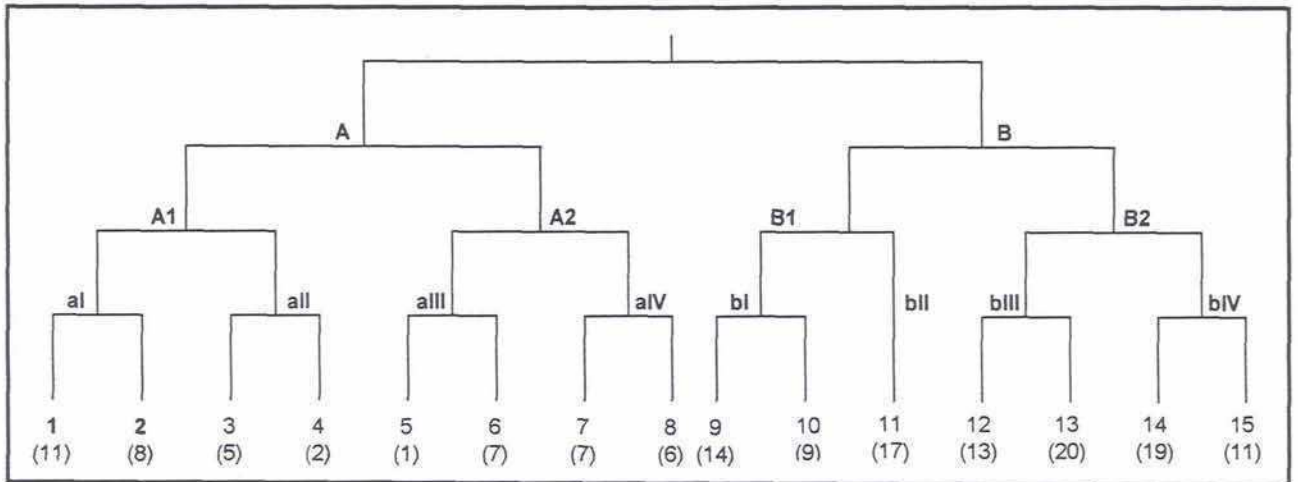


reproductiva. Las fenofases reproductivas presentaron un fuerte solapamiento, desde su inicio hasta el final del ensayo. La fenofase de floración presentó la mayor intensidad en la semana 10. La fenofase de fructificación- maduración de frutos se inició en la semana 10 y continuó hasta el final del ensayo, fecha en que se registro el máximo valor de abundancia relativa. En la semana 14 no se registró materia seca en pie.

Chenopodium album: La progresión de fenofases de esta especie presentó un solapamiento total de las fases vegetativas - reproductivas desde la semana 7 hasta la 14 (Figura 4.1 d). La actividad vegetativa se registró hasta la semana 14, siendo máxima hasta la semana 5, fecha en la cual se inicio la actividad reproductiva. Las fenofases reproductivas presentaron un fuerte solapamiento, desde su inicio hasta el final del ensayo. La fenofase de floración presentó la mayor intensidad en las semanas 9, 10 y 11. La fenofase de fructificación- maduración de frutos se inició en la semana 10 y continuó hasta el final del ensayo, fecha en que se registró el máximo valor de abundancia relativa. En la semana 14 no se registró materia seca en pie.

Portulaca oleraceae: La progresión de fenofases de esta especie presentó un solapamiento de fenofases vegetativa-reproductiva, desde la 4^a semana hasta la semana 11 (Figura 4.1 e). El solapamiento de las fases reproductivas fue parcial. La actividad vegetativa se inició al principio del ensayo y continuó hasta la semana 12, siendo máxima hasta la semana 4. Comenzó a vegetar a principios del ensayo, y continuó vegetando hasta la semana 11. Los valores de abundancia relativa de fase prefloración fueron máximos en la semana 4. La fenofase de floración se inició en la semana 6 y continuó hasta la 11, los valores máximos de abundancia relativa se registraron en la semana 11. La fenofase fructificación- maduración se inició en la semana 7 y continuó hasta la 12 en que fue máxima. En esta especie no se registró materia seca en pie.

Figura 4.3. Dendrograma de grupos de censos según el análisis de agrupamientos TWISPAN, n : número de observaciones de cada grupo.



Brassica campestris: La progresión de fenofases de esta especie fue clara, no presentó solapamiento de las fases vegetativas-reproductivas, pero se observó un fuerte solapamiento de las fases reproductivas y un solapamiento total entre las fases fructificación-maduración y senescencia (Figura 4.1 f). La actividad vegetativa se inició en la tercera semana y se continuó hasta la 4^a. La actividad reproductiva se inició en la semana 5, registrándose los valores máximos de abundancia relativa de la fase de prefloración. Esta fase continuó hasta la semana 13 con baja intensidad. La fenofase de floración se inició en la semana 5 y continuó hasta la 8, el valor máximo de abundancia relativa se registró en la semana 7. Fecha que coincidió con el inicio de la fenofase de fructificación-maduración y continuó hasta la semana 13 con altos valores de abundancia relativa durante todo el período. La senescencia se inició en la 8 semana y continuó hasta la semana 14, registrándose el máximo valor de abundancia relativa.

Helianthus annuus: Esta especie presentó una clara evolución de fenofases (Figura 4.1 g), Presentando un solapamiento parcial de fases a medida que la población se desarrolló. La actividad vegetativa se inició al principio del ensayo (implantación), y continuó (faz vegetativa II y elongación) hasta que comenzó la actividad reproductiva en la semana 6. La fase de floración se extendió desde la semana 8 a la 10, fecha en la que comenzó a registrarse la fase de fructificación-maduración hasta el inicio de la senescencia en la semana 13.

Los resultados obtenidos muestran que las poblaciones estudiadas presentaron diferencias en cuanto a la intensidad y duración de las fenofases. Con relación al período vegetativo este fue máximo al inicio del ensayo, mientras que la duración del mismo presentó distintas situaciones (Figura 4.1). Así, en un extremo *Chenopodium album*, *Amaranthus quitensis* y *Portulaca oleraceae* exhibieron una actividad vegetativa continua (una emisión de ejes caulinares adultos en estado vegetativo a lo largo de todo el ciclo) en tanto que en el otro extremo *Brassica campestris* y *Helianthus annuus* presentaron un corto período de emisión de ejes caulinares. La duración fue intermedia para las gramíneas, *Setaria spp.* y *Digitaria sanguinalis*, manifestándose el predominio de ejes caulinares adultos en estado vegetativo respecto a ejes en cualquier otro estado fenológico a lo largo del ciclo de vida.

Cabe señalar que, *Setaria* spp. y *Digitaria sanguinalis* y *Helianthus annuus* presentaron una progresión clara y rápida de sus fenofases, detectándose una coexistencia parcial de las fases vegetativas y reproductivas y de las fases reproductivas y senescentes. En el resto de las especies, con excepción de *Portulaca oleraceae* la progresión de fenofases no fue clara, detectándose un solapamiento (coexistencia) entre las distintas fases reproductivas y de senescencia.

En la figura 4.2 se graficó la evolución de la fenofase de floración de todas las especies a lo largo del ensayo. Se observa que este período se extendió desde la semana 5^a hasta a la 14. Este período estuvo determinado por la duración de esta fenofase en las poblaciones específicas. Así, la duración de ésta fue mayor en *Chenopodium album*, *Amaranthus quitensis*, *Portulaca oleraceae* y *Setaria* spp. que en *Helianthus annuus*, *Digitaria sanguinalis* y *Brassica campestris*. La coexistencia de las fases de floración de las especies fue máxima desde la semana 8 hasta la 12.

4.3.2. CLASIFICACIÓN:

Como resultado de la clasificación realizada a partir de la matriz de abundancia de las fenofases de las distintas especies se obtuvieron 15 grupos de observaciones (Figura 4.3).

El primer nivel de corte permitió establecer dos grandes grupos de observaciones:

- El grupo A, constituido por las observaciones que presentan un alto valor de abundancia relativa de las fenofases vegetativas en todas las especies. De acuerdo a la constancia y valor de abundancia relativo de las fenofases vegetativas de las especies se subdivide a su vez en grupos menores.
- El grupo B está definido por la presencia y abundancia relativa de las fenofases reproductivas, de fructificación-maduración y de senescencia de las distintas especies. Este grupo presenta una fuerte coexistencia de fases fenológicas en la población específica y entre poblaciones. Este grupo se divide a su vez en grupos más

pequeños de acuerdo a la constancia y valor de abundancia relativa de las fases fenológicas de las especies, en especial de *Helianthus annuus*

Cada uno de los 15 grupos finales se corresponde a distintas observaciones caracterizados por los valores de abundancia relativa y constancia de las fases fenológicas específicas (tabla 4.1).

A continuación se describen las características de los grandes grupos (Figura 4.3). La descripción de los grupos finales se presenta en el Anexo I.

I - Grupo A:

Este grupo se divide en dos subgrupos (A 1 y A 2). El primero comprende 4 grupos menores que se describen a continuación. Estos se caracterizan por una actividad vegetativa intensa, que se manifiesta en los altos valores de las fases vegetativas I y II en todas las especies. En cada uno de estos grupos las fenofases presentan un gradiente en los valores de constancia, producto de la aparición retardada de las especies (emergencia) y/o desaparición (desarrollo) de la fenofase de cada especie dentro del grupo. Cabe señalar que en estos 4 grupos, el solapamiento de las fases vegetativas es parcial en las especies y entre las especies.

Están constituidos por las observaciones realizadas en la primera y segunda semana del ensayo, una observación se corresponde con la 4^a semana.

El grupo A 2 comprende grupos finales menores que se caracterizan por estar formados por las observaciones que presentan la fenofase vegetativa II con valores altos de abundancia y constancia, y por el registro de las fases reproductivas en *Setaria spp.*, *Digitaria sanguinalis*, *Brassica campestris*, *Portulaca oleraceae*, con valores bajos de constancia y abundancia relativa las tres primeras especies y altos la última.

Este subgrupo está constituido por observaciones realizadas en la tercera, cuarta y quinta semana del ensayo, una observación fue realizada en la segunda semana del ensayo.

Figura 4.4. Distribución de los censos y de las fenofases según los dos primeros ejes de ordenamiento (DCA) DVI: desarrollo vegetativo I, DVII: desarrollo vegetativo II, Pref: prefloración, Flo: floración, Fru-M: fructificación-maduración, Sen: senescencia, Ama: *Amaranthus quitensis*, Bra: *Brassica campestris*, Che: *Chenopodium album*, Hel: *Helianthus annuus*. Por: *Portulaca oleraceae*, Set: *Setaria* spp.

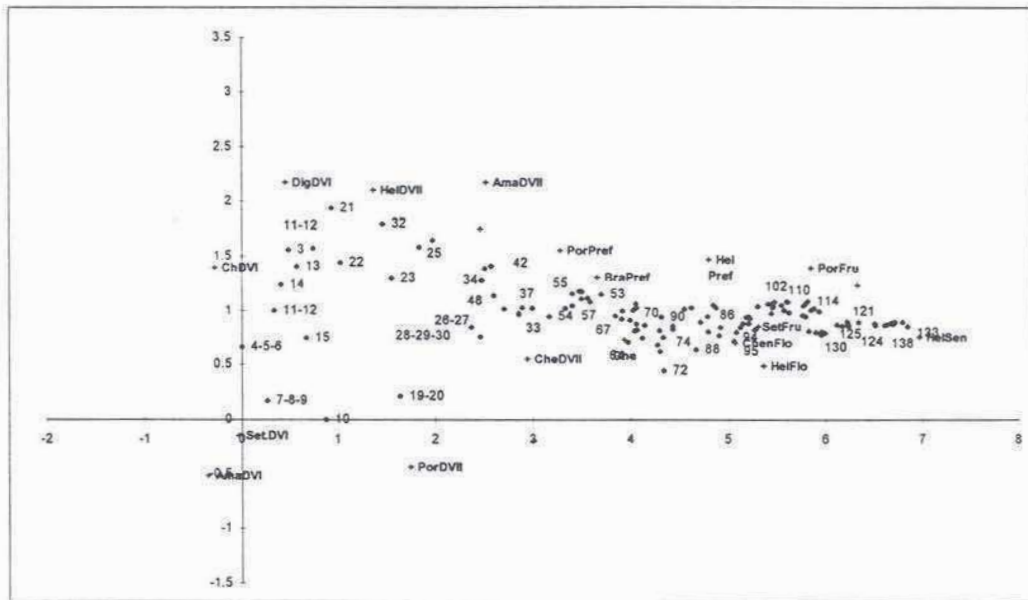
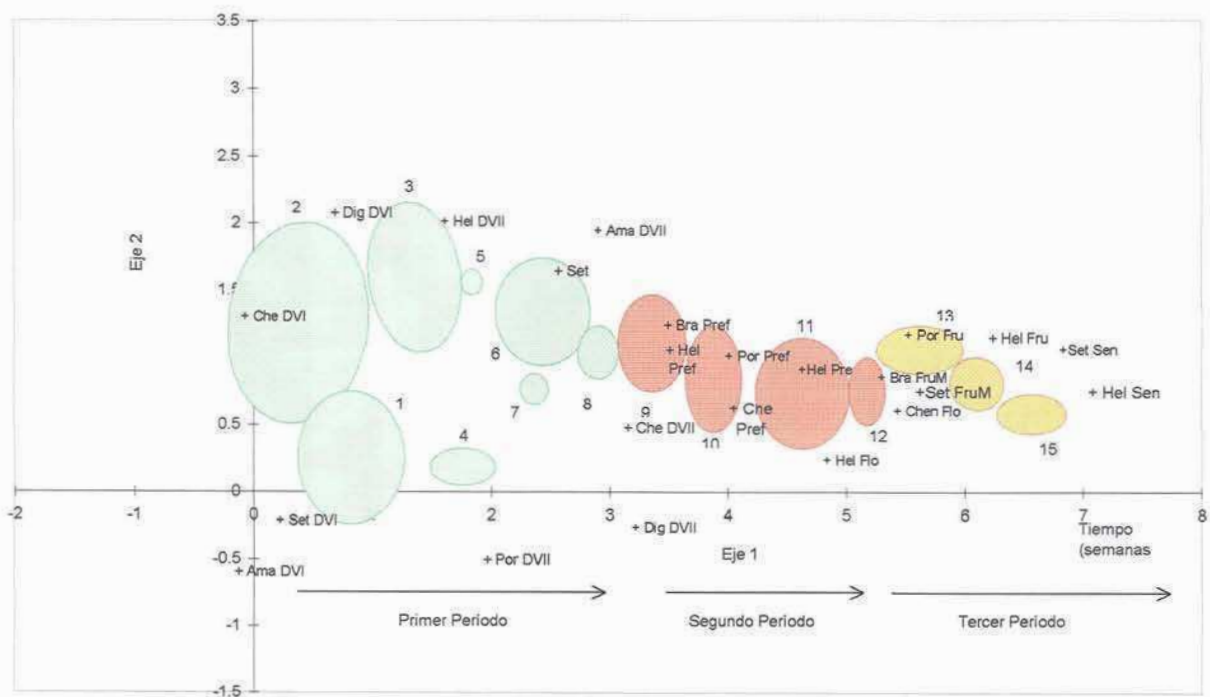


Figura 4.5. Modelo conceptual descriptivo del proceso de desarrollo fenológico de la comunidad de malezas y del cultivo. Las flechas indican la dirección de reemplazo de las fenofases. DVI: desarrollo vegetativo I, DVII: desarrollo vegetativo II, Pref: prefloración, Flo: floración, Fru-M: fructificación-maduración, Sen: senescencia, Ama: *Amaranthus quitensis*, Bra: *Brassica campestris*, Che: *Chenopodium album*, Hel: *Helianthus annuus*, Por: *Portulaca oleraceae*, Set: *Setaria* spp.



II -Grupo B:

Este está conformado por un conjunto de grupos finales que se identifican por la presencia de las fases: vegetativas II, reproductivas y senescente. Entre los grupos es posible distinguir una transición en los valores de abundancia relativa y de constancia de estas fenofases. Así, por ejemplo, se observa una mayor intensidad y/o constancia de la fenofase vegetativa II y nulos de senescencia en el grupo 9 a una mayor intensidad y/o constancia de esta última y bajos o nulos de la primera en el grupo 15.

Como rasgo distintivo, se observa un solapamiento total de las fenofases en las especies de malezas y entre especies, y con un valor bajo de abundancia relativa. En cambio, el cultivo (*Helianthus annuus*), presenta un solapamiento parcial de las fases y valores altos de abundancia relativa.

De esta forma, la presencia de las distintas fenofases en las poblaciones específicas y su solapamiento en el grupo, manifiestan las diferentes modalidades de desarrollo de éstas.

El subgrupo B1 está formado por los dos grupos bI y bII que se caracterizan por los altos valores de constancia en las fases fenológicas vegetativa II y prefloración en las especies, mientras que las fenofases de floración, fructificación-maduración presentan valores bajos de constancia. Además, estos dos grupos se identifican por la presencia de la fase de prefloración de *Helianthus annuus* con altos valores de abundancia relativa y constancia. El solapamiento de las fases vegetativas II – reproductivas y de éstas (prefloración-floración-fructificación-maduración), entre sí es total en las malezas. En cambio, en el cultivo el solapamiento de fenofases es parcial.

Estos grupos están constituidos por las observaciones realizadas en la quinta, sexta, séptima, octava y novena semana del ensayo.

El grupo B2 está formado por los subgrupos bIII y bIV (Figura 4.3)

El subgrupo bIII está formado por dos grupos que se caracterizan por los altos valores de abundancia relativa y constancia de la fenofase de fructificación y maduración en todas las especies. Además, se distingue por una mayor intensidad y constancia de la fenofase de senescencia en *Setaria spp.*, *Digitaria sanguinalis* y *Brassica campestris*.

Estos grupos se caracterizan por el solapamiento parcial o nulo de las fases vegetativa II - reproductivas-senescente, *dentro* y *entre* especies. El solapamiento es mayor entre las fases reproductivas que entre las reproductivas-senescente. Así, *Portulaca oleraceae*, *Amaranthus quitensis* y *Chenopodium album* manifiestan solapamiento total entre las fases vegetativa II-prefloración-floración y fructificación-maduración. En *Setaria spp.* y *Digitaria sanguinalis* se superponen parcialmente las fases vegetativas-reproductivas-senescentes. En tanto que, en *Brassica campestris* las fases reproductivas-senescentes se superponen parcialmente y *Helianthus annuus* presenta un solapamiento parcial de las fenofases de floración - fructificación y maduración.

Estos grupo están constituidos por las observaciones realizadas en la 8^a, 9^a y 10^a semana.

Los dos grupos que constituyen el grupo bIV, que se describen a continuación se caracterizan por que pocas especies registran las fenofases vegetativa II, prefloración y floración, y si éstas están presentes tienen bajos valores de abundancia relativa. Además se registra con mayor valor de abundancia y constancia la fenofase de senescencia en *Setaria spp.*, *Digitaria sanguinalis*, *Brassica campestris* y en *Helianthus annuus*.

Estos grupos se caracterizan por el solapamiento parcial o nulo de las fases vegetativa II – reproductivas -senescente, *dentro* y *entre* especies. El solapamiento es total (grupo 14) o parcial (grupo 15) entre las fases reproductivas (fructificación -maduración)-senescente. Así, *Amaranthus quitensis* y *Chenopodium album* manifiestan solapamiento parcial entre las fases vegetativa-prefloración-floración y fructificación-maduración. En *Setaria spp.*, *Digitaria sanguinalis* y *Brassica campestris* se superponen parcialmente las fases reproductivas con las senescentes.

Es de destacar que *Portulaca oleraceae* no es registrada y que al final del ensayo en *Amaranthus quitensis* y *Chenopodium album* no se observa materia seca en pie.

Estos grupos están constituidos por las observaciones realizadas en las semanas 12^a, 13^a y 14^a.

4.3.3. ORDENAMIENTO

En la figura 4.4 se observa el diagrama de la distribución de las observaciones en función de los dos primeros ejes obtenidos en el método de ordenamiento (DCA). En la misma se indican las fenofases específicas que contribuyen a la definición de los ejes. El porcentaje de varianza explicada por los dos primeros ejes del DCA es de 69.54 %.

La distribución de observaciones a lo largo del primer eje del DCA revela un gradiente donde los grupos definidos por el TWISPAN son fácilmente reconocidos. Así, hacia los valores menores del primer eje se ubica al grupo A y hacia los valores mayores se ubica el grupo B.

De esta manera, sobre el primer eje se genera un gradiente de reemplazo de las fenofases de la comunidad, desde el estado vegetativo, pasando por períodos caracterizados por la presencia de las fases reproductivas hasta las senescentes de las especies. La estructura resultante producto del ordenamiento de las fenofases específicas está determinada por el desarrollo de las poblaciones respondiendo a una función temporal del sistema, que es coherente con la organización temporal del desarrollo biológico.

Sobre el segundo eje la dispersión de las observaciones parecería responder a atributos intrínsecos de las poblaciones (tales como esfuerzo reproductivo) que determinan el número y abundancia de las fenofases específicas. La segregación sobre el segundo eje es mayor, en el caso de las observaciones pertenecientes al gran grupo A, en donde las fenofases vegetativas son dominantes y el solapamiento es parcial, *en y dentro* de las especies. La segregación a lo largo del eje es menor en la medida que se incrementa el número de fenofases (solapamiento total) y presentan menores valores de abundancia relativa correspondiéndose con los grupos pertenecientes a B.

En base al ordenamiento y a los grupos identificados por la clasificación se diferenciaron tres períodos fenológicos representados en la Figura 4.5. En esta se muestra la distribución de las observaciones con respecto a los dos primeros ejes

del DCA, pero también se indica la semana en la cual se realizó la observación. De esta forma, la expresión espacial de las observaciones se corresponde al grado de desarrollo de las poblaciones específicas, es decir con la evolución de las fenofases.

A continuación se describen las principales características de los períodos:

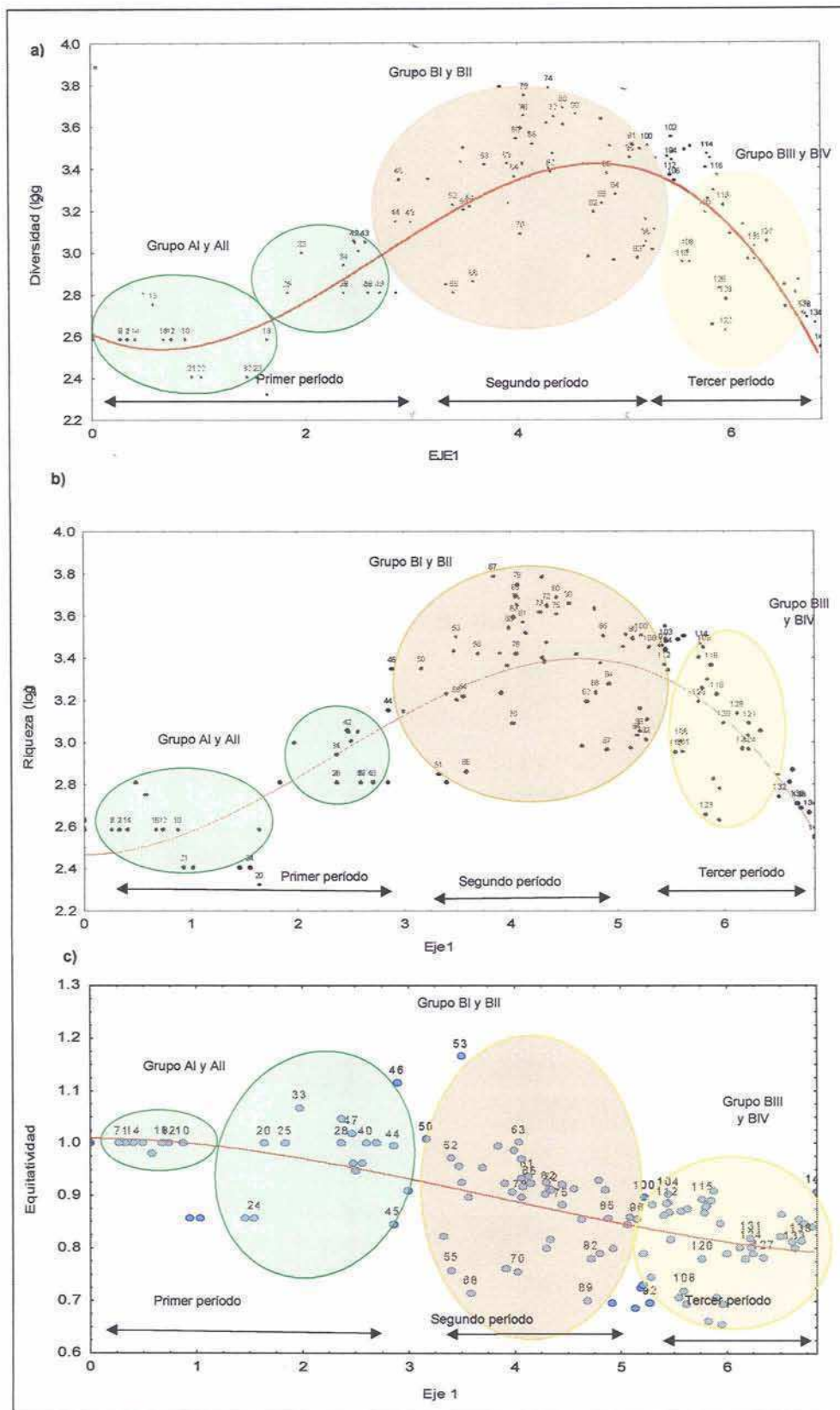
a) Primer período: formado por los grupos pertenecientes al grupo A que se corresponden con las observaciones realizadas en las semanas 1, 2, 3, 4 y 5 del ensayo. Las especies se encuentran en actividad vegetativa. Hacia los menores valores del eje se ordenan la fase vegetativa I de *Chenopodium album*, *Amaranthus quitensis*, *Setaria spp.* y *Digitaria sanguinalis*, y la fenofase vegetativa II de *Portulaca oleraceae* y *Helianthus annuus* que caracterizan respectivamente los grupos 1 y 2. Hacia la porción media del gradiente se ubican las fases vegetativa II de *Portulaca oleraceae*, *Amaranthus quitensis* y *Brassica campestris*, pertenecientes a los grupos 3, 4 y 5. En el límite de este período se ubican los grupos 6, 7 y 8 definidos por la fenofase vegetativa II de *Setaria spp.* y *Digitaria sanguinalis* y la fenofase de prefloración de *Portulaca oleraceae* y *Brassica campestris*. En este período, existe una parcial superposición de fenofases vegetativas y vegetativas-reproductivas en y entre las especies.

Los dos períodos que se describen a continuación están integrados por los grupos finales de B. Estos son los que revisten interés desde el punto de vista de la dispersión polínica, dado que el sistema se encuentra en la fase de floración.

b) Segundo período: formado por los grupos bI y bII (grupos finales: 9, 10 y 11) del TWISPAN que se corresponden con observaciones realizadas en las semanas 5, 6, 7, 8 y 9 del ensayo. Este período se caracteriza por las fenofases de prefloración y floración en todas las especies. Cabe señalar que la distribución de fenofases a lo largo del primer eje presenta un fuerte grado de solapamiento en y entre las poblaciones específicas.

Se observa un reemplazo de las fenofases vegetativas y reproductivas, generado por un gradiente de los valores de abundancia relativa de éstas. Así, los mayores valores de la primera fenofase se observan al inicio del período y los mayores de la segunda al final del mismo. De esta forma, el límite inferior del período se corresponde con el grupo 9 caracterizado por la fenofase vegetativa II

Figura 4.6 : Distribución de los valores de: a) diversidad, b) riqueza y c) equitatividad de las fenofases de malezas y del cultivo a lo largo del periodo analizado. Se indican los grupos de censos obtenidos del análisis de clasificación y los periodos fenológicos.



en *Setaria spp.*, *Digitaria sanguinalis*, *Chenopodium album*, *Amaranthus quitensis*, *Portulaca oleraceae* y *Helianthus annus*. Además, en el mismo grupo la fenofase de prefloración se registra en todas las especies y la fenofase de floración comienza a registrarse en *Setaria spp.*, *Digitaria sanguinalis*, *Brassica campestris*, *Portulaca oleraceae*, *Chenopodium album*, *Amaranthus quitensis*. La porción media de este período se corresponde con el grupo 10, caracterizado por la fenofase de prefloración del cultivo y porque todas las malezas, se registran en las fenofases de prefloración-floración. El límite superior del período está marcado por las fenofases de floración de *Helianthus annus* y de fructificación de *Brassica campestris* que caracterizan al grupo 11. Además, todas las especies de malezas se encuentran en fenofase de floración, y han comenzado a fructificar. En este período, se observa una superposición parcial de fenofases vegetativas y vegetativas-reproductivas en y entre las especies.

c) Tercer período: formado por los grupos bIII y bIV (12, 13, 14 y 15) del TWISPAN que se corresponden con observaciones realizadas en las semanas 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 del ensayo.

Se observa un reemplazo de las fenofases reproductivas y senescentes, generado por un gradiente de los valores de abundancia relativa de éstas. Así, los mayores valores de la primera fenofase se observan al inicio del período y los mayores de la segunda al final del mismo. Al inicio de este período las fenofases de fructificación y maduración de *Setaria spp.*, *Digitaria sanguinalis*, *Portulaca oleraceae*, y *Helianthus annus* definen el grupo 12 y 13. En estos grupos, todas las especies se encuentran en la fenofase floración si bien esta no es la fenofase dominante. Hacia la porción media de este período la fenofase de fructificación y maduración de *Amaranthus quitensis* caracteriza al grupo 14. Mientras que hacia el extremo más positivo del gradiente las fenofases de fructificación y maduración de *Helianthus annus* y de *Setaria spp.* identifican el grupo 15.

El reemplazo de las fenofases a lo largo del primer eje presenta un menor grado de solapamiento que el período anterior, siendo la superposición de fenofases parcial. Es de destacar que *Portulaca oleraceae* no fue registrada.

Así, al analizar los resultados del DCA conjuntamente con los resultados de la clasificación de las distintas fenofases específicas presentes, puede interpretarse el primer eje del DCA como un eje temporal. A lo largo del mismo la abundancia

relativa de las fenofases específicas está relacionada con los cambios que ocurren en las especies a lo largo de su desarrollo (Figura 4.5).

4.3.4. ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD EN EL GRADIENTE

Los valores de diversidad, riqueza y equitatividad de las categorías fenológicas (Tabla 4.1) fueron graficadas en función del primer eje obtenido a partir del DCA. (Figura 4.6).

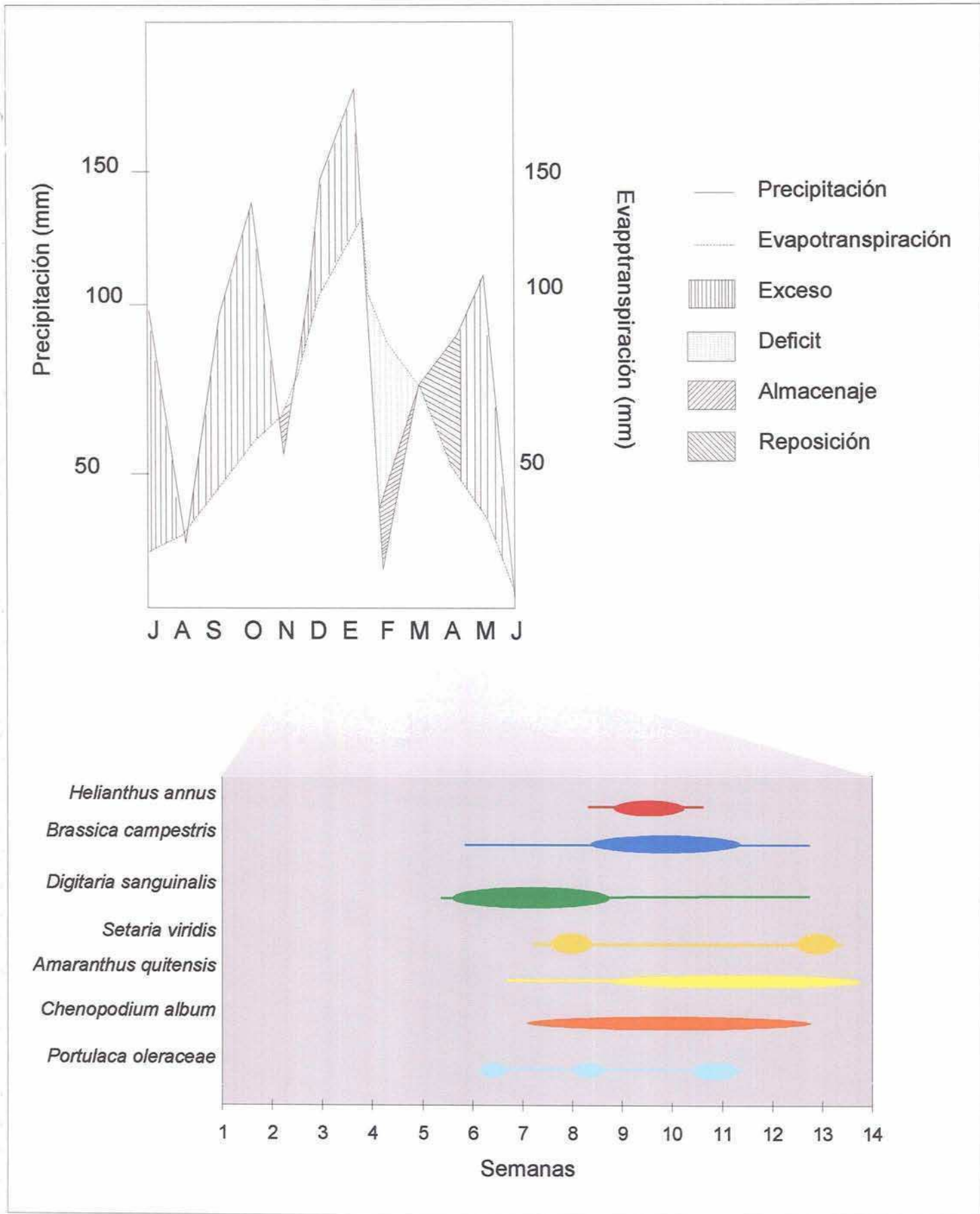
En esta se observa que los menores valores de riqueza y diversidad (Figura 4.6 a y b) se ubican hacia el extremo inferior del primer eje y tiende a incrementarse hacia el extremo superior, para luego disminuir nuevamente. La distribución de estos valores se ajusta a un polinomio de tercer orden ($h = (-0.026)x^3 + 0.21x^2 + (-0.24)x + (2.61)$ y $R = (-0.02)x^3 + (0.13)x^2 + (0.02)x + 2.47$). En cambio, la equitatividad no mostró la misma tendencia fue máxima en las primeras observaciones ubicadas en los valores menores del eje y tendió a disminuir hacia el extremo de valores superiores (Fig 4.6 c).

Las curvas graficadas en la figura 4.6 permiten observar los tres periodos fenológicos identificados en el DCA.

Las observaciones pertenecientes a A1 y A2 se ubican en la sección de la curva que se corresponde con el primer periodo, con una baja diversidad de fases fenológicas resultado de la alta equitatividad y la baja riqueza de las fenofases vegetativas específicas. La diversidad se incrementa en la medida que se desarrollan las fenofases de reproducción en A11 lo que conduce a un aumento de los valores de riqueza y una disminución de los valores de equitatividad.

Las observaciones pertenecientes a B1 y B11 se ubican en la sección de la curva que se corresponde con el segundo periodo. En éste los valores de diversidad y riqueza de las fenofases se incrementan, debido a que el número de categorías reproductivas es mayor (pre floración, floración, fructificación-maduración) así como su valor de abundancia relativa, por lo cual la equitatividad

Figura 4.7. Balance hídrico de la EEA-Inta Balcarce (Thornhwaite, 1955).
 Fuente: Estación Meteorológica de la EEA Balcarce. Se indica la intensidad y duración del período de floración de las malezas y el cultivo.



Las observaciones pertenecientes a BIII y BIV se ubican en la porción de la curva con el tercer período. En éste los valores de riqueza y la diversidad disminuyen. La disminución de los valores de diversidad es consecuencia de la disminución en la riqueza de fenofases y de especies (*Portulaca oleracea* no se registra). Como consecuencia de esto, la superposición de fenofases es menor. La equitatividad es menor debido a la codominancia de las fenofases de fructificación-maduración y senescencia en las especies.

4.3.5. DESARROLLO FENOLÓGICO Y VARIABLES CLIMÁTICAS:

En la Figura 4.7 se graficó el balance hídrico para la localidad. La emergencia del cultivo y de las malezas (primer período) ocurre cuando el suelo contiene agua en exceso, siendo el balance hídrico positivo. La fase reproductiva de las especies se desarrolla con mayor intensidad (segundo período) cuando la precipitación estuvo por debajo de los requerimientos de la evapotranspiración potencial. La antesis de *Helianthus annuus* tiene lugar cuando hay almacenaje de agua en el suelo. En la Figura 4.7 se observa la duración y solapamiento de la fenofase de floración de las especies que se produce bajo condiciones de déficit hídrico. Si bien hay un fuerte solapamiento en cuanto a la duración del período, los picos de intensidad presentan un solapamiento parcial. El tercer período caracterizado por las fenofases de fructificación-maduración y senescencia tiene lugar cuando el balance hídrico es nuevamente favorable.

4.4. DISCUSION

4.4.1. ANÁLISIS DE LAS POBLACIONES

El éxito de las malezas en los suelos agrícolas se basa en la habilidad de estas especies para aprovechar eficientemente la fertilidad del suelo y en su capacidad de multiplicarse prolíficamente por semillas. En el ambiente *Helianthus annuus/ malezas* la dominancia de formas de vida terófitas manifiesta este atributo relacionado con las características de los sistemas agrícolas. En primer lugar, el corto ciclo de vida de las especies con esta forma de vida, les confiere ventajas adaptativas en ambientes con disturbios intensos y recurrentes como aquellos causados por las labranzas de presembrado y post-cosecha. En segundo lugar, más allá de la heterogeneidad de los factores físicos y químicos del suelo, las labores

mecánicas y el agregado de fertilizantes tiende a homogeneizar las condiciones ambientales. Bajo estas condiciones es poco probable la coexistencia de variables biológicas muy diferentes en los sistemas mencionados (Requesens et al., 1989).

Las poblaciones estudiadas presentaron una única modalidad de crecimiento, siendo su ciclo de vida anual. Las seis malezas y el cultivo desarrollaron su ciclo de vida sincrónicamente en el tiempo que se correspondió al período de pre-siembra y cosecha del cultivo. Es de destacar que existieron diferencias en cuanto a la duración del mismo, así, *Brassica campestris* emergió con retardo respecto a la comunidad mientras que *Portulaca oleracea* fue la primera especie en morir. En tanto que *Chenopodium album* y *Amaranthus quitensis* no habían comenzado a senescer al finalizar el desarrollo el cultivo. La sincronización observada en los flujos de emergencia de estas poblaciones, fue señalada por Alonso (1984) en comunidades de malezas estivales.

Las especies de malezas analizadas presentaron las siguientes características de ciclo de vida: una longitud de la fase de establecimiento muy corta (período vegetativo I), produjeron flores tempranamente en el ciclo de vida y una frecuencia de floración alta. Estos atributos, además de la estrategia regenerativa estacional permite que las poblaciones específicas analizadas puedan ser clasificadas como ruderales- competitivas Grime (1979) y como r estrategias bajo los conceptos de selección r-K (Mac Arthur y Wilson, 1967).

Además las especies presentaron una prolongada fase vegetativa; *Digitaria sanguinalis*, *Portulaca oleraceae*, *Setaria viridis*, *Setaria verticillata*, *Chenopodium album* son citadas por Radesovich et al., (1997) como especies anuales que se caracterizan por su alta plasticidad en cuanto al desarrollo vegetativo, rápido crecimiento, y una prolongada fase vegetativa antes y durante la reproducción. Además, señala que destinan mucha materia y energía a la producción de semillas, característica de las ruderales - competitivas.

Otro punto que merece ser discutido es la variabilidad de estados fenológicos en un único eje, y en un mismo genet que se registran en un momento dado (Kays y Harper, 1974; León y Bertiller, 1980; Arana et al. 1985,

Madanes et al., 1996). La variabilidad de cada parámetro analizado (Tabla 4.1), expresada a través de la mediana, reflejó que para cada población de ejes caulinares los distintos estadios fenológicos elegidos tienen distinta duración y/o simultaneidad de ocurrencia. El significado de este comportamiento es claro si consideramos que los máximos registros de número de ejes en cada fase debieran tener lugar en momentos que optimizan el funcionamiento de la población y que la selección natural no actúa de la misma manera sobre cada etapa del crecimiento y desarrollo en cualquier especie (Arana et al., 1984). La coexistencia (solapamiento) de fenofases así como la presencia simultánea de distintos estados de desarrollo en una misma inflorescencia fueron señaladas por Grime (1979) como atributos en las especies con estrategia ruderal. Así, por ejemplo: las fases de la floración y fructificación- maduración simultáneas en la misma inflorescencia fueron observados en el campo en todas las malezas. Grime (1979), señala que estas características parecen ser consistentes con las condiciones de hábitat bajo las cuales las especies ruderales se desarrollan. En éstos hábitats, el disturbio frecuente y recurrente determina un alto ritmo de mortalidad y puede esperarse que la selección natural favorezca la producción y maduración temprana de semillas. Este hecho frecuente en las malezas, fue señalado también para las malezas de bordes de camino (Madanes et al., 1996) y para los pastizales de la depresión del salado (León y Bartiller, 1980; Arana et al., 1985).

Las especies *Setaria* spp., *Digitaria sanguinalis* y *Helianthus annuus* presentaron una progresión clara y rápida de sus fenofases, observándose una coexistencia parcial de las fases vegetativas y reproductivas y de éstas con la senescente. En tanto que en el resto de las malezas, la progresión de fenofases no fue tan clara, detectándose un solapamiento (coexistencia) entre las distintas fases reproductivas y senescente

Los altos valores de abundancia relativa y la duración de la fenofase de senescencia en las especies, puede estar vinculado al alto ritmo de producción de materia seca asociada a las especies ruderales (Baker, 1965; Grime y Hunt, 1975). Por otra parte, la senescencia implica la movilización de recursos hacia los órganos de reserva (semillas). En este estudio, salvo en *Chenopodium album* y *Amaranthus quitensis*, la senescencia comenzó tempranamente en las especies, coexistiendo con las fenofases reproductivas.

En la figura 4.1 se observa que las especies presentaron una baja proporción de ejes caulinares que llegan a la faz dispersión-maduración, o que cuando lo hacen, el desarrollo de los mismos se ve interrumpido en una faz temprana (prefloración). Este hecho puede asociarse entre otros factores a las condiciones climáticas poco favorables (Figura 4.7). Bajo condiciones de estrés hídrico, la competencia entre ejes podría conducir a mecanismos que conducen al autorraleo de ejes con una rápida restricción del período de crecimiento vegetativo y desvío de los recursos a las estructuras reproductoras manifestando la alta plasticidad fenotípica de las especies (Grime, 1978, 1979; Radosevich et al., 1997). Estas adversidades climáticas podrían explicar en gran medida el número de ejes vegetativos que no alcanzan las fases fenológicas reproductivas. Además, el número de ejes que llegan a la faz de prefloración es superior al de floración y éste a su vez es superior al número de ejes en fructificación-maduración. Este comportamiento respondería a mecanismos fisiológicos que optimizan la partición de asimilatos entre destinos órganos reproductores en crecimiento, asegurando que algunos frutos lleguen a completar su desarrollo (Verona et al., 1980)

El éxito reproductivo de estas especies puede vincularse a que las malezas presentan una elevada plasticidad ecológica, lo que sugiere una alta capacidad para adecuar su estrategia reproductiva a los diferentes ambientes que colonizan. Esta capacidad comprende variaciones en su esfuerzo reproductivo. (Fernández y Verona, 1984). El hecho de que la longitud del período prereproductivo sea un carácter heredable (Harper y White, 1974), indica que la misma lleva implícita alguna ventaja adaptativa, por ejemplo producir semillas y que germinen (Fernández y Verona, 1984).

Las malezas, especies ruderales, evolucionaron bajo la presión de selección ejercida por la acción del hombre, las especies de malezas analizadas además de estar sujetas al disturbio, están sujetas a una amplia variabilidad en cuanto al régimen de precipitaciones debido a las características ambientales del área de estudio (Capítulo 1 y 2). Esta variabilidad indicaría que el hábitat opera como una fuente de presión de selección de alta incertidumbre (Southwood, 1977; Begon et al., 1988). Cuando los períodos de estrés hídrico, uno de los factores activos de mayor importancia en los pastizales pampeanos (Sala et al., 1981), se presentan de manera errática a lo largo del año hacen que las plantas se vean forzadas a adquirir mecanismos de respuestas flexibles. Así las malezas parecerían desviar sus recursos a las estructuras reproductoras en tanto que en los

pastizales naturales de Balcarce (Arana *et al.*, 1985) observaron que *P.dilatatum* demora su crecimiento y retrasa el inicio de las etapas reproductivas cuando las precipitaciones no alcanzan a compensar la demanda ambiental.

4.4.2. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE FENOFASES

El análisis multiespecífico de las distintas fenofases que resulta de los métodos de ordenamiento y clasificación, permitió detectar la organización de la comunidad vegetal en el tiempo, es decir permitió reconocer las variaciones estructurales y funcionales del sistema. En este análisis, los elementos se ordenan en el tiempo, un tiempo biológico, diferenciándose los períodos fenológicos como consecuencia del desarrollo de las poblaciones específicas.

En este sentido es posible distinguir tres períodos según el tipo y abundancia de las fenofases de las especies, con relación al desarrollo de la comunidad: un período vegetativo, otro reproductivo y otro reproductivo-senescente. En este modelo el cultivo no se aparta del comportamiento temporal de las malezas, existiendo una sincronización entre las fenofases. Esto refleja una complementación-sincronización, en cuanto a la explotación de los recursos a lo largo del tiempo. El segundo y tercer período determinados por el análisis multivariado, son los que revisten interés en el estudio palinológico, en la medida que constituyen la fuente de emisión del ambiente *Helianthus annuus* / malezas.

El segundo período, reviste así mismo interés en cuanto al efecto de filtro en la depositación del polen dispersado en el ambiente y en la unidad de paisaje, debido a que es el período con mayor desarrollo de las poblaciones específicas. El primer período, es de baja cobertura si bien es el de mayor densidad, y el tercer período la cobertura vegetal disminuye debido a la senescencia.

4.4.3. DIVERSIDAD DEPENDIENTE DE LA DIVISIÓN TEMPORAL DEL AMBIENTE

En este caso, la diversidad expresa un conjunto de fenofases específicas de una comunidad en un momento determinado. Un punto interesante de su análisis es la estrecha relación que mantiene esta con las propiedades estructurales y dinámicas de los ecosistemas, tanto en condiciones de estabilidad de las condiciones ambientales como en situaciones de perturbación. El estudio de esta relación conduce a los conceptos de sucesión o autorganización de los

ecosistemas (Margaleff, 1958, 1963, 1968; May, 1980; Odum, 1971; Orians, 1980; Pielou, 1975).

La curva de diversidad (Figura 4.6) muestra que a lo largo del desarrollo de la comunidad la complejidad (autorganización) tiende a aumentar y luego a disminuir. La diversidad de fenofases se incrementa después de la germinación (período vegetativo caracterizado por el bajo solapamiento de fenofases) alcanzando el máximo en el período reproductivo (período de mayor coexistencia de fenofases dentro y entre especies) y disminuye nuevamente en el período senescente (caracterizado por el bajo solapamiento de fenofases, y una menor riqueza de especies). La equitatividad, en cambio, es máxima en el primer período (caracterizado por la dominancia de las fases vegetativa), y disminuye en la medida que las especies alcanzan la fase reproductiva-senescente (gran riqueza de fenofases dentro y entre las poblaciones, sin dominancia marcada en las fenofases y el solapamiento de fenofases es mayor dentro y entre especies).

Cabe señalar, que el primer eje del DCA se corresponde con una escala temporal determinada por la longitud de vida de los organismos. Si bien, sobre este eje los cambios son continuos fue posible diferenciar tres períodos fenológicos relacionados con la dinámica de la comunidad (cambios en la estructura y funciones): el primer período dado por el desarrollo vegetativo de las poblaciones, el segundo dominando por las fenofases de prefloración-floración y el tercero por las de fructificación-senescencia. Cabe señalar, que los límites entre estos períodos no fueron abruptos, sino que exhibieron un solapamiento de fenofases determinando un continuum, un reemplazo no abrupto de los distintos estados fenológicos.

La aplicación del índice de diversidad permitió analizar y cuantificar el grado de heterogeneidad funcional de la vegetación.

La diversidad es el resultado del proceso de desarrollo de la comunidad en un momento dado y refleja, a su vez, las influencias de los factores externos que afectan al conjunto biológico contemplado. Así, el conjunto de fenofases de un sitio dado es el emergente (la estructura/organización) de las condiciones más adecuadas para existir en un lugar en momento dado. La diversidad puede ser considerada como una función de la dinámica, entendiendo por ésta cualquier tipo de cambio en la estructura de la comunidad.

Desde el punto de vista del estudio de la relación polen aéreo - ambiente *Helianthus annuus*/malezas, es de esperar que los períodos determinados y los valores de diversidad que caracterizan a cada uno, afecten en forma diferente a los factores involucrados en los mecanismos de dispersión y depositación del sitio.

De esta forma, los bajos valores de diversidad (baja complejidad de la comunidad) del primer período afectaran escasamente la depositación del polen regional que se genera por la estructura vertical de la comunidad (efecto de filtro).

Los altos valores de diversidad (alta complejidad) del segundo período se corresponden con la mayor riqueza de fenofases, e influirá por un lado en dispersión polínica (fenofases de floración) y por otro en la depositación (mayor efecto del filtro que en el primer período).

El tercer período, con menor diversidad que el anterior (complejidad intermedia) influirá menos que el segundo en la dispersión del sitio (menor número de especies en fenofases de floración) y también ejercerá un menor efecto de filtro dado la senescencia de las especies, y la muerte de *Portulaca oleraceae*.

4.4.4. AMBIENTE.

A modo de síntesis podría decirse que si bien se espera que las variables climáticas jueguen un papel importante en el comportamiento de las especies de malezas (Figura 4.7), en ningún caso se obtuvo una respuesta simple y directa a estos factores, que diera lugar a una transición clara entre dos fases fenológicas consecutivas. Tal como fuera señalado por Went (1978) los factores ambientales que podrían controlar las respuestas de las plantas en términos de crecimiento y desarrollo son múltiples, por lo que no debe extrañarnos que sus múltiples relaciones impidan identificar con nitidez aquellos factores que resultan claves. De todos modos, si hay muchas variables activas que controlan los procesos de crecimiento y desarrollo, y dentro de ellas las más importantes tienen un comportamiento aleatorio (como es el caso de la disponibilidad de agua en el suelo), se puede admitir la existencia de un espectro de respuestas más amplio que en situaciones donde los factores claves actúan con mayor rigor y determinismo (Arana et al., 1985).

4.5. CONCLUSIONES

1. Las poblaciones analizadas se comportaron como ruderales-competitivas (modelo C-R-S) y como r estrategias bajo los conceptos de selección r -K.

2. Las poblaciones fueron capaces de efectuar una rápida y eficiente utilización de recursos pudiendo cumplir el ciclo de vida aun bajo condiciones de déficit hídrico.

3. Los resultados obtenidos indicarían que las especies poseen un diseño temporal complejo, dado por la coexistencia de las distintas fases fenológicas

Parte 3
Capítulos 5 y 6



COMARCA DE BARRANQUILLA

CAPITULO 5

ANALISIS DEL SISTEMA POLINICO

El objetivo general del presente capítulo fue elaborar un modelo conceptual descriptivo del patrón de dispersión y depositación del polen aéreo dentro una parcela experimental de *Helianthus annuus* a lo largo del ciclo del cultivo (14 semanas).

En función del cual se propuso confeccionar el diagrama polínico, basándose únicamente en los recuentos polínicos de las 14 semanas de control. Diferentes variables del espectro polínico tales como el listado tipológico, riqueza, composición cualitativa, y la diversidad fueron empleados para analizar e interpretar al diagrama. Las mismas variables del espectro se emplearon para determinar el tamaño muestral mínimo (volumen mínimo) que permitiese obtener la información necesaria para reconstruir la mayor fracción del polen del sitio y proveyese además de una estimación confiable de la diversidad tipológica y permitiese analizar y comparar los sucesivos espectros del diagrama.

5.1. INTRODUCCION

La Palinología estructural (D'Antoni, 1983) propone recuperar la estructura espacial y temporal (Q y R) de la matriz de datos polínico. En un proceso interpretativo el análisis comienza por el descubrimiento de la estructura temporal o espacial determinado por la organización de sus elementos. Luego, se analiza a las variables polínicas (Rq) en cada segmento de la matriz como emergente de una situación ecológica. Finalmente, se postula un modelo para explicar el paso de un segmento al siguiente, basándose en la modificación de los conjuntos Rq a través del tiempo o del espacio (D'Antoni y Shäbitz, 1986).

El empleo de *técnicas objetivas* en Palinología (D'Antoni 1976,1977,1978, 1979, 1983; D'Antoni y Shäbitz, 1986, 1990; D'Antoni y Madanes, 1986) han sido propuestas para modelar la estructura temporal del diagrama polínico en base a los datos del recuento polínico. Mediante estas técnicas se ha demostrado que las fluctuaciones de las curvas de los taxa polínicos son reflejo de los ajustes

sistémicos de las comunidades cuyas poblaciones constituyen las fuentes que aportaron polen al depósito durante el lapso estudiado (D'Antoni y Shäbitz, 1986)

A su vez, los espectros polínicos de un diagrama pueden ser considerados sistemas que fueron originados en un determinado ambiente en un tiempo y/o espacio. Como sistemas, tienen propiedades emergentes que son el reflejo del ambiente que los originó y que pueden expresarse en una serie de atributos. Los atributos más significativos son la composición cualitativa y cuantitativa que puede expresarse por la equitatividad y la riqueza. La riqueza es función del número de tipos polínicos presentes en una muestra y la equitatividad está relacionada con la frecuencia relativa de cada uno de ellos. Los dos últimos atributos se pueden sintetizar en la diversidad tipológica. (Birks y Birks, 1980; D'Antoni y Madanes, 1983,1986; Moore, 1973; Rull, 1987; Madanes y Dadon, 1998, Madanes y de Michelli, 1999)

La temporalidad del diagrama polínico expresada a través de los cambios en el índice de diversidad o en sus componentes la riqueza y equitatividad, o en su composición cualitativa permiten inferir modificaciones en el ambiente.

Uno de los requisitos más importantes para cualquier trabajo palinológico, ya sea de polen fósil o actual es lograr la caracterización del espectro polínico de un sitio dado. Dicha caracterización implica obtener un listado taxonómico o tipológico y establecer además la distribución de frecuencias de cada taxón o tipo. En Palinología la unidad de recuento es la suma polínica. La cantidad de granos (suma polínica) que se han de analizar en cada muestra surge de criterios que dependen del objetivo del trabajo y que pueden ser subjetivos o estar basados en consideraciones estadísticas (Mosimann, 1965; Faegri e Iversen , 1975; Moore y Webb, 1978; D'Antoni , 1979 ; Maher, 1981 ; Rull, 1987 ; Hill, 1996). Una caracterización aceptable del espectro polínico de un sitio según los trabajos tradicionales pueden ser obtenidos con un tamaño muestral de 150 granos. En los análisis paleoecológicos, por ejemplo Moore y Webb (1978) consideran 150 granos como el tamaño más adecuado, en tanto que Rull (1987) y Birks y Birks (1980) proponen 300-400 granos por muestra. En los análisis de AP, la suma de 150 granos puede ser usada para hacer inferencia del porcentaje de los tipos dominantes (Booberg, 1930 en Faegri e Iversen, 1992) mientras que 800-1000 (Bowman, 1931) o 5000 granos (Hafsten, 1956) son necesarios para hacer inferencias sobre constituyentes menores. Para muestras superficiales de suelo,

Hill (1996) considera que 250 granos es el menor recuento posible que pueden utilizarse en sedimentos con bajo contenido polínico, pero que un recuento de 1000 granos es necesario cuando la comunidad estudiada es más heterogénea. De acuerdo a las tendencias actuales (Birks y Birks, 1980; D'Antoni y Madanes, 1986; Rull, 1987; Madanes y Dadon, 1998), expresiones sintéticas tales como la diversidad y la riqueza puedan ser empleadas para evaluar la información ganada en el recuento. En este trabajo se propone el empleo del volumen mínimo por analogía al concepto de área mínima (Mueller-Dombois y ElleMBERG, 1974)

5.2. MATERIALES Y METODOS

5.2.1. TRABAJO DE CAMPO:

El polen fue recolectado en trampas tipo "Tauber" (Tauber 1965, 1974). Las mismas consisten en un recipiente que contiene glicerina con un cristal de fenol para la captura del polen, con una tapa aerodinámica. La principal razón para la elección de este tipo de muestreador fue su capacidad de colección efectiva del polen sin verse afectado por las condiciones meteorológicas durante el período de su recolección. Se instalaron 5 trampas en la parcela de *Helianthus annuus*, una en el centro y una en cada uno de los vértices, a la altura del suelo. En el interior de cada muestreador se colocaron 20 ml de glicerina y se los expuso durante un lapso de 7 días. Al cabo de ese tiempo las trampas fueron lavadas, vaciadas y reemplazadas. Los residuos fueron transportados a frascos y transportados al laboratorio de Palinología del Dpto. de Ciencias Biológicas de la FCEyN de la Universidad nacional de Mar del Planta (UNMDP) para concentrar y analizar su contenido. Este procedimiento se realizó desde la preemergencia del cultivo hasta su senescencia (198 días) siendo sincrónico con los censos fitosociológicos y el estudio fenológico.

5.2.2. TÉCNICAS DE LABORATORIO:

Con el objetivo de recuperar los granos de polen atrapados en la trampa se eliminaron las sustancias orgánicas e inorgánicas que dificultan su identificación o determinación. Para esto se retiró la glicerina del muestreador y se lavaron las

paredes del mismo con agua destilada. La glicerina del muestreador y el agua de lavado se centrifugaron para concentrar las muestras y se descartó el sobrenadante. La información microscópica de una alícuota de residuo proveyó una guía de los pasos necesarios para remover las sustancias minerales y/o orgánicos en caso de encontrarse. Las muestras obtenidas en el campo presentaron por lo general una gran heterogeneidad en cuanto a la presencia o ausencia de componentes minerales y orgánicos.

Se aplicaron los siguientes tratamientos (Gray, 1965; Faegri e Iversen 1975; D'Antoni, 1979):

Defloculación: agregado de KOH al 10%, en baño termostático a 100° C durante 10 minutos, para disgregar los coloides del suelo (ácidos húmicos) y aumentar la solubilidad de la materia orgánica en descomposición. Se hicieron repetidos lavados con agua destilada y centrifugados hasta que el sobrenadante fue claro.

Eliminación de carbohidratos: tratamiento con HCl en solución acuosa al 10 %. Al concluir la reacción se centrifugó y se lavó repetidas veces para completar la remoción de carbonatos. Se eliminó el sobrenadante y se colocaron los tubos boca abajo durante 24 hs.

Eliminación de la sílice: tratamiento con HF al 70 % en frío durante 24 horas. Lavado con HCl caliente para evitar la formación de fluorsilicatos. Repetidos lavados con agua destilada caliente.

Acetólisis: agregado de mezcla acetolítica (9 partes de volumen de anhídrido acético puro y 1 parte de H₂SO₄ concentrado, Erdtman, 1943) durante 12 minutos en baño termostático de 80 ° a 100 ° C. Este tratamiento rompe las moléculas de celulosa (insoluble) y las fracciones resultantes son solubles (D' Antoni, 1986). La mezcla acetolítica usada en bioquímica incluye también ácido acético glacial, mientras que la propuesta por Erdtman, el ácido acético glacial se emplea para un lavado inicial y luego se utiliza la mezcla descrita. Después del tratamiento acetolítico, se lava nuevamente la muestra en ácido acético glacial para evitar la formación de acetatos de celulosa. Luego se lava repetidas veces con agua destilada para remover los productos solubles tratada por acetólisis.

Finalmente las muestras se incluyeron en 5 ml de glicerina y se guardaron en tubos de residuos para su posterior análisis.

5.2.3. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS:

Una vez finalizados los tratamientos y transportadas las muestras a los tubos de residuos se hicieron los preparados para su observación microscópica. El residuo se homogeneizó antes de su montaje con un vórtex para garantizar que la presencia de los taxa durante el recuento fuera función de la probabilidad (x_i/N)

Los preparados se hicieron tomando una alícuota de 20 μ l del residuo con una micropipeta automática. Se utilizó glicerina como medio de inclusión, fucsina básica de baja concentración para colorear y parafina para sellar el perímetro del cubreobjetos. Finalmente los preparados se analizaron en un fotomicroscopio Olympus BH-2 con un aumento de 1000X, en inmersión.

Para el control de la identificación de los tipos polínicos se usó la colección de referencia del laboratorio de Palinología de la UNMDP, a la cual se incorporaron los materiales de referencia cuyas descripciones son presentadas en el Anexo II. También se usaron descripciones publicadas (Erdtman, 1943, 1960, 1969, 1971, 1972; Richardes, 1970; Heusser, 1971; Huang, 1972; Moore y Webb, 1978; Morbelli, 1980; Markgraf y D' Antoni, 1978).

5.2.4. ANÁLISIS DE LOS DATOS:

5.2.4.1. DETERMINACIÓN DE LA UNIDAD MUESTRAL (VOLUMEN MÍNIMO):

Una de las repeticiones de una observación, se tomó como base para la determinación del volumen mínimo. Para esto se emplearon diferentes variables del espectro polínico tales como la lista tipológica, la riqueza, la frecuencia relativa y la diversidad. Los resultados obtenidos a partir de las diferentes variables fueron comparados con el objetivo de minimizar el tamaño de muestra para la cual se obtiene el óptimo de información en función del esfuerzo realizado.

Para estimar la relación óptima entre el esfuerzo de muestreo y la información ganada se emplearon dos variables.

La primera variable analizada fue el número de tipos polínicos. Para esto se determinó el volumen mínimo por el método de Cain (Mueller-Dombois, 1974), por extrapolación del concepto de área mínima. Este fue calculado tomando una submuestra inicial de 20 μl , con una micropipeta automática y se registró la composición cuali y cuantitativa de los granos y esporas que aparecieron en ella. Luego el volumen se duplicó, triplicó, etc. y en cada situación se registró el número de tipos que aparecieron para cada aumento de volumen.

Para la comparación tipológica de los distintos volúmenes analizados se empleó un coeficiente de similitud binario (presencia-ausencia) (Sørensen, 1948),

La segunda variable analizada fue el índice de Shannon-Weaver (H'). El valor de este índice fue analizado en función del incremento del tamaño muestral. Para esto, se consideraron las mismas submuestras que para el número de tipos polínicos (Madanes y Dadon, 1998):

La fórmula empleada fue:

$$H' = - \sum_{i=1}^n (p_i \ln p_i)$$

En donde:

n = número de tipos polínicos;

p_i = proporción del tipo i del total de granos.

Rull (1987) definió el punto de saturación de la diversidad (DSP) como el punto crítico a partir del cual la curva de diversidad de los tipos polínicos vs. el tamaño muestral presenta poca variación, o que muestra fluctuaciones más o menos horizontales.

El test de t propuesto por Hutcheson (1970) en Zar (1984) y Magurran (1991) se empleó para testear la hipótesis nula de que los valores de diversidad de los distintos tamaños muestrales eran iguales.

Utilizando la fórmula propuesta por J.K. Mosimann (1965), los datos del recuento se sometieron al análisis multinomial positivo (Maher, 1972; D'Antoni, 1979). Para cada taxón se calculó el porcentaje en cada una de las muestras, con un límite superior y uno inferior para el intervalo de confianza del 95 %. (Madanes y D'Antoni, 1983)

5.2.4.2. CONFECCIÓN Y ANÁLISIS DEL DIAGRAMA POLÍNICO:

El uso de 5 trampas tipo Tauber en una superficie pequeña, permitió considerar a cada una de éstas como repeticiones del experimento dado que se trabajó en condiciones exactamente iguales. Los datos de los recuentos de las 5 repeticiones, en cada una de las observaciones, se promediaron y se trataron como un modelo simple de probabilidad:

En donde $p = X_i/N$

p = la probabilidad porcentual de un tipo polínico

x_i = frecuencia del tipo polínico i

N = suma total de granos y esporas de polen de la muestra.

En este capítulo se emplearon métodos multivariados para interpretar la información primaria producida por el análisis de las muestras, basados únicamente en los datos del recuento polínico.

Con el propósito de reconocer y definir grupos de muestras en base a la composición y abundancia relativa de los taxa, se realizó una clasificación.

El método usado fue el ligamiento promedio no ponderado (UPGMA) (Romesburg, 1984) y la medida de similitud empleada fue 1- Pearson, del tipo jerárquico-aglomerativo. Este se emplea para analizar las relaciones de similitud entre las muestras (Modo Q) o variables (Modo R). Consiste, esencialmente en agrupar aquellas variables (u observaciones) que presentan la mayor similitud

Figura 5.1.- Curva de la riqueza polínica vs. el tamaño de la muestra

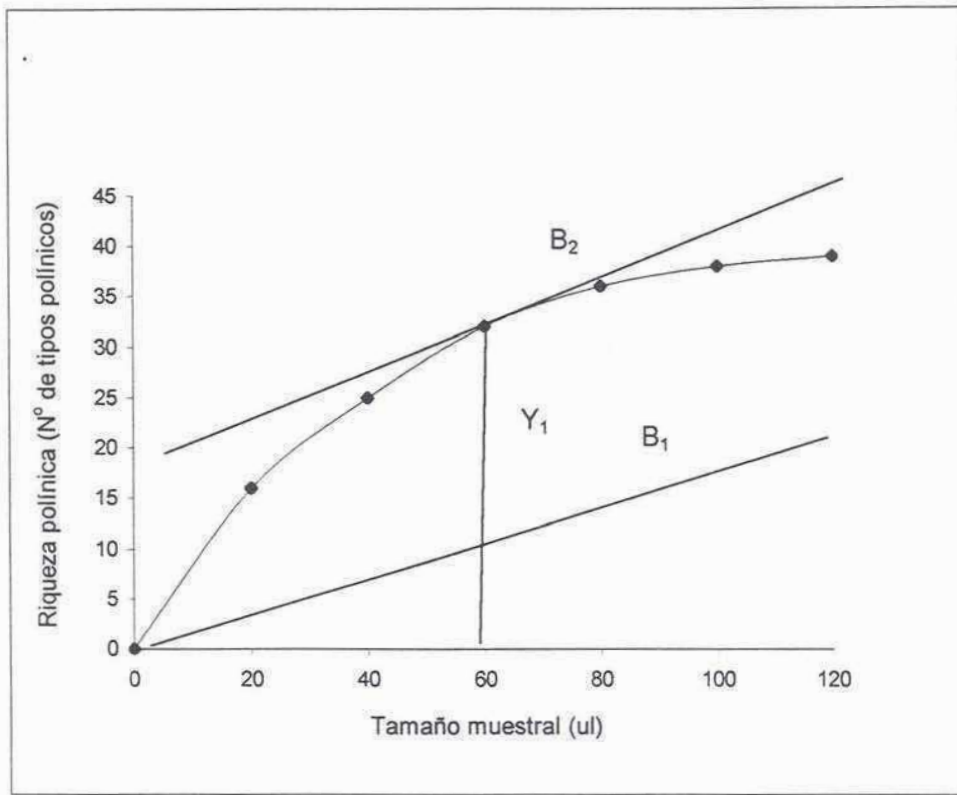


Figura 5.2. Curva de la diversidad polínica vs. el tamaño de la muestra.
DSP: punto de saturación de la diversidad.

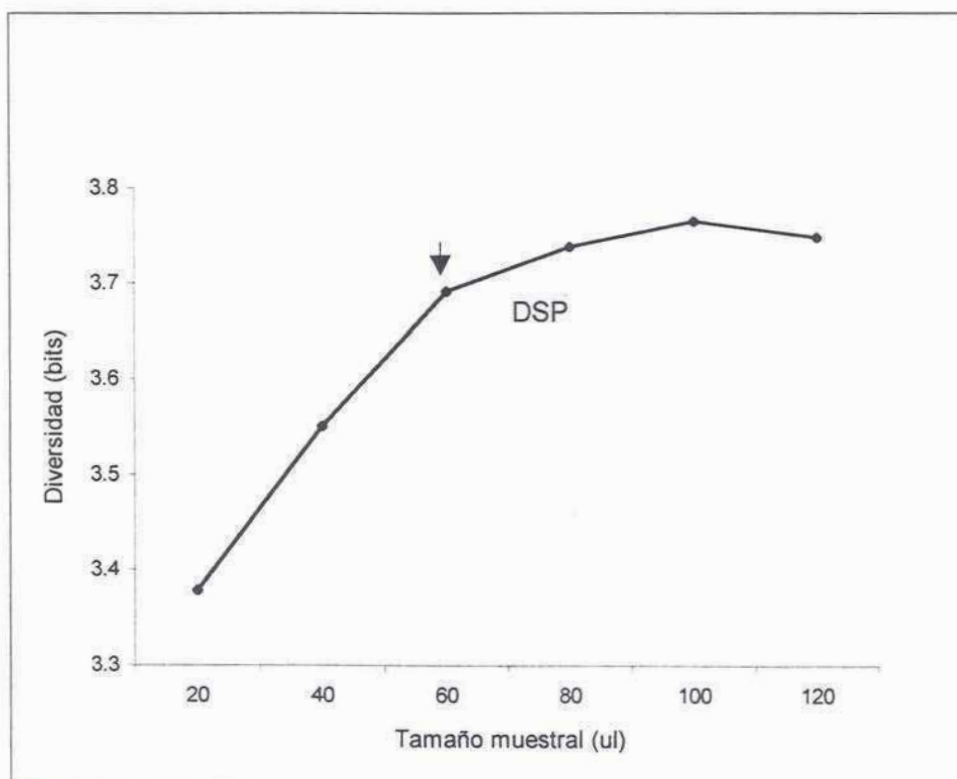


Tabla 5.1. Taxa polínicos, valores de frecuencia y porcentajes para los volúmenes analizados empleados en la determinación del tamaño muestral mínimo.

Tipos polínicos	Volumen (ul)											
	20		40		60		80		100		120	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Cheno-Ams	12	20	32	23.53	49	23.44	71	23.67	97	24.43	112	23.88
T. <i>Taraxacum</i>	6	10	12	8.82	21	10.05	27	9.00	37	9.32	44	9.38
Brassicaceae	8	13.33	17	12.50	25	11.96	37	12.33	42	10.58	52	11.09
Poaceae 35	5	8.33	11	8.09	18	8.61	28	9.33	35	8.82	40	8.53
Poaceae 25	6	10	13	9.56	19	9.09	26	8.67	35	8.82	41	8.74
Solanaceae	11	18.33	22	16.18	31	14.83	43	14.33	58	14.61	72	15.35
T. <i>Blechnum</i>	2	3.33	3	2.21	3	1.44	5	1.67	7	1.76	8	1.71
T. <i>Lycopodium</i>	1	1.67	3	2.21	3	1.44	6	2.00	13	3.27	16	3.41
Mimosoideae	2	3.33	4	2.94	4	1.91	7	2.33	7	1.76	8	1.71
<i>Carduus acanthoides</i>	1	1.67	1	0.74	1	0.48	1	0.33	3	0.76	4	0.85
T. <i>Ranunculus</i>	1	1.67	1	0.74	1	0.48	2	0.67	2	0.50	2	0.43
T. <i>Polystichum</i>	1	1.67	1	0.74	1	0.48	2	0.67	2	0.50	2	0.43
Labiataeae	1	1.67	1	0.74	1	0.48	1	0.33	1	0.25	1	0.21
T. <i>Hymenophyllum</i>	1	1.67	1	0.74	1	0.48	1	0.33	1	0.25	1	0.21
T. <i>Tillandsia</i>	1	1.67	1	0.74	1	0.48	1	0.33	1	0.25	1	0.21
T. <i>Acacia</i>	1	1.67	1	0.74	1	0.48	1	0.33	1	0.25	1	0.21
T. <i>Polypodium</i>			1	0.74	3	1.44	2	0.67	4	1.01	5	1.07
<i>Gomphrena</i>			3	2.21	3	1.44	3	1.00	4	1.01	5	1.07
Malvaceae			1	0.74	1	0.48	2	0.67	2	0.50	2	0.43
<i>Plantago</i>			1	0.74	3	1.44	3	1.00	4	1.01	4	0.85
<i>Gnaphalium</i>			2	1.47	2	0.96	2	0.67	2	0.50	2	0.43
<i>Schinus</i>			1	0.74	1	0.48	1	0.33	1	0.25	1	0.21
T. <i>Asplenium</i>			1	0.74	3	1.44	4	1.33	3	0.76	4	0.85
T. <i>Grammitis</i>			1	0.74	2	0.96	3	1.00	4	1.01	4	0.85
T. <i>Ctenitis</i>			1	0.74	1	0.48	2	0.67	4	1.01	5	1.07
T. <i>Parapiptademia</i>					1	0.48	1	0.33	2	0.50	2	0.43
T. <i>Hypolepis</i>					1	0.48	1	0.33	2	0.50	2	0.43
T. <i>Cystopteris</i>					2	0.96	2	0.67	2	0.50	2	0.43
<i>Senecio</i>					1	0.48	1	0.33	1	0.25	1	0.21
<i>Sisymbrium</i>					2	0.96	2	0.67	2	0.50	2	0.43
<i>Junglans</i>					1	0.48	3	1.00	3	0.76	3	0.64
Poaceae 50					2	0.96	3	1.00	3	0.76	3	0.64
T. <i>Pteris</i>							1	0.33	2	0.50	2	0.43
Cyperaceae							3	1.00	2	0.50	4	0.85
T. <i>Anthemis</i>							1	0.33	2	0.50	3	0.64
T. <i>Conyza</i>							1	0.33	2	0.50	3	0.64
Euphorbiaceae									2	0.50	2	0.43
<i>Echium</i>									2	0.50	2	0.43
Geraniaceae											1	0.21
Riqueza	16		25		32		36		38		39	
Suma polínica	60		136		209		300		397		469	
Diversidad (bits)	3.38		3.55		3.69		3.76		3.76		3.75	

entre ellas y tratarlas de ahí en más como si fuera una unidad. El proceso continua hasta que todas las variables (u observaciones) constituyen un único grupo. Para la descripción del modelo del sistema polínico una matriz de 14 filas (muestras) y 64 variables (tipos polínicos) fue computada en el programa STADISTICA versión 5.1. No se incluyeron los tipos polínicos que se registraron con bajo valor de frecuencia y con constancia igual a 1 en el conjunto de las muestras. La matriz fue analizada en su modalidades R y Q, para visualizar las asociaciones de las variables (observaciones) obtenidas. Para este análisis los datos porcentuales fueron transformados utilizando la transformación $\text{arc sen } \sqrt{x}$ (Zar, 1984) para su normalización.

Se calculó la riqueza, la equitatividad y la diversidad tipológica en cada una de las observaciones de acuerdo al índice de Shanon-Wiener (Kent y Coker, 1992).

Para testear la hipótesis nula de que los valores de diversidad de los distintos tamaños muestrales eran iguales, se empleó el test de t propuesto por Hutcheson (1970) en Zar (1984) y Magurran (1991).

5.3. RESULTADOS

5.3.1. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN MÍNIMO

En la Tabla 5.1 se observa un total de 39 tipos polínicos registrado. La composición taxonómica y cuantitativa del espectro polínico varió con el volumen empleado. La lista tipológica osciló entre 16 tipos en la submuestra de 20 μl a 39 en 120 μl .

Los taxa más abundantes fueron Chenopodiaceae, Solanaceae, Brassicaceae, tipo *Taraxacum* y Poaceae de 25 μm . En todas las submuestras analizadas los tipos dominantes representaron más del 75 % del total de granos contados. El incremento de volumen 20 a 120 μl resultó en la adición de nuevos tipos polínicos (41 %), que con la excepción de *T. Polypodium*, *Gomphrena*, *T. Plantago*, *T. Grammitis* y *T. Ctenitis*, representaron más del 1% (Tabla 5.1) de frecuencias relativas individuales.

Este valor determinado gráficamente fue testeado mediante el test de t propuesto por Hutcheson (1970) que mostró que los valores de diversidad de la

Tabla 5.3. Valor de la suma polínica (número de granos) para un volumen de 60 μ l, para cada uno de los muestreadores en las distintas fechas de observación.

Muestra	Repeticiones					Promedio	DS	CV
	1	2	3	4	5			
1	109	96	198	56	96	111	52.55	-0.60
2	366	273	323	229	340	306.3	69.51	1.74
3	167	333	131	96	90	163.4	99.70	1.30
4	2715	405	1143	224	1122	1121.8	982.16	0.05
5	112	231	245	220	355	232.6	86.37	0.25
6	536	288	78	916	1178	599.2	449.41	1.35
7	614	1689	833	998	1003	1027.4	402.45	1.89
8	2049	6484	569	380	438	1984	2608.61	0.76
9	2612	2819	2528	4408	1452	2763.8	1061.36	-2.05
10	129	140	45	150	148	122.4	44.05	0.00
11	287	642	465	391	538	464.6	135.85	-0.56
12	112	398	384	440	152	297.2	152.86	2.07
13	666	278	3129	67	135	855	1292.19	1.83
14	770	310	170	330	240	364	235.54	1.85

submuestra de 20 μ l fue estadísticamente similar a la de 40 μ l y diferente de las submuestras de 60 y 80 μ l ($p= 0.05$). En tanto, que las diferencias en la diversidad para las submuestras mayores a 60 μ l no fueron estadísticamente significativas ($p= 0.05$).

En la tabla 5.3 se observa la suma polínica alcanzada para cada una de las repeticiones en cada una de las observaciones. Los resultados indicaron que éstas variaron en cada una de las observaciones y dentro de estas para el volumen mínimo.

La curva de la figura 5.3 muestra los resultados del cálculo del intervalo de confianza (límite superior e inferior) para un taxón con 1 % de valor porcentual para distintas sumas polínicas. Los límites superior e inferior no fueron equidistantes, debido a que la probabilidad de un taxón x_i fue igual al 100 % menos la probabilidad sumada de todos los otros taxa de la muestra, de modo que los límites superior e inferior del intervalo resultarán equidistantes de p solamente si la probabilidad del taxón considerado es del 50 %

5.3.2. CONFECCIÓN Y ANÁLISIS DEL DIAGRAMA POLÍNICO:

Como resultado de la clasificación realizada a partir de la matriz de valores porcentuales de los tipos polínicos se obtuvieron 8 grupos de taxa los cuales se observan en el dendrograma de la Figura. 5.4. Los grupos obtenidos se identificaron por el comportamiento de las variables polínicas, es decir por su valor de importancia (valores de frecuencia relativa expresados como probabilidad porcentual) en la muestra y por su constancia a lo largo de las 14 semanas.

En la Tabla 5.4 se ordenaron los tipos polínicos según su constancia (Braun- Blanquet, 1979) sobre la base de las asociaciones establecidas por la clasificación (grupos a_1 a a_7 y b_1). A su vez se confeccionó el diagrama polínico de las angiospermas (Figura 5.5) y de las pteridófitas (Figura 5.6).

A partir de este análisis fue posible reconocer distintos patrones de la dispersión y depositación de los taxa. Se identificaron dos grandes grupos. En el gran grupo A los tipos polínicos más importantes presentaron un patrón continuo a lo largo de todo el periodo considerado o sólo en el primer período (desde la primera a la séptima observación). El gran grupo B, en cambio, presentó una estacionalidad marcada en el segundo período representado por *Helianthus annus* (desde la séptima a la catorce semana). Además, en los grupos se registró un conjunto de tipos polínicos que no presentaron un perfil preciso, es decir con bajo valor de constancia (tipos esporádicos). Los patrones detectados por este análisis permiten explicar los períodos de grupos de muestras expresados gráficamente en el dendrograma.

Como resultado de la clasificación de las muestras se obtuvieron 7 grupos (Figura 5.7). En el dendrograma pueden observarse dos grandes grupos principales de observaciones. El primero, el gran grupo A, está caracterizado por las observaciones en que no se registró a *Helianthus annus*. El gran grupo B, incluye las obsevaciones en que se registró este tipo (Tabla 5.4).

Para la caracterización de los grupos de muestras se empleó los grupos de taxa definidos por el patrón de dispersión y depositación.

Dentro del gran grupo A:

Tamaño de la muestra (n° de granos de polen)

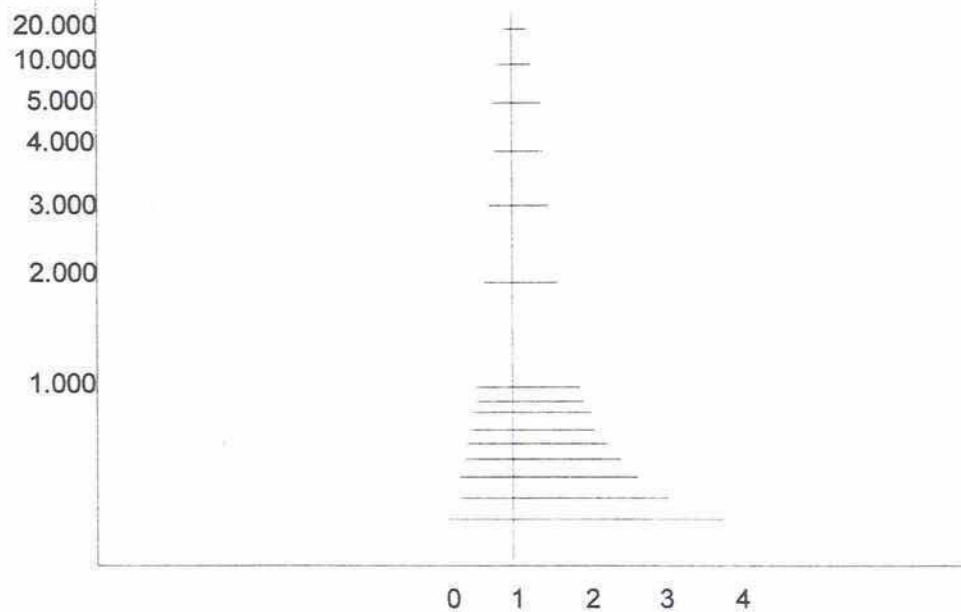


Figura 5.3. Variación del intervalo de confianza con el incremento de tamaño muestra

Figura 5.4. Dendrograma de los taxa polínicos según el análisis de clasificación.

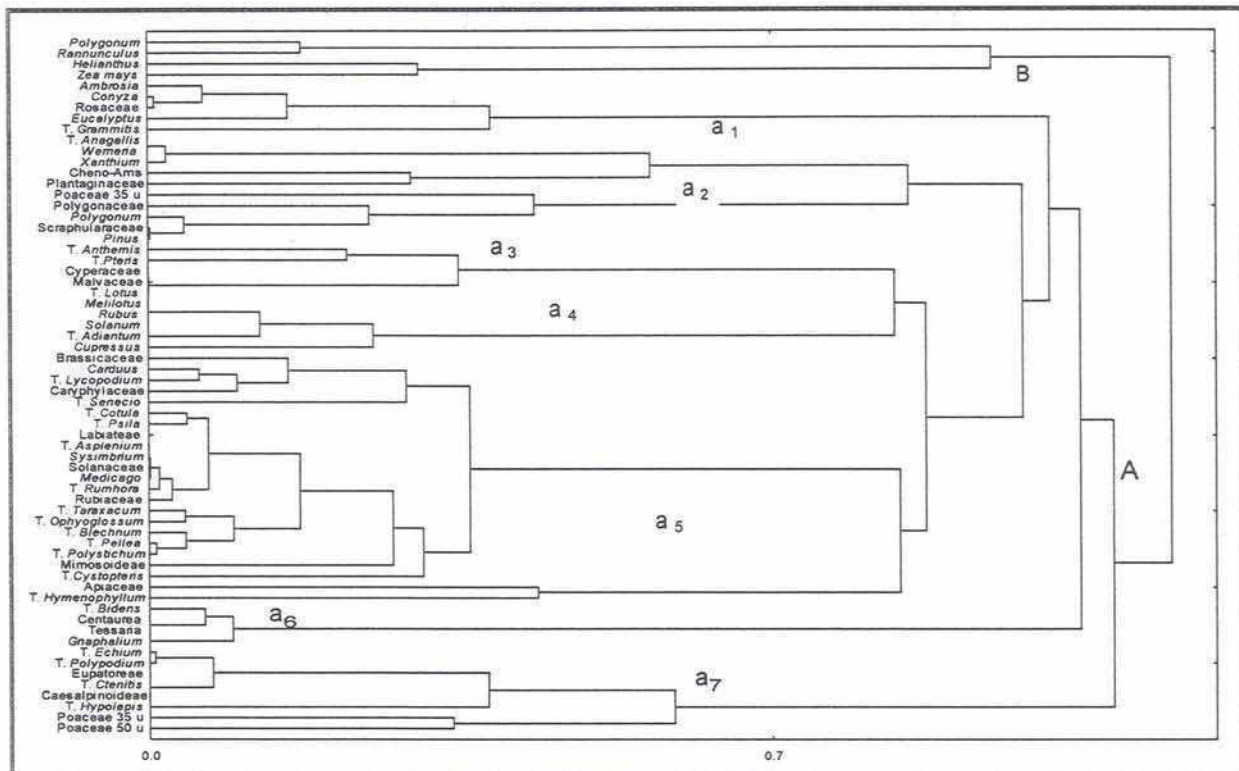


Figura 5.5. Diagrama polínico de las magnoliofita. En el eje horizontal se expresa el tiempo en número de semanas. En el eje de ordenadas se consignan los tipos polínicos más importantes y su frecuencia relativa (%) representada por el ancho de la barra. No se incluyen los tipos escasamente representados o de poco valor diagnóstico. a1-a7 indican los grupos derivados de la clasificación . Las barras horizontales indican la intensidad de la floración.

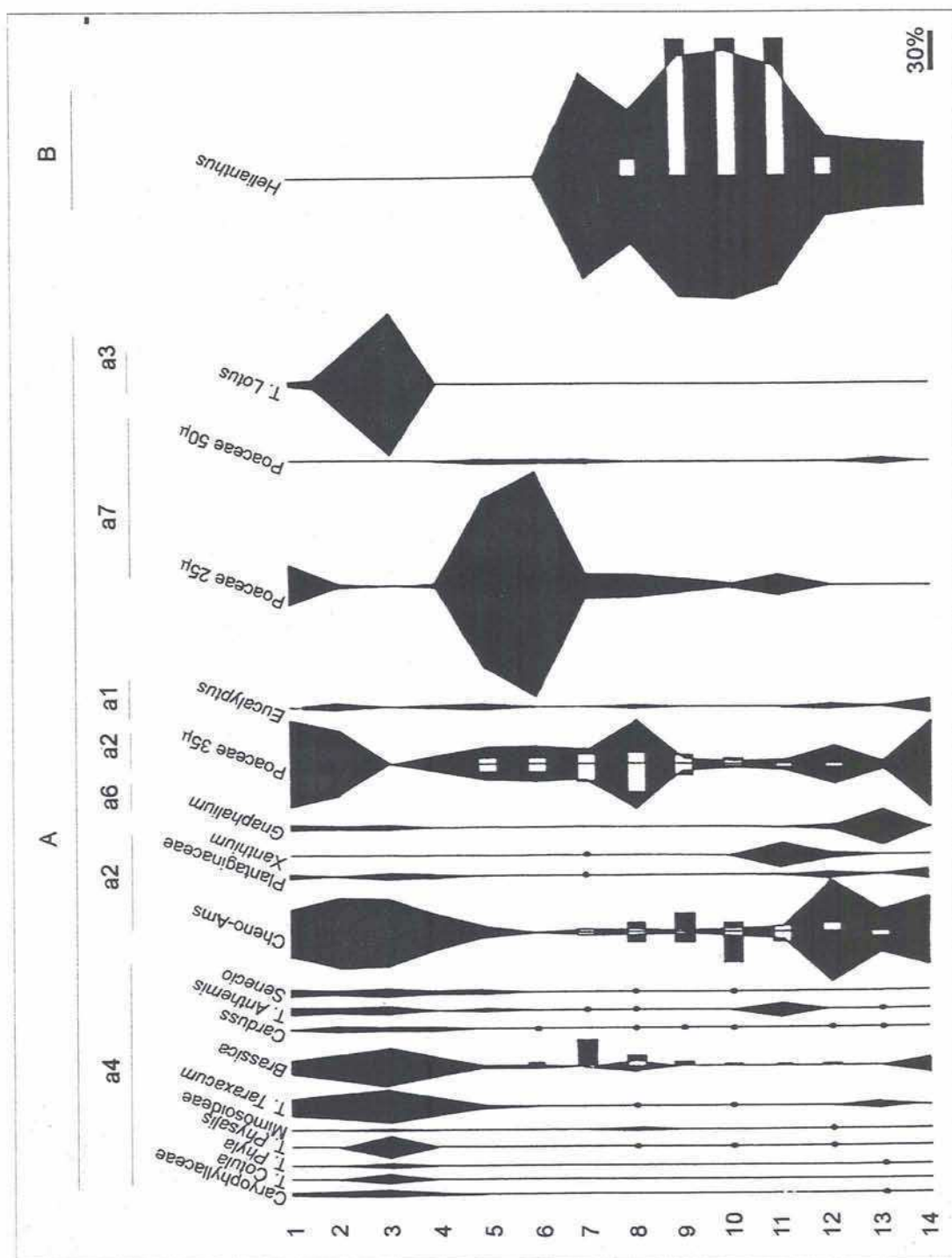
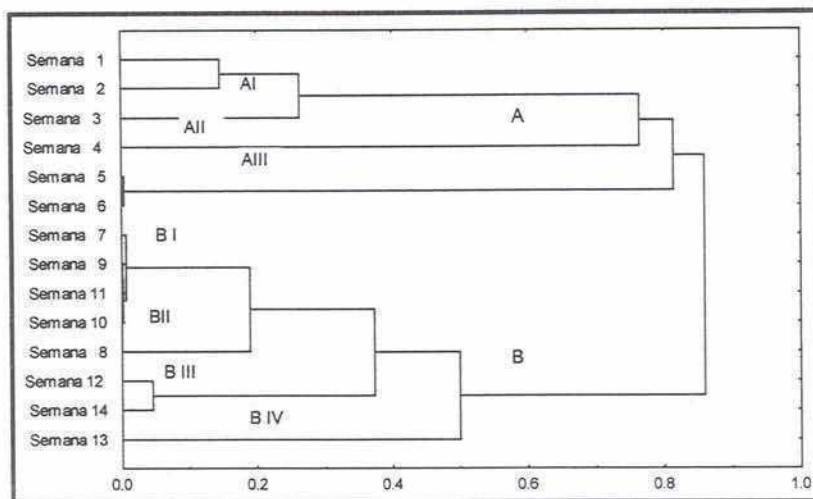


Figura 5.7. Dendrograma de los grupos de muestras polínicas según el análisis de clasificación.



El grupo A I se correspondió con las observaciones realizadas en la primera, segunda y tercera semana del ensayo. Se caracterizó por la presencia de taxa que presentaron un patrón de dispersión y depositación:

✓ preciso y definido al *comienzo* del ensayo, con altos valores de importancia en la segunda y/o tercera observación y bajos en las siguientes fechas: T. *Taraxacum*, Brassicae, T. *Adiantum*. Es de destacar que la mayoría de los helechos registrados presentan este tipo de patrón (Figura 5.6). Estos taxa fueron incluidos en el *Grupo a₄* del análisis de clasificación de las variables.

✓ preciso y definido *durante todo* el período de observación, con valores altos de importancia al principio (siendo los picos máximos en la primera y/o segunda observación) y al final del ensayo: Poaceae 35 μ y Cheno- Ams. Estos taxa fueron incluidos en el *Grupo a₂* del análisis de clasificación de las variables.

El grupo All se correspondió con la cuarta semana de observación. Se caracterizó por la presencia de taxa que presentaron un patrón de dispersión y depositación precisa y definida al *principio* del ensayo con altos valores de importancia en la cuarta observación y bajos en las siguientes fechas: T. *Anthemis*, T. *Lotus*, *Solanum*. Estos taxa fueron incluidos en el *Grupo a₃* del análisis de clasificación de las variables. El grupo Alll se correspondió con la cuarta semana de observación. Se caracterizó por la presencia de taxa que presentaron un patrón de dispersión y depositación preciso y continuo *durante todo* el período con valores altos de importancia en la 5 y 6 semana: por ejemplo: Poaceae 25 μ m, o con perfiles definidos en el primer período pero con valores máximos en la misma observación: por ejemplo: T. *Polypodium*. Los tipos esporádicos se registran en la quinta observación. Estos taxa fueron incluidos en el *Grupo a₇* del análisis de clasificación de las variables.

Dentro del gran grupo B:

El grupo BI se correspondió con las semanas 7-8-9-10 y 11 de muestro. Se caracterizó por la presencia de *Helianthus annuus* que presentó un patrón de dispersión y depositación preciso y definido en la segunda mitad del período de observaciones y se continuó hasta el final del mismo. *Zea* presentó un perfil

continuo, aunque con bajos valores de importancia en el segundo período. Estos taxa fueron incluidos en el *Grupo b₁* del análisis de clasificación de las variables.

Los grupos BII y BIII siguientes estuvieron definidos por *Helianthus annuus* pero los tipos codominantes variaron.

El grupo BII se correspondió con las semanas 12 y 14 de observación. Se caracterizó por la presencia de *taxa* que presentaron

✓ preciso y definido al *final* del período: *T. Ambrosia* , *T. Conyza* (Grupo *a₁*) y *Centaurea*. Estos taxa fueron incluidos en el *Grupo a₆* del análisis de clasificación de las variables.

El grupo BIII se correspondió con la semana 13 de observación. Se caracterizó por la presencia de *taxa* que presentaron un patrón de dispersión y depositación:

✓ preciso y definido al *comienzo* y al *final* del ensayo, con valores máximos en este último período: *Gnaphalium*. Estos taxa fueron incluidos en el *Grupo a₆* del análisis de clasificación de las variables.

En la figura 5.8 se graficó la evolución de la diversidad tipológica y la de sus componentes a lo largo del período de observación. Los resultados de aplicar el índice de Shannon-Weiner permitieron dividir el diagrama en tres períodos que se diferenciaron en la tendencia de los valores (Tabla 5.4).

En el primer período la diversidad alcanzó valores máximos (semanas primera a cuarta) En el segundo período los valores de diversidad fueron mínimos caracterizándose por las oscilaciones frecuentes y de gran amplitud (4 a 11 semanas). Finalmente en el tercer período la diversidad tendió nuevamente a ser máxima (semanas 12-14). Las diferencias en las diversidades resultaron estadísticamente significativas ($p= 0.05$)

La equitatividad mostró la misma tendencia que la diversidad mientras que la riqueza permitió observar mayores oscilaciones.

En el primer período el incremento de la diversidad está acompañada por el incremento de la riqueza, mientras que la disminución de la diversidad en la cuarta semana se relaciona con la disminución de la equitatividad. Los altos valores de la equitatividad en las semanas 1 a 3 (AI) reflejan la codominancia de Chen-Ams y Poaceae 35 μm , en tanto que en la semana cuarta T. *Lotus* es casi dominante absoluta junto con Chen-Ams. Por otro lado, en este período se registran la mayoría de los helechos. Las variaciones se condicen con las apariciones y desapariciones de tipos polínicos de escasa importancia salvo T. *Lotus*, lo que sugiere cambios ambientales poco significativos dentro de este período.

En segundo período junto con la disminución de la diversidad tipológica se observa una disminución en la equitatividad, y fuertes variaciones en la riqueza. Este comportamiento es coherente en primer lugar con la dominancia casi absoluta de las Poaceae de 25 μm en las semanas 5-6 (grupo A III) y de *Helianthus annuus* semanas 7-8-9-10-11 (Grupo BI) y en segundo lugar, con la aparición y desaparición de tipos polínicos de escasa importancia relativa. Ambos hechos sugieren cambios ambientales importantes en este período. En el tercer período la diversidad tipológica y la equitatividad tienden a aumentar, mientras que la riqueza presenta fluctuaciones. En este período existe una codominancia de *Helianthus annuus* con Chen-Ams y Poaceae 35 μm (Grupo V) y de *Helianthus annuus* con *Centaurea* (grupo VI).

5.4. DISCUSION

5.4.1. TAMAÑO DE LA MUESTRA

La confección del espectro polínico implica la producción de una lista taxonómica o tipológica y la estimación de la distribución de frecuencias de los taxa depositados en un determinado sitio durante un período conocido de tiempo, por lo cual es necesario establecer un tamaño muestral adecuado, relacionado con el esfuerzo de muestreo y la información ganada.

Las variables analizadas (número de tipos polínicos y diversidad) mostraron una dependencia respecto al tamaño muestral. La medida de diversidad (Shannon – Weaver) fue más sensible al tamaño de la muestra que la riqueza (Magurran, 1991). Así en la Figura 5.2 se observó que la curva de diversidad vs. el volumen de muestra llegó a la asíntota a un volumen menor que la curva de la riqueza vs. el tamaño de volumen.

De acuerdo a las variables analizadas el tamaño muestral se fijó en 60 μ l. Ahora bien, la suma polínica (Tabla 5.3) alcanzada para este volumen varió entre los distintos muestreadores en las distintas fechas, esto significa que el contenido polínico de cada residuo fue variable y hubiese sido engorroso efectuar los recuentos polínicos siguiendo el criterio convencional de una suma polínica fija. En nuestro caso, cuando el tamaño muestral fue fijado en 40 μ l, las variables dependientes de la riqueza fueron subestimadas así como la diversidad. En cambio, cuando se consideran volúmenes mayores a 60 μ l, si bien el número de tipos polínicos continúa aumentando el sesgo en ambos casos se debe a la incorporación o ausencia de los tipos raros (frecuencia relativa < 1%).

Con un volumen de 60 μ l fue posible identificar los tipos dominantes y subdominantes, los cuales representaron el 70% -80% de los granos de una muestra (Tabla 5.1). Además, los coeficientes de similitud entre submuestras fueron confiablemente estimados y la similitud fue mayor.

El cálculo de los intervalos de confianza según la fórmula propuesta por Mosimann (1965) para distintas sumas polínicas reflejó que la precisión del dato es mayor en la medida que la suma polínica es mayor. Ahora bien, de acuerdo a los objetivos del trabajo es necesario fijar la relación óptima entre el esfuerzo y la información ganada. Así, cuando por ejemplo el objetivo es el análisis de la relación entre el polen aéreo dispersado y depositado y la vegetación de origen se encontró que la riqueza polínica del sitio no era realmente estimada con recuentos polínicos grandes (Dadon y Madanes, 1996). Cuando se consideraron recuentos mayores a 3900 granos se detectó sólo el 61 % de los tipos presentes en la vegetación. De lo anterior, resulta claro que grandes recuentos deben ser realizados solo cuando el objetivo del trabajo es realizar el inventario total. Un tamaño muestral mínimo permite una estimación confiable de la riqueza y de la diversidad tipológica y, la reconstrucción de los tipos polínicos más importantes del sitio y la afinidad entre ellos (Hill, 1996; Madanes y Dadón, 1998). La

generalización de estos resultados en toda clase de análisis palinológico es una tentación fuerte pero, como lo señalan Faegri e Iversen (1992) "no existe una única suma polínica correcta, debido a que diferentes problemas presumen distintas sumas aun dentro de una misma región". En otras palabras, no hay un tamaño estándar, universal en los trabajos palinológicos (Madanes y Dadón, 1998) y en consecuencia el esfuerzo de muestreo dependerá de los objetivos del estudio y de las características del sitio.

5.4.2. DIAGRAMA POLINICO

El diagrama polínico del ambiente *Helianthus annuus/malezas* fue dividido en períodos constituidos por grupos de muestras cuyos espectros fueron relativamente homogéneos en el tiempo. Los límites temporales entre los períodos fueron el resultado de las asociaciones de los tipos polínicos con patrones o tipos de estación de dispersión y depositación similar. Es de destacar que el límite entre los grandes grupos fue abrupto, en tanto que los límites entre grupos finales fueron más discretos. En la división de los grandes grupos, se empleó un indicador *Helianthus annuus* y entre grupos, estuvo dado por la totalidad o un conjunto de elementos de la vegetación. La importancia del empleo de un conjunto de indicadores cuando se efectúan las zonificaciones en los registros fósiles ha sido señalada por Faegri e Iversen (1975). Es de destacar, que los tipos con un patrón de dispersión y depositación continuo y con bajo valor de importancia tales como *Eucalyptus*, *T. Grammitis*, *Apiaceae*, *T. Hymenophyllum* no fueron relevantes para la división temporal del registro (grupos a₁ y a₅).

Los cambios cuali y cuantitativos manifiestos en el diagrama polínico actual sugiriendo cambios ambientales en el período considerado. Si bien el diagrama polínico no es un diagrama de vegetación existe entre ellos una estrecha relación que hace posible trasladar el polen en términos de vegetación.

Los resultados de aplicar el índice de Shannon-Weaver permitieron diferenciar también distintos períodos en el diagrama establecidos en base a los valores de diversidad tipológica (Figura 5.8). Estos límites fueron continuos y se relacionaron con estados de los espectros polínicos (Birks y Birks, 1980, D'Antoni y Madanes, 1983, 1986; Webb, 1987; Madanes y Dadon 1998; Madanes y de Micheli, 1998). Así, por ejemplo, los grupos A III y BI del análisis de clasificación

presentaron valores de diversidad similar mientras los tipos dominantes fueron diferentes, en el primero dominó Poaceae 25 μ m y en el segundo *Helianthus annuus*. Los períodos establecidos a partir de las variaciones de la diversidad se relacionaron con los grupos finales generados por el análisis de clasificación. Por otra parte, los cambios en la diversidad se relacionaron con los cambios de equitatividad entre períodos, en tanto que la riqueza influyó en los cambios de diversidad dentro de estos.

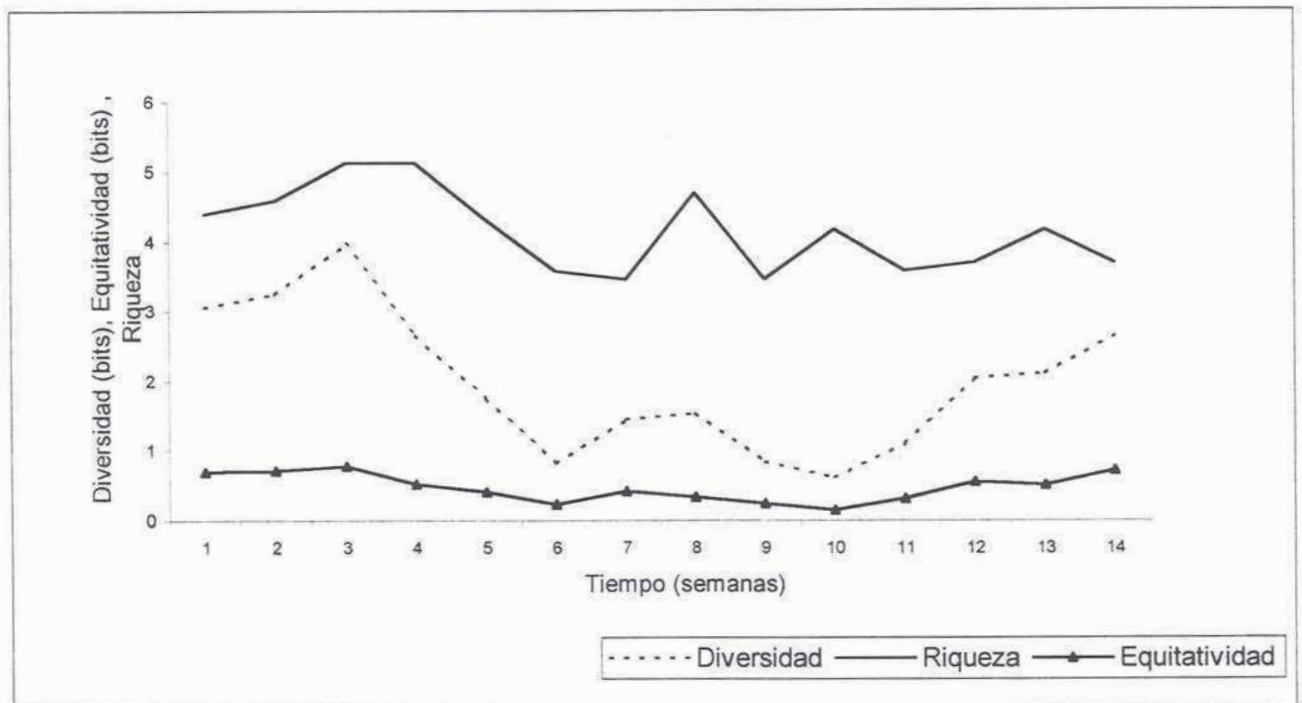
Así, como el espectro es un reflejo indirecto de la vegetación de origen, la diversidad tipológica no es un indicador de la diversidad de la misma. Sin embargo, las variaciones de diversidad tipológica darán pautas para comprender la dinámica del ambiente. El análisis global del diagrama polínico actual evidenció cambios en los atributos cualitativos, cuantitativos y sintéticos sugieren cambios ambientales en el período considerado que reflejan la dinámica de la vegetación (Odum, 1969; Whittaker, 1967; Miles, 1987). La dinámica de las comunidades puede presentar múltiples trayectorias, es decir distintos patrones temporales como lo muestran los registros polínicos (Prentice, 1992) tales como convergencia, divergencia o ciclos. Esto se debe a que distintos factores pueden afectar la sucesión. La trayectoria particular va depender de la colonización inicial del sitio y de los resultados de las interacciones entre especies, de las modificaciones ambientales que dichas especies promuevan y del régimen de disturbio. En base a estos conceptos los cambios en el polen aéreo del ambiente *Helianthus annuus*/malezas reflejaron un disturbio pautado en el tiempo, un evento que causó un cambio significativo del patrón de dispersión y depositación del polen de forma tal que sus efectos fueron evaluados en el diagrama polínico. El disturbio afectó los mecanismos comprometidos en la dispersión (fuentes) y depositación (filtro) del polen aéreo del

ambiente y se vinculan con el desarrollo de la comunidad vegetal del ambiente *Helianthus annuus*/malezas.

5.5. CONCLUSIONES

1. El diagrama polínico del ambiente *Helianthus annuus* /malezas reflejó el carácter cíclico del registro. Esto se evidenció a través de los cambios cuali y cuantitativos de los tipos polínicos así como de la diversidad riqueza y equitatividad.

Figura 5.8. Distribución de los valores de diversidad, equitatividad y riqueza a lo largo del período estudiado.



2. Los cambios ocurridos en el registro polínico pueden ser asociados a variaciones en el ambiente provocadas por un disturbio que afectaría los mecanismos comprometidos en la dispersión y depositación polínica del sitio.

CAPITULO 6

RELACIONES DEL SISTEMA POLINICO Y LA VEGETACION

En el presente capítulo se analiza la relación entre el sistema polínico y la vegetación. En primer lugar se estudia la relación entre los distintos ambientes (relictual, parquizado, agroproductivo y *Helianthus annuus*/malezas) con el conjunto polínico, considerado en su totalidad. En mayor detalle, se incorpora la variable temporal es decir se analiza la relación del diagrama polínico y la dinámica del ambiente *Helianthus annuus*/ malezas. Sobre la base de los resultados se propone un modelo conceptual e interpretativo que relacione el polen aéreo dispersado y depositado en el *Helianthus annuus*/malezas y con las fuentes locales.

6.1. INTRODUCCION

La composición de la lluvia polínica depende de la composición de la vegetación que lo produce, y es el reflejo tanto de la vegetación local, como de la regional en ese espacio y tiempo (Birks y Gordon, 1985). Estos conceptos se asocian a la escala de vegetación que puede recuperarse en el espectro de polen actual de un sitio (Tauber, 1965; Janssen, 1966, 1967; Jacobson y Bradshaw, 1981). Por lo general en los estudios de dispersión se emplean las categorías de Janssen (1966) para definir el polen local, extralocal y regional, que se basa en los criterios de la distancia de la fuente al sitio de muestreo y en las variaciones de su concentración en el aire. Los términos local, extralocal y regional son relativos, debido al número de factores que afectan la eficiencia de la dispersión y a la producción polínica que varía con cada especie. Dada la escala de análisis de este trabajo se emplean las siguientes categorías: polen del sitio, polen local y polen regional, basándose únicamente en la distancia de la fuente y el sitio de depositación. La caracterización del origen de las fuentes polínicas constituye un paso esencial en la interpretación del espectro polínico (Faegri e Iversen, 1975; D'Antoni, 1979; Andersen, 1970; Birks, 1973; O'Sullivan, 1973; Hicks, 1985). El diagrama polínico expresa parcialmente la dinámica de la vegetación existiendo entre ellos relaciones que hacen posible la traducción del primero en términos del segundo. Dicha traducción ha sido un tema central en Palinología. Así, el análisis de los atributos de un espectro polínico permite hacer inferencias sobre los atributos de la vegetación en un determinado lugar y momento de la historia siempre que se tengan en cuenta los factores que distorsionan esta

relación (Faegri e Iversen, 1975, 1989; Birks y Birks, 1980; Moore et al. 1991). El ajuste de las distorsiones permite establecer modelos conceptuales de la relación entre polen y vegetación que pueden ser empleados para interpretar los registros fósiles en relación con los actuales.

Entre los factores que afectan el espectro polínico, puede mencionarse en primer lugar a los aspectos referidos a los factores genéticos, fisiológicos, climáticos y ecológicos que controlan la floración y producción de polen de las distintas especies. En los vegetales existen distintas formas de polinización relacionadas con la estrategia de vida y que influyen en el número de granos de polen emitidos. Así, las plantas de polinización anemófila son mucho mejor productoras de polen que las de polinización zoófila, las que en general están subrepresentadas en el registro polínico. Los tipos cleistógamos tampoco aparecen en el registro.

El otro factor a tener en cuenta es la dispersión del polen. Sólo una fracción del polen llega a cumplir su función reproductora mientras que el resto permanece en el aire sometido a fuerzas muchas veces opuestas como la gravedad y la acción de los vientos. El grado de dispersión depende de distintos factores ambientales interrelacionados tales como: cantidad del viento, turbulencia, altura y densidad de la vegetación de la unidad emisora de polen. También se ve afectada por la presencia de distintos *filtros* naturales que constituyen una fuente de depósito.

El espectro polínico de un sitio puede estar formado por el polen proveniente de un mosaico de comunidades. A su vez, las especies dominantes de algunas de estas comunidades pueden producir tipos polínicos que por sus características morfológicas podrán ser identificados en un nivel de jerarquía taxonómica de género o familia, por lo cual puede perderse información de la comunidad en el espectro, pero puede ocurrir que otra especie no dominante pueda identificarse en el nivel de especie (Moore et al. , 1991). Estas comunidades presentaran distinto grado de complejidad de acuerdo a su ordenamiento espacial, de forma tal que la contribución de la lluvia polínica en el punto de muestreo puede variar (Odsfield, 1970; Jakson y Wong, 1994). Estudios a distintas escalas ayudan a comprender la variabilidad espacial en relación con los distintos patrones de vegetación.

En base a estos conceptos se plantearon los siguientes objetivos

1. - Analizar y comparar los atributos estructurales del conjunto polínico³ en relación a la vegetación en dos escalas:

a.- de paisaje considerando a los ambientes en su conjunto

b.- considerando a cada ambiente (relictual, parquizado, agroproductivo y *Helianthus annuus*/malezas) de forma particular.

2. - Analizar y comparar el diagrama polínico del sitio (ambiente *Helianthus annuus* / malezas) con la dinámica de la vegetación del mismo.

3. - Identificar los principales factores ambientales que afectan la organización del sistema polínico.

6.2. MATERIALES Y METODOS

6.2.1 RELACIÓN DEL CONJUNTO POLÍNICO DEL SITIO CON LA VEGETACIÓN DE LOS DISTINTOS AMBIENTES Y CON LA DEL PAISAJE

Para analizar la relación del conjunto polínico y de las comunidades vegetales de los diferentes ambientes, así como del paisaje se emplearon los siguientes atributos: la riqueza, composición cualitativa, el espectro de formas de vida y las características dispersivas de las especies (anemofilia, zoofilia).

Para determinar las asociaciones entre el conjunto polínico y las comunidades vegetales de los distintos ambientes se establecieron los criterios que a continuación se detallan. Estos fueron pautados con el fin de reducir las variables.

Para los ambientes se estableció que:

1. - El ambiente relictual integrado por distintas comunidades vegetales fue considerado un único ambiente. De esta forma se consideró la lista florística total y los valores de abundancia-cobertura de las especies fueron promediados.

2. – En el ambiente *Helianthus annuus* / malezas se consideró la riqueza, los valores de abundancia-cobertura de cada especie y las fases fenológicas de la octava semana de observación de la comunidad vegetal del mismo (Capítulo 4). En esta

³ Se denomina conjunto polínico : al total de los tipos polínicos registrados en los 14 espectros polínicos .

fecha todas las especies de malezas y el cultivo se encontraron en la fase de floración.

Para las especies y grupos taxonómicos se estableció que:

Las especies vegetales identificadas en el paisaje fueron analogadas al nivel de jerarquía taxonómica de los tipos polínicos identificados. Debido a que estos se correspondieron con diferentes categorías taxonómicas, a veces especie o género (Capítulo 5). Por este motivo, para el cálculo de los valores de abundancia-cobertura de los taxa se sumó los valores individuales de las especies que contribuyen a dicho taxa. Los taxa presentes en el conjunto y en la vegetación del sitio (ambiente *Helianthus annuus*/ malezas) presentaron las siguientes características:

Cheno-Ams: en este tipo se incluyó a las especies de las familias Chenopodiaceae y Amaranthaceae, cuyos granos son morfológicamente idénticos. En el sitio estuvo representada por *Chenopodium album* y *Amaranthus quitensis*. Las distintas poblaciones que contribuyeron a este tipo presentaron valores altos de constancia y abundancia en la vegetación del paisaje (Anexo III, tabla 6.2).

Poaceae 35 μm : en el sitio el taxa incluyó a *Setaria spp.* y *Digitaria sanguinalis*. Estas gramíneas presentaron altos valores de constancia y abundancia en el paisaje (Tabla 6.2). Fueron dominantes en el sitio en la fenofase de floración.

Brassicaceae: en el sitio el taxa incluyó *Brassica campestris*. En el momento de floración este taxa presentó bajo valor de densidad en el sitio, y alta constancia en el paisaje.

2. - Con el objetivo de discriminar las fuentes de emisión de polen fueron considerados aquellos taxa que estuvieron en floración en la época de estudio. Así, por ejemplo los árboles relevados en el ambiente parqueizado que no presentaron dispersión primavera-estival no fueron incluidos en el análisis.

3. - El género *Eucalyptus sp.* registrado en el ambiente relictual y parqueizado fue considerado sólo en el análisis cualitativo dado que no fue cuantificado.

4. - Las esporas de las bryophytas y líquenes presentes en el conjunto polínico no fueron considerados en el análisis.

Finalmente, se confeccionó la lista específica de la vegetación de los distintos ambientes y se asociaron con los tipos polínicos recuperados en el muestreo

aeropalínológico, en base a criterios únicamente cualitativos, ordenándose las interacciones de la siguiente manera:

		Registro Polínico	
		Presencia	NO
Vegetación	Si	X	X
	NO	X	

En base a estas interacciones se identificaron los siguientes grupos:

1. - taxa presentes en el registro polínico y en los censos de la vegetación (APV)
2. - taxa presentes en el registro polínico y no censados en la vegetación (AP)
3. - taxa ausentes en el registro polínico y censados en la vegetación (AV)

Los grupos de taxa obtenidos fueron comparados en cuanto a: riqueza (número de taxa), composición cualitativa, cuantitativa (valores de importancia porcentuales), espectro de formas de vida y las características dispersivas, para lo cual fue necesario, debido a las analogías establecidas caracterizar a cada taxa por el atributo de las poblaciones específicas que contribuyeron al mismo. Así, por ejemplo, cuando el 60% de las poblaciones específicas que contribuyeron al taxa presentaron forma de vida hemicriptófito este fue considerado hemicriptófito. El mismo análisis se realizó para las características dispersivas.

Se calculó la constancia de los taxa presentes en la vegetación. La constancia fue definida como el número de ambientes en los cuales este estuvo presente. (Mueller- Dombois y ElleMBERG, 1974)

Se empleó el índice de similitud cualitativo de Sorensen (1948) para evaluar el porcentaje de similitud entre los taxa presentes y el conjunto polínico.

La relación entre tipos anemófilos comunes a la vegetación-polen (APV), la vegetación (AV) y en el conjunto polínico (AP) fue calculada y expresada en porcentajes. El mismo calculo se realizó para los tipos entomófilos.

Tabla 6.1. Tabla de constancia de los taxa en la unidad de paisaje y presencia en el registro polínico. Referencias: Agroproduc: Agroproductivo, Halm: *Helianthus annuus* / malezas

Taxa	Constancia	Ambientes				Registro polínico
		Relictual	Parquizado	Agroproduc	Halm	
Poaceae 35	4					
Cheno-Ams	3					
Poaceae 25						
Brassicae						
T. Taraxacum						
Apiaceae						
Caryophyllaceae						
T. Echium						
Polygonum						
Fabaceae	2					
Poaceae 50						
Senecio						
Carduus						
Gnaphalium						
Helianthus annuus						
T. Anthemis						
Xanthium						
T. Phyla						
Centaurea						
Conyza						
Oxalis						
T. Blechnum	1					
Zea mays						
T. Lotus						
Ambrosia						
Cotula						
Solanum						
Ranunculus						
Cyperaceae						
Plantaginaceae						
T. Solidago						
Euphorbia						
Anagallis						
Baccharis articulata						
Juncus sp.						
Liliaceae						
Archyrocline satureioides						
Psidium luridum						
Galinzoga parviflora						
Evolvulus sericeus						
Zephyrantes minima						
Triticum durum						
Viola arvensis						
Anacardiaceae						
Bidens						
Caesalpinioideae						
Eupatoreae						
Gomphrena						
Labiatae						
Leuceria						
Malvaceae						
Melilotus						
Mimosoideae						
Mutiseae						
Polygonaceae						
Rubiaceae						
Rubus sp.						
Scrophulariaceae						
Sisymbrium						
Solanaceae						
Tessaria						
Werneria						
T. Adiantum						
T. Asplenium						
T. Ctenitis						
T. Cystopteris						
T. Grammitis						
T. Hymenophyllum						
T. Hypolepis						
T. Lycopodium						
T. Ophoglossum						
T. Pellaea						
T. Polypodium						
T. Polystichum						
T. Pteris						
T. Rumohra						
Cupressus						
Pinus						
Eucalyptus sp.						

Tabla 6.2. Taxa presentes en el registro polínico y en el paisaje. Valores de abundancia en ambos sistemas (promedio, expresados en forma porcentual) y de constancia en la vegetación.

Taxa	Vegetación(%)		Conjunto polínico(%)			
	Constancia	Abundancia	Abundancia			
Poaceae 35	4	Alta	58.36	Alta	13.00	
Poaceae 25	3	Alta	7.39	Alta	15.76	
Cheno-Ams		Media	3.06	Alta	11.96	
T. <i>Taraxacum</i>			2.07	Media	2.21	
Apiaceae			2.27	Baja	0.09	
Caryophyllaceae			1.34	Baja	0.46	
Brassicae		Baja	0.81	Media	3.20	
Polygonum			0.60	Baja	0.01	
T. <i>Echium</i>			0.33	Baja	0.05	
Fabaceae			0.29	Baja	0.04	
<i>Helianthus</i>		2	Alta	37.50	Alta	30.48
<i>Senecio</i>	Media		2.08	Baja	0.60	
<i>Carduus</i>	Baja		0.95	Baja	0.25	
<i>Centaurea</i>			0.93	Media	2.07	
T. <i>Anthemis</i>			0.78	Baja	0.96	
<i>Xanthium</i>			0.78	Baja	0.71	
<i>Conyza</i>			0.53	Baja	0.04	
T. <i>Phyla</i>			0.50	Baja	0.18	
<i>Gnaphalium</i>			0.31	Media	1.09	
Poaceae 50			0.21	Baja	0.34	
<i>Oxalis</i>			0.01	Baja	0.00	
<i>Zea</i>	1		Alta	9.38	Baja	0.06
T. <i>Blechnum</i>			Media	1.83	Baja	0.47
Plantaginaceae		Baja	0.63	Baja	< 0.01	
T. <i>Lotus</i>			0.63	Media	3.79	
T. <i>Solidago</i>			0.63	Baja	0.38	
<i>Ambrosia</i>			0.63	Baja	0.35	
Cyperaceae			0.61	Baja	0.00	
<i>Cotula</i>			0.30	Baja	0.30	
<i>Euphorbia</i>			0.30	Baja	< 0.01	
<i>Anagallis</i>			0.15	Baja	0.02	
<i>Solanum</i>			0.13	Baja	0.43	
<i>Rannunculus</i>			0.01	Baja	0.05	

6.2.2. RELACIÓN DEL DIAGRAMA POLÍNICO Y EL AMBIENTE *HELIANTHUS ANNUS*/MALEZAS (MICROESCALA).

Para la confección del modelo descriptivo del polen dispersado y depositado y la dinámica de la vegetación del ambiente *Helianthus annus*/malezas se computó una matriz de 14 variables por 84 casos que incluyeron los taxa polínicos incluso aquellos con probabilidad menor al 1 %, los datos de densidad de las especies del sitio y los valores de intensidad de las fases fenológicas de floración de las especies. Se incluyó además la altura y el índice de área foliar (IAF) del cultivo, tomados de Saugier (1976). Estas fueron analizadas a través de una técnica de ordenamiento (Componentes Principales)(Kent y Coker, 1992).

Se utilizó el programa STADISTICA versión 5.0. Los datos originales se expresaron como proporción con posterior transformación angular. Se empleó una matriz de correlación.

La diversidad tipológica del diagrama polínico y la diversidad fenológica (calculada como el promedio de las muestras para cada observación) fueron analizados. Se empleó en ambos casos el índice de Shannon-Weiner (Capítulo 4 y 5).

6.3. RESULTADOS:

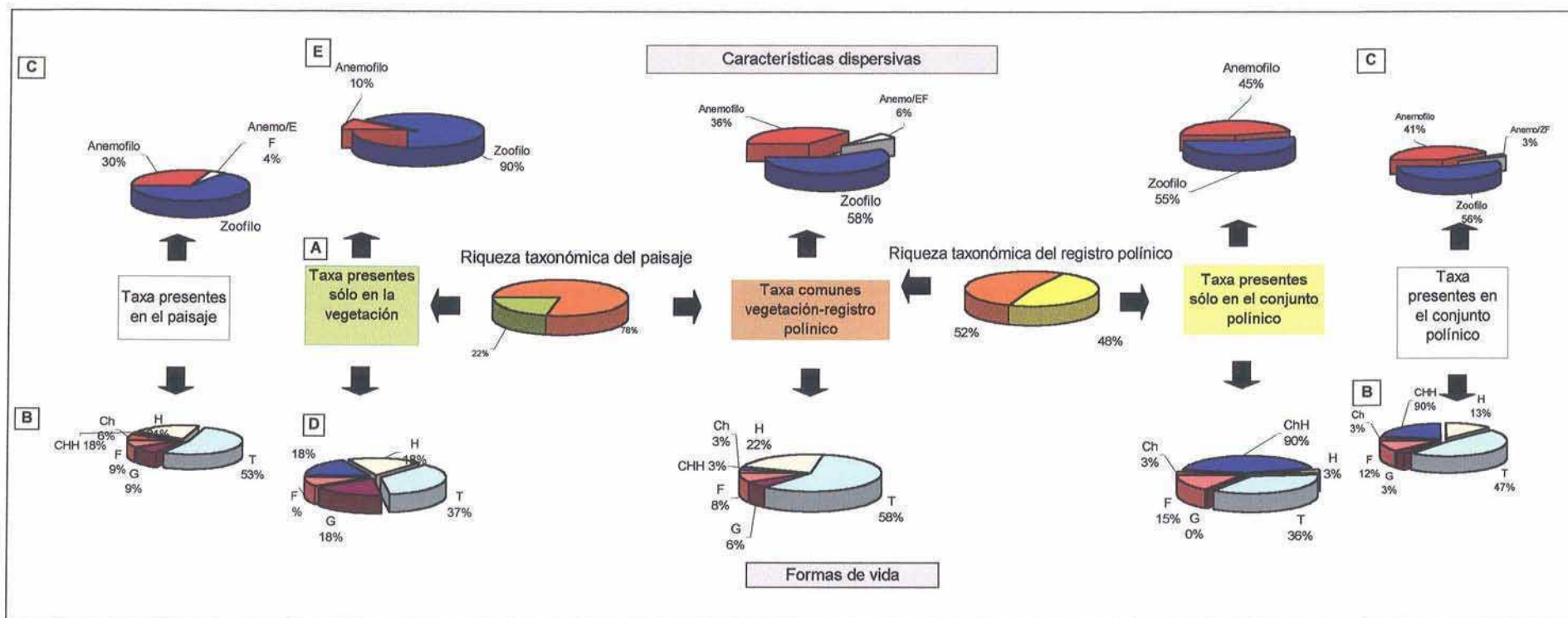
6.3.1. ANÁLISIS DE LOS ATRIBUTOS DEL CONJUNTO POLÍNICO DEL SITIO (AMBIENTE *Helianthus annus*/MALEZAS) EN RELACIÓN CON LA VEGETACIÓN DEL PAISAJE

En la vegetación presente en el paisaje un total de 91 especies fueron relevadas y analogadas a 67 taxa polínicos. De estos 67 taxa presentes en el paisaje, el 68,66 % estuvo en floración en el tiempo analizado (Anexo 3). La tabla 6.1 muestra a modo de síntesis, la presencia de los taxa en los ambientes y/o en el conjunto polínico.

En el conjunto polínico total se identificaron 70 tipos; de éstos el 52,18 % tuvo su probable fuente de emisión en el paisaje (*local*)⁴, en tanto que el resto de los taxa

⁴ En este trabajo se denomina polen local cuando la fuente del polen depositado fue registrado en el paisaje. No se discrimina entre polen local y extralocal. Se considera la distancia pero no las variaciones en la concentración del polen que

Figura 6.1 A. Riqueza taxonómica en el registro polínico y en la unidad de paisaje. Valor porcentual de los taxa presentes en ambos sistemas o bien en uno. B. Formas de vida de los taxa presentes en el paisaje y en el conjunto polínico. C. Características dispersivas de los taxa presentes en el paisaje y el conjunto polínico. D: Formas de vida de los grupos de taxa según el sistema de referencia. E. Características de dispersión de los grupos de taxa según el sistema de pertenencia. (se expresa en porcentaje).



no fue censado en el mismo (*regional*)⁵. Del total de taxa censados en la vegetación el 78,26 % estuvo presente en el registro polínico. (Figura 6.1 A).

En el espectro de formas de vida de la vegetación del paisaje y del conjunto polínico dominaron las terófitas (Figura 6.1 B). Sin embargo, en el conjunto polínico las caméfitas herbáceas aparecieron sobrerrepresentadas al igual que las fanerófitas, estas diferencias se debieron al aporte de taxa de carácter regional (Figura 6.1 D) como se observó en la composición de las formas de los tipos sólo presentes en la vegetación.

La comparación de las características dispersivas del conjunto polínico y de la vegetación del paisaje permitió observar que en ambos sistemas dominaron los tipos zoófilos (> al 50 %) pero en el conjunto polínico el porcentaje de anemófilos fue mayor (Figura 6.1 B). El mayor porcentaje de éstos se debió al aporte de los taxa de carácter regional (Figura 6.1 E). Es de destacar, que de los tipos presentes sólo en la vegetación del paisaje el 90 % fue zoófilo.

Es decir, el conjunto polínico reflejó la composición cualitativa, la riqueza, la fisonomía y las características dispersivas de los taxa presentes en el paisaje. Al mismo tiempo permitió identificar el origen de los taxa polínicos .

Otro hecho que podría vincularse con la capacidad dispersiva de los taxa vegetales es su constancia en el paisaje. En base a este atributo se identificaron grupos de taxa vegetales (Tabla 6.1).

El análisis de la constancia de los taxa presentes en ambos sistemas permitió observar que el 5,57 % de los taxa polínicos tuvo su origen en los cuatro ambientes (constancia 4), el 22, 22 % en tres ambientes (constancia 3), el 33, 33 % en dos de los ambientes (constancia 2), y el 38, 88 % en un ambiente (constancia 1)

En la figura 6. 2 A se graficó el porcentaje de tipos anemófilos, zoófilo y anemófilos/zoófilos para estos grupos. Un solo taxa anemófilo constituyó el grupo con constancia 4. En el resto de los grupos se pudo observar una tendencia en la disminución de los tipos zoófilos a medida que la constancia de los taxa disminuyó en el paisaje, en tanto que el porcentaje de tipos anemófilos no mostró una tendencia

hacen a la diferencia entre estas categorías. De la misma manera se denomina polen del sitio al polen dispersado por el ambiente *Helianthus annuus*/ malezas

⁵ En est trabajo se denomina polen regional al polen depositado en el sitio y cuya fuente de emisión no fue registrada en el paisaje.

definida. En la figura 6. 2 B se graficó el porcentaje de tipos formas de vida. Las hemicriptófitas fue la forma dominante del grupo con constancia 4 (Poaceae 35 μ), en el resto de los grupos dominaron las terófitas cuyo porcentaje fue mayor cuando la constancia fue mayor, esta tendencia no se observó en las hemicriptófitas. Además, el número de formas de vida se incrementó en la medida que la constancia fue menor, debido a que las formas incorporadas tuvieron baja constancia en el paisaje, independientemente del tipo de dispersión que presentasen y del ambiente donde fueron registrados. La lectura conjunta de las formas de vida y las características dispersivas permitió inferir que el alto porcentaje de tipos anemófilos del grupo con constancia 1 se debió a las fanerófitas. Por otra parte, si bien la proporción de formas terófitas fue menor que en los otros grupos, la proporción de éstas con características dispersivas anemófilas fue mayor como también las de hemicriptófitas anemófilas (Anexo 3).

Los taxa presentes sólo en la vegetación del paisaje constituyeron el 21, 74 % del total registrado (tabla 6.1): 88, 86 % de estos presentaron constancia 1 y el 9,09 % constancia 2. Del total, el 36,36 % fueron terófitos, las hemicriptófitas, caméfitas y geófitas presentaron el mismo porcentaje (18,18%) y las fanerófitas constituyeron el 9,09 %. Es de destacar que del total de tipos sólo *Juncus sp.* fue anemófila. La única especie con constancia 2 fue *Portulaca oleraceae* (cleistogama).

6.3.2. ANÁLISIS DE LOS ATRIBUTOS DEL CONJUNTO POLÍNICO DEL SITIO (AMBIENTE *HELIANTHUS ANNUS/ MALEZAS*) EN RELACIÓN CON LA VEGETACIÓN DE LOS DISTINTOS AMBIENTES

A continuación se describen brevemente las comunidades vegetales en función de las analogías taxonómicas establecidas, al mismo tiempo se comparan sus atributos con los del conjunto polínico.

a) *Análisis de los atributos del conjunto polínico del sitio (AMBIENTE Helianthus annus/malezas) en relación con la vegetación del ambiente relictual*

Durante el período de muestreo en el ambiente relictual se identificaron 23 taxa, siendo las Poaceae 35 μ m y , Poaceae 25 μ m dominantes entre las hemicriptófitas, las Apiaceas entre las terófitas y *Baccharis* y *Senecio* entre las caméfitas. El taxón *Blechnum*, caméfita herbácea, es característico de este ambiente

(Tabla 6.1). La presencia del género *Eucalyptus* sp. , fanerófita, y de las caméfitas sugiere una fisonomía pluriestratificada.

El valor del índice de similitud entre la vegetación y el registro polínico fue de 35.71 %, es decir el 21.73 % estuvo presente en ambos sistemas. De éstos sólo *T. Blechnum* y *Cyperaceas* presentaron constancia 1 y fueron anemófilos, siendo especies características de este ambiente. El 73.21 % presentó características dispersivas zóofilas mientras que el resto fue anemófilo. Los taxa vegetales no registrados en el conjunto polínico (8) presentaron constancia baja en el paisaje y características de polinización zoófilas (Anexo 3).

b) *Análisis de los atributos del conjunto polínico del sitio (ambiente Helianthus annuus/malezas) en relación con la vegetación del ambiente parqueizado*

En el ambiente parqueizado se identificaron 28 taxa, presentando las *Poaceae* 35 µm (hemicriptófitas) una dominancia casi absoluta. Entre las terófitas los taxa importantes fueron: *Cheno-Ams*, *Xanthium spinosum* y *Caryophyllaceae*. La alta dominancia de las hemicriptófitas y del género *Eucalyptus* sp. , fanerófita , sugiere la fisonomía de parque.

El valor del índice de similitud para ambos sistemas (vegetación-polen) fue de 36.23 %, si bien todos los taxa censados fueron registrados en el conjunto polínico. Los taxa vegetales presentaron las siguientes características dispersivas: el 57,14 % de los taxa fue zoófilo, el 35.74 % anemófilo y el resto zoófilo/anemófilo facultativo. Los taxa con constancia 1 (Tabla 6.1) fueron: *Lotus*, *Ranunculus*, *Ambrosia*, *Plantaginaceae* y *Solanum*. Los dos primeros taxa presentaron características dispersas entomófilas, *Ranunculus* fue anemófila /zoófila en tanto que las dos últimas fueron anemófilas. De los taxa con constancia 2 sólo las *Poaceae* 50 µm presentaron características dispersivas anemófilas y *Eucalyptus* fue anemófila/zoófilas en tanto que el resto fue zoófilo. De los tipos con constancia 3 sólo las *Poaceae* 25 µm y *Polygonum* fueron anemófilos.

Figura 6.2. Proporción de los taxa presentes en el registro polínico y valor de constancia en el paisaje en función de a) : las características dispersivas y b) de formas de vida de los taxa presentes en el registro polínico y en la vegetación

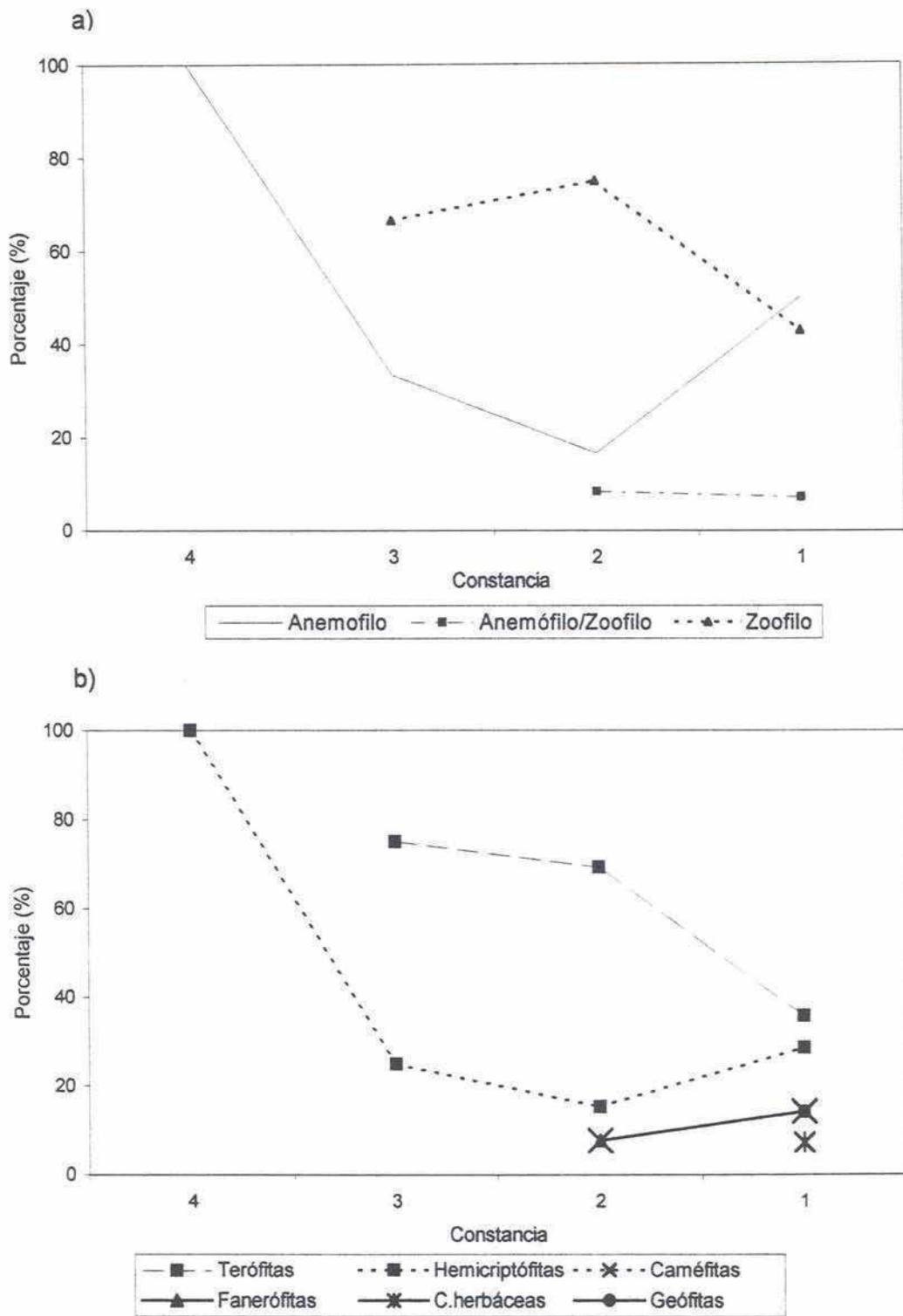
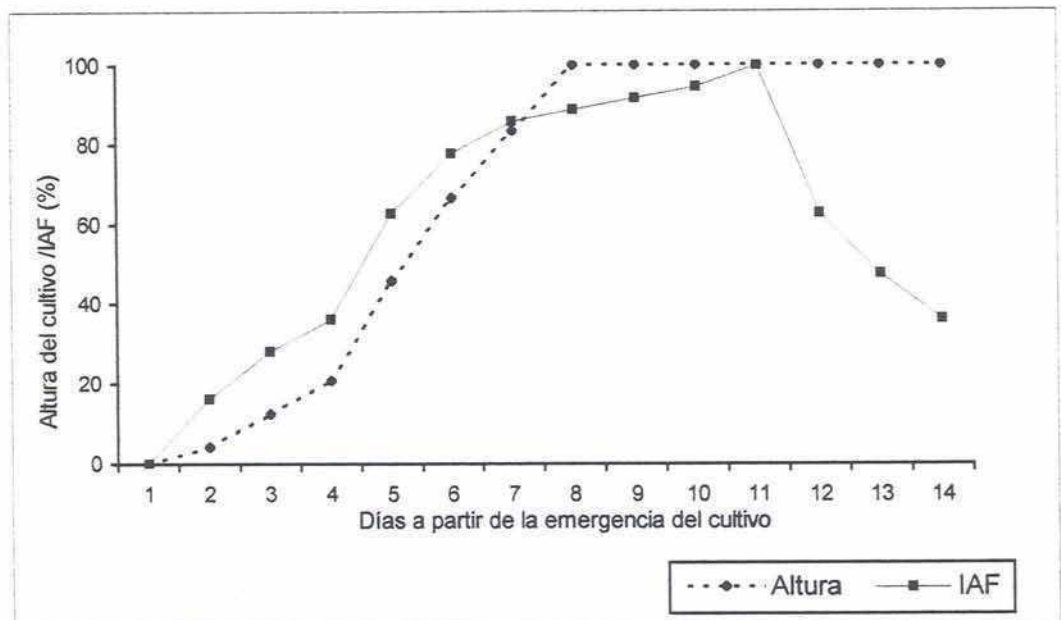


Figura 6.3. Evolución del índice de área foliar (IAF) y de la altura a partir de la emergencia del cultivo (porcentajes relativos)



c) *Análisis de los atributos del conjunto polínico del sitio (ambiente Helianthus annuus/ malezas) en relación con la vegetación del ambiente agroproductivo*

En el ambiente agroproductivo se identificaron 22 taxa y durante el período de muestreo se cultivaron *Triticum durum*, *Helianthus annuus* y *Zea mays* (todos terófitos). Entre la vegetación no cultivada, el taxón dominante entre las hemipterófitas fue las Poaceae 35 μ m y entre terófitos fueron importantes los taxa: Chen-Ams, Apiaceae y *Carduus acanthoides*.

El valor del índice de similitud entre la vegetación y el registro polínico fue de 44.9 %, es decir el 28.98 % estuvo presente en ambos sistemas. De éstos el 68.18 % fue zoófilo y el resto anemófilo. Los taxa con constancia 1 fueron: *Zea*, *Euphorbia*, *Cotula*, *Anagallis*. El primero presentó características dispersivas anemófilas y los tres restantes zoófilas. Los tipos con constancia 3 pueden subdividirse en dos grupos: los que se encontraron en el relicto y parquizado descritos en el punto anterior, y los presentes en el ambiente parquizado y *Helianthus annuus*/malezas (Brassicaceae, *Polygonum* y Chen-Ams). Los taxa Violaceae y *Triticum durum* no fueron registradas en el polen.

d) *Análisis de los atributos del conjunto polínico en relación con la vegetación del sitio (ambiente Helianthus annuus/ malezas)*

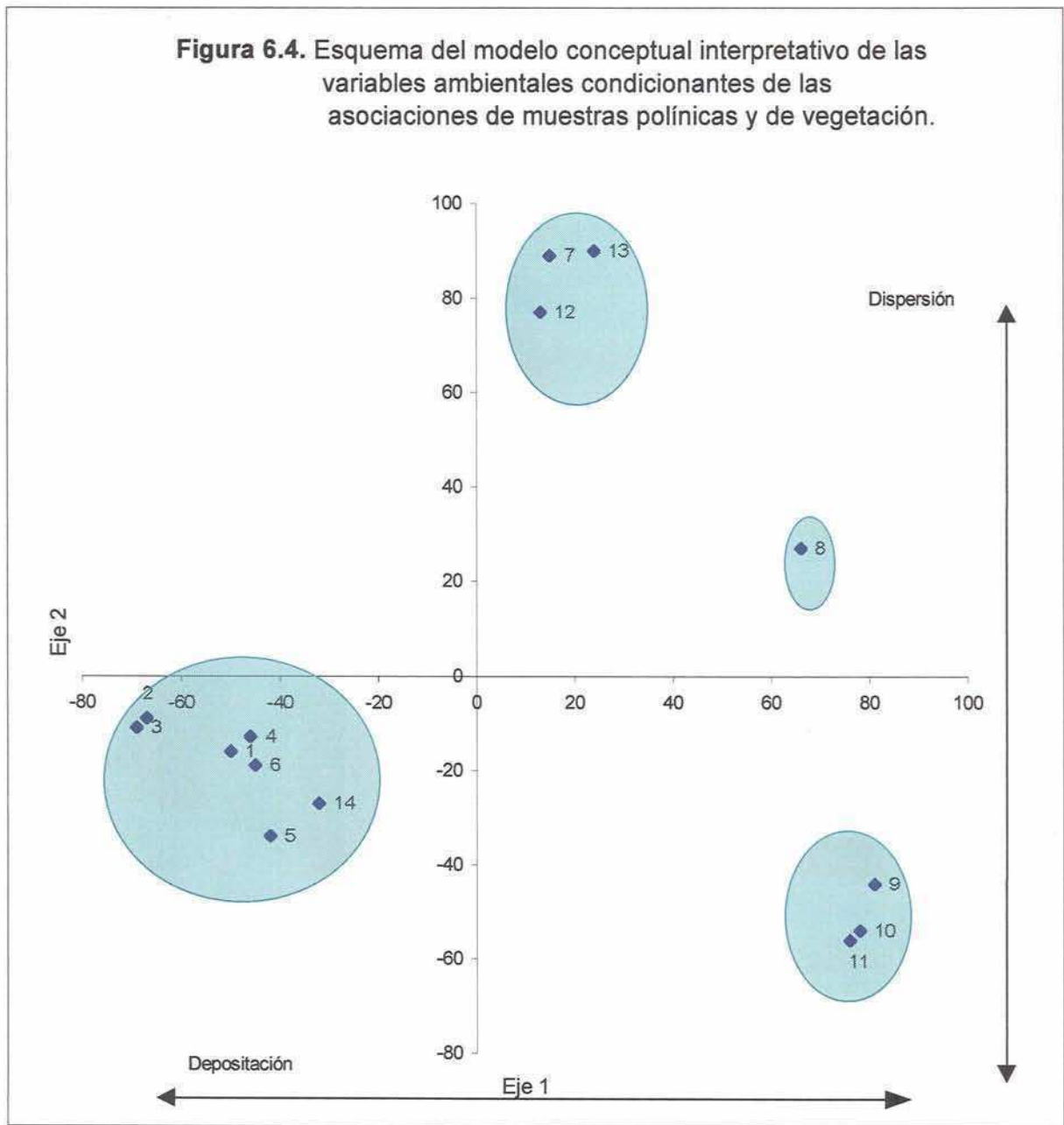
En el ambiente *Helianthus annuus*/ malezas se identificaron 6 taxa durante el período de muestreo y se cultivó *Helianthus annuus* (terófito). Entre las malezas, el taxón dominante entre las hemipterófitas fue las Poaceae 35 μ m, y entre terófitas fueron importantes los taxa: Chen-Ams y *Portulaca oleraceae*. Esta no fue incluida por ser cleistogama.

El valor del índice de similitud entre la vegetación y el registro polínico fue de 13.51 %, es decir el 7.24 % estuvo presente en ambos sistemas, si bien todos los taxa

fueron registrados en el conjunto polínico. Las Poaceae 35 μ m presentaron constancia 4. Los tipos con constancia 3 fueron las Chen-Ams, Brassicaceae y *Polygonum*. *Helianthus annuus* presentó constancia 2. El 40 % fue anemófilo y el resto zoófilo.

e) *Comentarios*

Figura 6.4. Esquema del modelo conceptual interpretativo de las variables ambientales condicionantes de las asociaciones de muestras polínicas y de vegetación.



Desde el punto de vista cualitativo los ambientes estuvieron bien representados en el registro polínico, si bien el índice de similitud fue bajo. Estos en el registro fueron identificados por aquellos taxa que en la vegetación presentaron constancia 1. Los taxa presentes en los distintos ambientes fueron esencialmente zoófilos, atributo reflejado en el conjunto polínico debido a su constancia de los taxa vegetales en el paisaje.

La relación entre constancia y valor de abundancia-cobertura de los taxa en el paisaje y su abundancia en el conjunto polínico permitió observar que estos atributos estarían relacionados. En la tabla 6.2 se puede observar una tendencia en esta relación: así por ejemplo, a mayor constancia y mayor valor abundancia la capacidad dispersiva de los taxa fue mayor. Es decir, los valores de frecuencia relativa porcentuales en el conjunto polínico fueron mayores. En el caso de menor constancia y menor valor de frecuencia se observa una tendencia a menor capacidad dispersiva. Para los taxa con valores de constancia 2, la relación no es clara.

6.3.3. RELACIÓN ENTRE EL DIAGRAMA POLÍNICO Y LA VEGETACIÓN DEL AMBIENTE

Helianthus annuus/ malezas

En la figura 5.6 se presenta el diagrama polínico, resultado del análisis de clasificación de los taxa realizado en el capítulo 5. Se graficaron sólo los taxa que se consideraron más representativos de los grupos. También se graficó la intensidad y duración de la fase fenológica de floración de los taxa controlados en el ambiente *Helianthus annuus*/malezas. La depositación de los taxa cuya fenología fue analizada se produjo a lo largo de las 14 semanas (muestras), en tanto que la dispersión y depositación del sitio se inició en la 5^a semana y se extendió hasta la semana 14.

Durante el período de floración en el ambiente *Helianthus annuus*/ malezas se identificaron 8 especies que fueron asociadas a 5 taxa en el nivel de jerarquía polínica identificada. De estos, *Portulaca oleraceae* no fue registrada en el diagrama en cambio *Polygonum convolvulus* fue registrada cuando no estuvo en flor.

Los primeros taxa en florecer en el ambiente (capítulos 5) fueron Poaceae de 35µm (*Setaria* spp. y *Digitaria sanguinalis*) y Brassicaceae (densidad relativa 74.0 y 5.3 % respectivamente). Las Chenopodiaceae entraron en la fase de floración en el 6^{ta} semana (densidad relativa = 5.1 %) y finalmente floreció *Helianthus annuus* en la 8^{va} semana (Figura 5.5).

El índice de área foliar (IAF) y la altura de *Helianthus annuus* fueron graficados en la figura 6.3. Ambos atributos alcanzaron los valores máximos cuando el cultivo alcanzó las fenofases reproductivas (prefloración –floración), cuando este comenzó a madurar -fructificar, el área foliar disminuyó.

En la figura 6.4 se muestra el modelo conceptual interpretativo de las variables ambientales condicionantes de las asociaciones de muestras polínicas y de la vegetación. En la figura se graficó los dos primeros ejes del análisis de componentes principales (PCA) y la distribución de las muestras. Estos dos ejes en conjunto explican el 51.36 % de la varianza. Ambos ejes resultaron discriminantes, ya que revelaron una dispersión no homogénea de las variables.

El primer eje del PCA reflejó el ordenamiento de las muestras a lo largo del desarrollo estructural del cultivo. En el extremo izquierdo se dispusieron las muestras que se correspondieron con el periodo de menor altura e índice de área foliar del cultivo (IAF) y en el extremo derecho se distribuyeron las muestras que se correspondieron con aquellas que se desarrollaron en el período de mayor índice de área foliar y altura del mismo.

El segundo eje del PCA reflejó el ordenamiento de las muestras de acuerdo al desarrollo fenológico del sistema cultivo/malezas. Las muestras que se distribuyeron en el extremo inferior se desarrollaron en el período de menor diversidad de fenofases (ya sea vegetativas o de floración). En tanto, que las que ocuparon el extremo superior se correspondieron el período de mayor diversidad de fenofases (mayor número de ejes en distinto estado fenológico).

Así, en el extremo inferior izquierdo se dispusieron las muestras cuyo aporte polínico fue fundamentalmente local, regional y del sitio en menor proporción. Se correspondieron con las muestras de menor índice de área foliar, debido a que los taxa se encontraron fundamentalmente en estado vegetativo (muestras 1, 2, 3, 5 y 6) o senescente (muestra 14). En posición media sobre el eje se distinguieron los grupos en que la composición del registro fue fundamentalmente del sitio debido al aporte Cheno-Ams y Brassicacea, y en menor proporción local y regional.

En la porción inferior derecha se ubicaron las muestras 9, 10 y 11. El polen depositado tuvo un origen esencialmente del sitio. Se correspondió con la fenofase de floración del cultivo y con el de las Cheno-Ams en baja intensidad. Además en estas observaciones el cultivo alcanzó el máximo de índice de área foliar.

En la porción derecha y superior del gráfico se ubicó la muestra 8, en la cual todas las malezas alcanzaron la mayor intensidad de floración y el cultivo estuvo en floración. El valor del índice de área foliar fue alto.

6.4. DISCUSION.

Una primera aproximación para relacionar la vegetación con el diagrama polínico, fue el análisis global de los sistemas analizados.

Así, cuando se efectuó la comparación del listado taxonómico en ambos sistemas se observó que no todos los taxa registrados en la vegetación fueron registrados en el conjunto polínico y viceversa. Es de destacar, sin embargo, que la riqueza taxonómica del paisaje tuvo una buena representación en el registro polínico.

El espectro de formas de vida del paisaje mostró un fuerte predominio terófitas y hemicriptófitas. La alta proporción de las primeras se vincula a que los suelos disturbados tienen proporcionalmente más especies terófitas debido a la habilidad de éstas para colonizar espacios abiertos y a su capacidad para capturar recursos más eficientemente. En cambio, los ambientes con menor frecuencia e intensidad de disturburbio presentan una mayor proporción de geófitas, caméfitas, fanerófitas y hemicriptófitas, las que poseen además un mayor número de estructuras reproductoras (McIntyre et al. , 1995). En los distintos ambientes identificados en la Estación Experimental estas formas se pudieron observar en los ambientes parquizados y relictual (sometidos a disturbios menos frecuentes e intensos).

El espectro de formas de vida del conjunto (registro) polínico reflejó el espectro del paisaje, aunque las caméfitas herbáceas estuvieron sobrerrepresentadas, debido al aporte de los taxa de carácter regional. Del total de tipos registrados sólo en el conjunto polínico (33), el 42.42 % de éstos fueron pteridófitas caracterizados por su dispersión anemófila. Estos tuvieron carácter regional y algunos tipos son frecuentes en las sierras (capítulo 3). El resto de los tipos tuvieron características dispersivas zoófilas. Los tipos como Malvaceae, *Melilotus*, Scrophulariaceae, Solanaceae, Rubiaceae son malezas comunes en los agroecosistemas de Balcarce (Requesens et al., 1989; Alonso, 1984).

Un atributo importante de las fuentes emisoras de polen, es el tipo de dispersión

de las poblaciones específicas que contribuyen al taxa. Los resultados permitieron observar que la vegetación del paisaje fue esencialmente zoófila. Pero en éste el porcentaje de tipos anemófilos fue mayor, debido al aporte de los tipos regionales.

Estos resultados coinciden con lo señalado por D'Antoni (1979) en cuanto a que la composición del polen regional responde principalmente a la vegetación anemófila y que algunas especies entomófilas también pueden aportar su polen.

Distintos autores Wright (1967), Janssen (1966), Prentice (1988, 1992) han señalado la importancia del grado de correspondencia entre la escala espacial de la vegetación (en cuanto a unidad emisora) y su representación en el conjunto polínico. Así, el análisis en escala de paisaje permitiría explicar el posible origen de los tipos polínicos clasificándolos en dos grandes categorías: aquellos tipos cuya fuente fue local, registrados en la vegetación y aquellos de carácter regional, es decir que no fueron censados en el mismo.

En la escala espacial analizada, los resultados obtenidos permitieron evaluar la representación del paisaje en el conjunto polínico en función de atributos tales como la riqueza taxonómica, composición cualitativa, formas de vida, y características dispersivas. Al mismo tiempo permitió obtener información sobre determinados atributos de los taxa que contribuyeron a su eficiencia dispersiva tales como: tipo de dispersión, formas de vida.

Para poder comprender qué factores afectaron los mecanismos involucrados en la dispersión y depositación polínica en el ambiente *Helianthus annuus/malezas*, los atributos de la vegetación del paisaje deben analizarse en forma más detallada (Bradshaw y Webb, 1985; Prentice, 1992; Jackson, 1994; Jackson y Dunwiddie, 1992; Jackson y Wong, 1994).

La comparación cualitativa de los censos de vegetación de los distintos ambientes y el conjunto polínico reveló una distorsión entre el polen presente en la lluvia polínica y la fuente de vegetación. En todos los casos se encontró que la riqueza de la comunidad vegetal fue subestimada por el registro polínico. Si bien los ambientes estuvieron bien representados, la baja similitud entre ambos sistemas resultado de la aplicación del índice de Sorensen, se debió a la presencia de polen local (proveniente de otros ambientes) y regional (Figura 6.1) y en los casos de los ambientes relictual y agroproductivo a la ausencia de taxa en el registro polínico pero presentes en la vegetación de la comunidad. Los resultados obtenidos de la aplicación de este índice

mostraron que el ambiente parquizado y al agroproductivo estuvieron mejor representados que los ambientes relictual y *Helianthus annuus* / malezas. La lectura de los ambientes de forma individual en el conjunto polínico estuvo distorsionada por el aporte de tipos de origen local (taxa provenientes de otros ambientes) y regional.

Las variables analizadas permitirían explicar la representación en el conjunto polínico de los taxa con constancia alta y baja en la unidad de paisaje, pero no la de los tipos de constancia intermedia.

La lectura conjunta de las formas de vida y las características dispersivas de los taxa vegetales agrupados en función de su constancia en el paisaje, permitió inferir que el alto porcentaje de tipos anemófilos del grupo con constancia 1 se debió a las fanerófitas. Por otra parte, si bien la proporción de formas terófitas fue menor en este grupo que en los otros, la proporción de éstas con características dispersivas anemófilas fue mayor.

De los taxa censados en la vegetación del paisaje y no presentes en el registro polínico el 70 % fue identificado en el ambiente relictual y el resto en los ambientes agroproductivo y *Helianthus annuus* / malezas. Entre estos, *Portulaca oleraceae* presente en estos ambientes (constancia 2) es una especie cleistógama a bajas intensidades lumínicas (Miyaniishi y Cavers, 1980), por lo cual no tuvo presencia en el registro. Por otra parte, *Triticum durum*, cultivo abundante en el agroecosistema, no fue registrado en el conjunto polínico debido a su baja eficiencia dispersiva, ya que el polen de las plantas cultivadas es polínicamente "silencioso" debido a los mecanismos polinizantes y dispersivos que los caracterizan (Bush y Colinveaux, 1988; D'Antoni y Madanes, 1983; Faegri e Iversen, 1989,1992).

Como se ha señalado, el ambiente que presentó un porcentaje mayor de taxa no representados en el registro polínico fue el relictual. Este hecho podría adjudicarse a la baja capacidad dispersiva de los taxa resultante de su baja constancia en el paisaje y al hecho de que el 90 % de estos fue zoófilo. En cambio, *T. Blechnum* y las Cyperaceas censadas en este ambiente estuvieron presentes en el conjunto polínico, hecho que sin desconocer otras variables se podrían adjudicar a sus características dispersivas anemófilas.

La Estación Experimental Regional-INTA estuvo constituida por un conjunto de ambientes distribuidos espacialmente de forma anisótropa (Eastman, 1993), que pueden influir entre otros factores en la distancia y posición topográfica de las fuentes emisoras de polen al punto de muestreo aeropalínológico. Por otra parte, las

diferencias en el grado de representación de los ambientes podrían ser una consecuencia no sólo de sus diferencias internas, en cuanto a los factores que influyen en la capacidad dispersiva de los taxa, sino que ésta estará influenciada por la homogeneidad del paisaje (constancia de los taxa en el paisaje).

El ambiente *Helianthus annuus* /malezas fue poco diverso con dominancia del cultivo y menor valor de abundancia de las malezas acompañantes. *Helianthus annuus* estuvo bien representado en el registro. Por otra parte, el ambiente agroproductivo fue también poco diverso, pero rico taxonómicamente con abundancia de cultivos que tuvieron una capacidad dispersiva baja. De esta forma, la representación en el conjunto polínico fue más sesgada para el último ambiente dado que algunos taxa importantes en su caracterización no estuvieron presentes en el registro. Algunos cultivos ampliamente predominantes en el ambiente agroproductivo estuvieron pobremente representados en el polen (*Zea mays*) o directamente no se registraron como *Triticum durum*, la situación opuesta la presentó *Helianthus annuus*. 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 (Faegri e Iversen, 1991; Behre, 1981,1986) que sí estuvieron bien representadas. Iversen (1941) señaló que los distintos sistemas antrópicos se reflejan en espectros polínicos que les son propios. De hecho, el análisis palinológico de malezas asociadas ha sido utilizado para detectar y estudiar los patrones de la agricultura primitiva (Behre, 1981,1986).

En contraposición, los ambientes parquizados y relictuales, considerados en conjunto, presentaron mayor riqueza taxonómica que los ambientes anteriores y con una mayor diversidad. Como se ha indicado en estos dos ambientes dominaron las Poaceae, diferenciándose por los taxa acompañantes. Las Poaceae 35 μ m, hemicriptófitas, con constancia 4, si bien fueron dominantes en ambos sistemas y fueron importantes para la caracterización de las comunidades, estas resultaron subrepresentadas. Hall (1994) señaló que en los pastizales y en los parques las gramíneas anemófilas son importantes para la caracterización de estas comunidades; sin embargo, estas resultan subrepresentadas.

Por el contrario, las fanerófitas en floración (*Eucalyptus*) presentes en los ambientes parquizado y relictual presentaron una capacidad dispersiva alta, mientras que la presencia en registro de los taxa *Cupressus* y *Pinus* fue atribuida a mecanismos de reflotación. Cabe señalar, que la identificación de muchos taxa

autóctonos del ambiente relictual (véase Capítulo 3) resultó difícil de efectuar dado que muchas de estas como consecuencia de las analogías establecidas perdieron su propiedad de caracterizarlo, con excepción de *T. Blechnum*, Cyperáceas y *T. Baccharis*. Además, al nivel de jerarquía taxonómico identificado en el polen, muchas de las mismas constituyeron las malezas de los cultivos y del ambiente parquizado, debido a las propias características ecológicas de éstas que le confieren habilidad para colonizar distintos ambientes.

En las relaciones analizadas no se consideró la dinámica del sistema polínico ni de la vegetación, ya que estas relaciones fueron establecidas para describir y explicar las probables fuentes de vegetación.

La dimensión temporal involucra aspectos relacionados con la propia dinámica de las comunidades vegetales, y con el concepto de disturbio. El registro polínico, reflejo de las comunidades de origen reflejará la dinámica de las mismas y de las especies en el tiempo.

La lectura del diagrama polínico, calendario, permitió observar que el ambiente *Helianthus annuus/malezas* (sitio) resultó expuesto a la depositación de una mezcla de polen cuyo origen fue variado, ya que la dispersión y depositación del sitio se inició en la semana 5^a y se extendió hasta la 14^a semana. Las malezas presentes en el ambiente y en el registro estuvieron bien representadas en este a lo largo de todo el período. La excepción la constituyó *Polygonum convolvulus* especie autoincompatible (Muligan, 1970), que no fue detectada en el registro cuando estuvo en floración (8 a hasta la 11 a semana). Además de que, muchas de sus flores permanecen cerradas pero producen semillas viables (Hume et al ., 1983), es de habito trepador y su periodo de floración coincidió con el mayor período de área foliar del cultivo, aunque, apareció en el registro en fechas anteriores (aporte local).

Los taxa vegetales registrados en el ambiente *Helianthus annuus* son conspicuos en el área y contribuyen a su polen las distintas poblaciones que se desarrollan de forma asincrónica en la misma, superponiéndose en consecuencia los períodos de floración. De esta manera, el polen de estos taxa se deposita antes y después de que la especie florezca en el sitio. La mayor depositación de estos taxa ocurrió cuando estos no dispersan. Al mismo tiempo, la mayor proporción de taxa regionales se registró al inicio y al final del ensayo.

La distribución espacial de las muestras obtenidas por los resultados del análisis multivariado de ordenamiento, permitió postular que la dinámica del sistema

cultivo/malezas se relacionaría con los mecanismos involucrados en la dispersión y depositación del sitio. Es decir, por un lado, la estructura y dinámica del cultivo, evaluados en función de la evolución de la altura y el índice de área foliar permitirían explicar principalmente la depositación del polen proveniente del sitio así como de las otras unidades ambientales (local) y regional (Figura 6.4). Por otro lado, la diversidad fenológica (diversidad de fenofases) vinculado a la duración e intensidad de las fuentes polinizantes de las malezas del sitio parecería explicar la dispersión en el sitio.

A modo de síntesis podría decirse que el primer eje en la Figura 6.4 parecería vincularse con el efecto de filtro ejercido en la depositación del polen aéreo, mientras que el segundo eje estaría vinculado a la intensidad y duración de las fenofases de floración de la comunidad del sitio.

Si bien es cierto que no pudo observarse un gradiente en cuanto a la distribución de las muestras a lo largo de los ejes, dichas discontinuidades parecerían relacionarse con el segundo eje en cuanto a la intensidad y duración de las fenofases de floración del cultivo y de las Poaceae 35 μm . Así, por ejemplo en la muestra 7, si bien todas las malezas estuvieron en floración, el cultivo no lo estuvo, pero sí está en floración en las muestras 8,9,10 y 11. Pero en estas muestras la única maleza en floración es Cheno-Ams, en la semana 12 y 13 nuevamente las Poaceae y las Cheno-Ams alcanzan altos valores de intensidad en cuanto a la floración.

Como se ha señalado (Capítulo 5) los resultados de aplicar el índice de Shannon-Weaver permitieron diferenciar distintos períodos en el diagrama establecidos en base a los valores de la diversidad tipológica (Figura 5.8). En el primer período la diversidad alcanzó valores máximos (semanas primera a cuarta). En el segundo fueron mínimos caracterizándose por las oscilaciones frecuentes y de gran amplitud (4 a 11 semanas). Finalmente, en el tercero la diversidad tendió nuevamente a ser máxima (semanas 12-14). Los límites entre períodos fueron continuos y aludieron a estados de los espectros polínicos. Las divisiones temporales analizadas sugirieron cambios ambientales en el período considerado. Cuando estos resultados fueron relacionados con el índice de área foliar y la altura del cultivo (Figura 6.3) se observó que en la medida que el sistema polínico fue impactado por un nuevo elemento (el cultivo) se produjo una desestructuración, un cambio en el mismo que fue reflejado en los bajos valores de información (H').

Este índice alcanzó nuevamente sus valores iniciales cuando el sistema se reestructuró estableciéndose nuevamente la homeostasis del sistema. Mientras tanto ambos sistemas evolucionaron como un todo.

Milthorpe y Moorby (1984) plantearon que el sistema cultivo/malezas puede ser concebido como una microsucesión que transcurre entre los momentos de siembra y cosecha del cultivo. Por otra parte, a medida que el cultivo evolucionó (Figura 6.3) la velocidad del viento y en consecuencia su capacidad de transporte también disminuyeron. Las plantas de girasol y las malezas actuaron como filtro (Tauber 1965, 1974) evitando la depositación.

Estos resultados permitirían explicar en parte, la composición en cuanto al origen de los taxa en el diagrama en función de los períodos establecidos. En el primer período el aporte fue fundamentalmente local y regional, en el segundo del sitio y local y en el tercero principalmente local y regional y en menor proporción del sitio.

De esta forma, los bajos valores de diversidad que se registraron en el segundo período podrían ser consideradas como expresiones reales para este sitio. Los valores de información volvieron a aumentar cuando el girasol senesció, perdiendo eficiencia como filtro, y el sistema alcanzó nuevamente dimensiones locales (Figura 6.5)

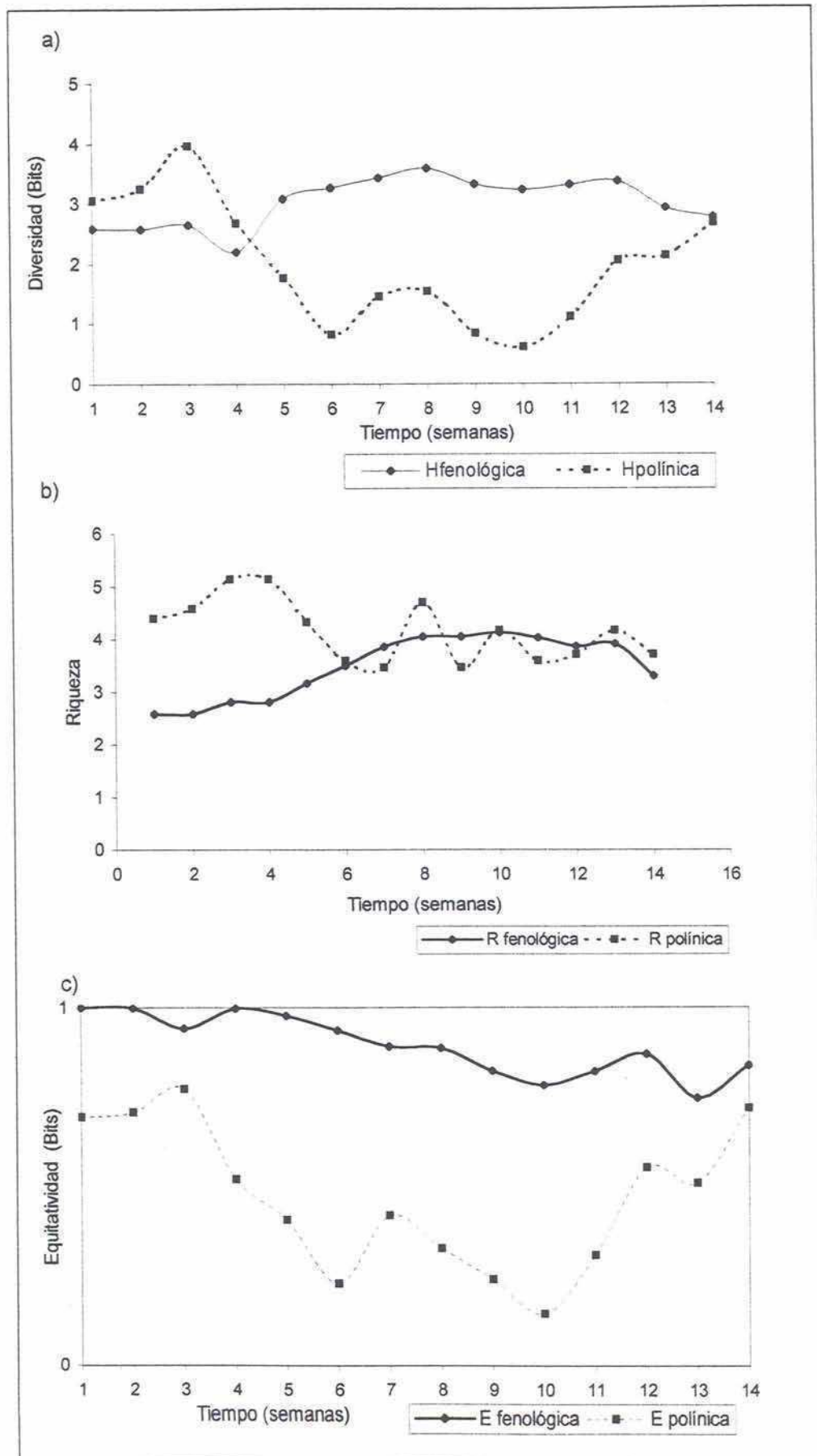
Cuando se analizó la evolución de la diversidad fenológica de la comunidad de malezas con la diversidad polínica, se observó que esta *mostró* una relación no lineal con la diversidad fenológica. Sin embargo, permitió obtener información sobre los procesos diacrónicos de la vegetación del sitio dado que el mayor cambio en la diversidad (disminución de la diversidad tipológica) se produjo en el momento de mayor diversidad fenológica (mayor diversidad de ejes en las fenofases vegetativas, pre-floración, floración, frutificación de la comunidad vegetal). Por el contrario al inicio y al final del ensayo los valores de diversidad tipológica fueron máximos y tendieron a ser mínimos los de diversidad fenológica.

La relación entre el polen actual y la vegetación del ambiente *Helianthus annuus* / malezas fue realizada sobre atributos que involucran los aspectos dinámicos de la comunidad, asumiendo que esta relación es mucho más compleja y que involucra otras variables. Este análisis constituye una primera aproximación al problema, sin embargo se esperaría modificación debido a la incorporación de nuevas variables. Los resultados de este trabajo muestran que el polen aéreo puede ser utilizado para caracterizar la vegetación de un área en una escala de análisis dada, aunque el grado de resolución es limitado y estas limitaciones hacen pensar en el cuidado que se debe tener en las interpretaciones del registro fósil.

6.5. - CONCLUSIONES:

1. El análisis del conjunto polínico permitió identificar distintas categorías de la vegetación en términos de diferentes atributos de esta (riqueza taxonómica, formas de vida, características dispersivas, constancia).
2. Si bien los atributos del sistema polínico analizado permitieron sacar conclusiones de las características del paisaje resultaron pobres predictores a la hora de discernir los diferentes ambientes debido a:
 - Las limitaciones taxonómicas del método
 - A las diferencias debidas a la capacidad dispersiva de las poblaciones de los ambientes y la homogeneidad del paisaje (constancia de los taxa, dominacia de Poaceae)
3. La lectura del diagrama polínico permitió inferir variaciones en el ambiente *Helianthus annuus*/malezas atribuibles en parte a cambios ambientales. Estas variaciones pueden atribuirse en parte a la dinámica de la vegetación pero también pueden estar involucrados otros factores tales como atributos propios del sistema, la característica adaptativa de las poblaciones que invaden o se extinguen y la escala temporal y espacial analizada.

Figura 6.5: Desarrollo fenológico y polínico a lo largo del ensayo expresado en función de a) diversidad (H); b) riqueza (R) y c) equitatividad (E).



CONSIDERACIONES FINALES

El presente estudio ha tenido como objetivo general generar información de base sobre la relación de las etapas de la dispersión y depositación polínica en una parcela de *Helianthus annuus* con el desarrollo estructural y funcional del mismo y de las malezas acompañantes y con las condiciones climáticas.

Las características ecológicas de los agroecosistemas, que se caracterizan por desarrollar su ciclo de vida en un corto periodo de tiempo solidario con el ciclo del cultivo, facilitaron el control experimental de las variables relacionadas con la dispersión y depositación a microescala y permitieron obtener un conjunto de parámetros para modelar la relación polen-vegetación del sitio.

Un primer aspecto del trabajo consistió en analizar el origen del polen para lo cual el diagrama polínico fue analizado globalmente, es decir, no se consideró la sucesión de espectros, ni los aspectos vinculados con la dinámica del sistema *Helianthus annuus*/ malezas. Este análisis permitió elucidar el origen del polen depositado estableciéndose tres categorías: sitio, local y regional. La comparación de las características de la vegetación de los distintos ambientes y del paisaje con las del espectro polínico global reveló una distorsión en cuanto a la información que puede recuperarse. Este resultó ser pobre predictor a la hora de discernir los diferentes ambientes debido a la dominancia de las distintas poblaciones específicas de gramíneas que, como consecuencia de las analogías taxonómicas establecidas, pierden su propiedad de caracterizarlo. En el caso particular del ambiente relictual la identificación de especies autóctonas se vio limitada, con excepción de *T. Blechnum*, *Cyperaceas* y *T. Baccharis*, debido a que el polen de muchas de éstas fue analogado con el de malezas de los cultivos y del ambiente parquizado perdiendo así su capacidad de caracterizar al ambiente.

El análisis del diagrama polínico permitió establecer distintos períodos constituidos por grupos de muestras cuyos espectros fueron relativamente homogéneos. Los límites temporales se establecieron teniendo en cuenta las asociaciones de los tipos polínicos semejantes en cuanto a los patrones o tipos de estación de dispersión y depositación. Las variaciones en la estructura del diagrama polínico indican cambios ambientales en el tiempo considerado. Los cambios estructurales en los diagramas polínicos fósiles y actuales son observados en distintas escalas y relacionados con cambios del ambiente naturales o antrópicos

(disturbios) (Davis, 1986, 1987; Webb, 1987; Jacobson y Bradshaw, 1981; Delcourt y Delcourt; 1987; 1991; Delcourt et al., 1983; Prentice, 1986; Ritchie, 1986).

Un segundo aspecto de este trabajo consistió en traducir las distintas etapas de la dispersión y depositación polínica y su relación con la estructura y dinámica de la vegetación en el ambiente *Helianthus annuus*/malezas y el clima. Los resultados mostraron una estrecha relación entre ambos, vinculada a la dispersión (fenofase de floración) y con la depositación en el sitio (efecto de filtro).

La sucesión de espectros polínicos (el diagrama) reflejó el carácter cíclico del sistema cultivo/malezas del sitio. Sin embargo, la continuidad del registro, aun cuando en el sitio no hubiese especies en floración, reflejó el carácter microsucesional del mismo, debido al aporte polínico de la vegetación local y regional relacionado con el tipo de disturbio que regula su ciclo de vida. Por ejemplo, el agroecosistema estuvo constituido por parcelas (cultivos) asincrónicas condicionados por la época de siembra. De esta forma se puede hipotetizar que durante una estación regionalmente favorable se producen muchos procesos microsucesionales que dependen del ciclo de actividades agrícolas.

Por otro lado, la dispersión polínica de una unidad de paisaje se ve afectada por distintos filtros naturales que se interponen en su camino que constituyen una fuente de depositación. De manera que el estudio de una superficie alimentado por una vegetación mixta, proporciona una imagen distorsionada de la comunidad de donde proviene. El estudio de la distorsión es lo que permite ajustar las interpretaciones de los registros fósiles en relación con los actuales (D' Antoni y Solomon, 1983).

El diagrama polínico del ambiente *Helianthus annuus*/ malezas dada la escala de análisis, puede ser considerado como análogo de un espectro polínico fósil. De esta forma, puede pensarse al espectro polínico obtenido de una muestra sedimentaria como construido por muchos ciclos, ya sea anuales o estacionales.

Cabe señalar que en los diagramas polínicos actuales y fósiles en escala regional de la Pcia. de Buenos Aires, la mayoría de las especies de malezas se incluyen en cuatro taxones polínicos: Poaceae, Astereae, Chenopodiaceae y Brassiceae (Prieto, 1996; Madanes y de Micheli, 1999), familias que incluyen especies autóctonas. Esto lleva a plantear que en los diagramas fósiles cuando el objetivo es discriminar actividad humana el esfuerzo debería ponerse en discriminar los tipos más

allá del nivel de familia para reconocer las especies de malezas que indican las modificaciones del ambiente debido al uso de la tierra.

Por otro lado, un aspecto interesante a tener en cuenta que no debe ser descuidado en la traducción polínica en términos de vegetación, es el enmascaramiento del polen regional y del local por el efecto del sitio en la medida que la vegetación de éste se desarrolla. Este tipo de estudio muestra el cuidado que hay que tener cuando se infiere el polen regional a partir de un solo sitio dado que existe un alto riesgo en el muestreo para sacar conclusiones de la composición polínica regional.

Buena

Romero

BIBLIOGRAFÍA

- 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).
- Altieri M.A y M. Liebman. 1988. Weed Management: ecological guidelines. In :Altieri M.A & Liebman M. Eds. *Weeds Management in Agroecosystems: Ecological Approaches*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press,.
- Andersen, S.T. 1970. The relative pollen productivity and pollen representation of North European trees, and correction factors for tree pollen spectra. *Danm. Geol. Unders.* 2(96): 1-99.
- Andrade, F. 1996. *Ecofisiología del cultivo de Maíz*. Delkab Press.
- Arana, S.C., Mailland, N.H.; Alonso, S. I.; Maceira, N.O. y C. A.Verona. 1985. Crecimiento y Fenología de poblaciones vegetales en un pastizal natural. Su significado adaptativo. *Revista de Investigaciones Agropecuarias INTA*, Buenos Aires, República Argentina. Volúmen XX: 105-134.
- Baker, H.G.1965. Characteristics and modes of origin weeds. In *The genetics of Biological Colonization Species*, ed. H.G. Baker and G.L. Stebbins, Pág.147-72. New York: Academic Press.
- Baker, H.G. 1974. The evolution of weeds. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5: 1-24.
- Balcarce. Estación Experimental Regional Agropecuaria. 1982. *AGROMETEOROLOGIA. Anuario 1982*.
- Balcarce. Estación Experimental Regional Agropecuaria. 1983. *AGROMETEOROLOGIA. Anuario 1983*.
- Ballare C.L., Scopel A.L., Sanchez R.A y S.R. Radosevich. 1992. Photomorphogenic processes in the agricultural environment. *Photochemistry and Photobiology* 56: 777-88.
- Barkman, J. 1988. New systems of plants growth forms and phenological plant types. En *Plant form and vegetation structure*. M.A.J. Werger, P.J.M. van der Aart, H.J. During & J.T.A. Verhoeven (ed.). SPB Academic Publishing bv, The Hague.

- Begon M., Harper, J.L. y C.R. Townsend. 1988. *Ecología: Individuos, Poblaciones y Comunidades*. Ediciones Omega, S.A.. Barcelona.
- Behre, K-E. 1981. The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen Spores* 23; 225-245.
- Behre, K-E. 1986. *Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams*. Eds. Behre. A.A. Balkema, Rotterdam.
- Bryant, Vaughan M.Jr. 1974. Prehistoric diet in Southwest Texas: The coprolite evidence. *American Antiquity* 39 (3): 407-420. Washington D.C..
- Birks, H. J. B. 1973. *Past and present vegetation of the Isle of Skye - a paleocological study*. Cambridge Univ. Press, London.
- Birks, H. J. B y H.H. Birks. 1980. *Quaternary Palaeoecology*. E. Arnold Ltd, London.
- Birks H.J.B. y A.D. Gordon. 1985. *Numerical Methods in Quaternary Pollen Analysis*. Academic Press. London.
- Black, C.C., T.M. Chen y R.H. Brown. 1969. Biochemical basis for plant competition. *Weed Science* 17:338-334
- Bochichio, J. y C. Arregui. 1974. Determinación del período de competencia mediante labores en el cultivo de girasol. *Resúmenes Segunda Reunión Nacional de Girasol*. Pág. 117-119.
- Booberg, G. 1930. Gisselasmyren.- *Norrlandskt handbibliotek* 12. (fide Faegri & Iversen 1992).
- Bowman, P. W. 1931. Study of a peat bog near the Matamuk River, Quebec, Canada, by the method of pollen analysis. *Ecology* 12: 694-708
- Bradshaw , R. H. W y T. III. Webb. 1985. Relationships between contemporary pollen and vegetation data from Wisconsin and Michigan, USA. *Ecology*, 66: 721-37.
- Braun-Blanquet, J. 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. H. Blume Ed., Barcelona.
- Bunting, A.H. 1959. Some reflections on the ecology of weeds. In: *The Biology of Weeds*. Eds. J.L. Harper. Symp. Br. Ecol. Soc. 1: 11-26.
- Burgos, J.J. 1963. *Las Heladas en la Argentina*. Colecc. Cient. III, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires.

- Burgos, J.J. 1968. El clima de la Provincia de Buenos Aires en relación con la vegetación y el suelo. En: A.L. Cabrera Eds. *Flora de la Provincia de Buenos Aires*. Parte I. Colec. Cient. INTA. Bs. As. Pág. 33-39.
- Burgos, J.J. y R.F.J. Valencia. 1979. Climate and soils of pasture regions in South America. En: M. Numata (Editor), *Ecology of Grasslands and Bamboolands in the World*. VEB. Gustav. Fisher, Jena, Pág. 20-34.
- Bush, M.B. y P.A. Colinvaux. 1988. A 7000-year pollen record from the Amazon lowlands, Ecuador. *Vegetatio* 76: 141-154.
- Cabrera, A. L. 1953. Esquema fitogeográfico de la República Argentina. *Rev. Mus. La Plata, Botánica*, 8 (33): 87-168.
- Cabrera, A. L. 1968. Vegetación de la Provincia de Buenos Aires. En: "*Flora de la Provincia de Buenos Aires*". (Ed.: Cabrera, A.L.) Parte I: 101-123. Colección Científica INTA. Buenos Aires
- Cabrera, A.L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Ganadería* 2:1-85.
- Cabrera, A. L. y E. M. Zardini. 1978. *Manual de la Flora de los alrededores de la Provincia de Buenos Aires*. Editorial ACME. Buenos Aires. 755 pág.
- Cabrera, A. L y E.M. Zardini. 1993. *Manual de la flora de los alrededores de Buenos Aires*. ACME. Buenos Aires, Argentina.
- Clements F. E. 1904. The Development and Structure of Vegetation. *Botanical Survey of Nebraska*, 7. The Botanical Seminar, Lincoln, Nebraska.
- Clements, F. E. 1916. *Plant Succession*. Carnegie Institute Washington Publication 242. Washington. D. C.
- Connell, J.H. 1983. On the prevalence and relative importance of interspecific competition: evidence from field experiments. *The American Naturalist*, 122: 661-96.
- Connell, J. H. y R. O. Slatyer. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *The American Naturalist* 111: 1119-1144.
- Custodio, E. y M.R. Llamas. 1976. Hidrología Subterránea. Tomo I. Omega.

- D'Antoni, H. L. 1976. *Paleoecología de Gruta del Indio (San Rafael, Mendoza) y sus correlaciones*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Un.N. de La Plata.
- D'Antoni, H. L. 1977. Los últimos 30000 años en el Sur de Mendoza (Argentina). *Programa y Resúmenes del III Coloquio sobre Paleobotánica y Palinología*. Museo Nacional de Antropología, Chapultepec, México.
- D'Antoni, H. L. 1978. Palinología del Perfil del Alero de las Manos Pintadas. (Las Pulgas, Pcia. de Chubut). *Relaciones XII*: 249-262.
- D'Antoni, H. L. 1979. *Arqueoecología*. El hombre y los ecosistemas del pasado a través de la Palinología. Colección Científica N° 72. — INAH, México.
- D'Antoni, H.L. 1983. *Palinología Estructural. Premio Coca-Cola en las Artes y en las Ciencias*. Sección Biología. BuenosAires. M.S.
- D'Antoni, H. L y V. Markgraf. 1977. Dispersión del polen actual en el Oeste árido argentino. Instituto Argentino de Nivología y Glaciología. CONICET. *Anales*, 4: 125-150.
- D' Antoni H.L. y L. Salomon. 1983. *Aeropalínología. Un modelo de la dispersión del polen*. M.S.
- D'Antoni, H.L. y N. Madanes. 1983. Dispersión del polen actual en un sistema agrícola. Informe a la Wenner Gren Foundation for Anthropological Research Inc. New York. MS.
- D'Antoni, H. L. y N. Madanes. 1986. Present pollen dispersal and deposition in an agricultural system. En: *Contribuciones al IV Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*. (Apéndice), Pág. 36-43. Univ. Nac. Mar del Plata (Argentina) & Univ. Bamberg (West Germany), Mendoza.
- D'Antoni, H.L. y F. Schäbitz. 1986. Combinación de métodos numéricos para la zonación y distinción de grupos ecológicos en análisis de polen. . En: *Contribuciones al IV Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*. (Apéndice), Pág. 9-15. Univ. Nac. Mar del Plata (Argentina) & Univ. Bamberg (West Germany), Mendoza.
- D'Antoni, H.L. y F. Shäbitz. 1990. Pollen analysis for the generation of environmental hypothesis. *Grana* 29: 295-300.

- Dadon, J. R. y N. Madanes. 1996. Estudio de los atributos de comunidades vegetales a partir del análisis aeropalinológico en un sistema agronómico. En: *XXV Jornadas Argentinas de Botánica*, Mendoza, Argentina (Eds. F. A. Roig J., P. Villagra, B. Rossi y O. Estevez). Soc. Argentina Botánica: 214.
- Darwich, N. 1991. Estado actual y manejo de los recursos naturales en la región pampeana húmeda sur. En : *INTA . Juicio a nuestra agricultura. Hacia el desarrollo de una agricultura sostenible*. Hemisferio Sur.
- Davis, M. B. 1986. Climatic instability, time lags, and community disequilibrium, in *Community Ecology* (eds. J. Diamond y T.J. Case). Harper and Row. New York. Pág.296-284.
- Davis, M.B. 1987. Invasion of forest communities during the Holocene: beech and hemlock in *the Great Lakes region in Colonization, Succession and Stability* (eds. A.J. Gray, M.J. Crawley and P.J. Edwards). Blackwell. Oxford. Pág. 373-94.
- Deevey, E.S.1947. Life tables for natural populations of animals. *Quaternary of Review of Biology* 22, 283-314.
- Delcourt, P.A. y H.R. Delcourt. 1987. *Long-term Forest Dynamics of the Temperate Zone*. *Ecological Studies* 63. Springer-Verlag, New York.
- Delcourt, P.A. y H.R. Delcourt. 1991. *Quaternary Ecology. A paleocological perspective*. Chapman & Hall. London.
- Delcourt H. R., P. A. Delcourt y T. Webb III. 1983. Dynamic plant ecology: The spectrum of vegetational change in space and time. *Quat. Sci. Rev.* 153-75.
- Díaz Barradas y F. García Novo.1991. Patrones espacio-temporales de órganos aéreos en el matorral mediterráneo. En: *Diversidad Biológica*. Symposium internacional celebrado en Madrid en Noviembre y Diciembre de 1989, promovido por la Fundación Ramón Areces, ADENA-WWF y SCOPE. Ed. F.D. Pineda, M.A Casado, J.M. de Miguel y J. Montalvo. Ed. Centro de Estudios Ramón Areces, S.A.. Madrid. Pág. 163-167.
- Duke, S.O. 1984. *Weed Physiology*. Volume I. Reproduction and Ecophysiology. CRS Press, Inc. Boca Raton.. Florida .165 pág.
- Eastman, J. R.1993. *IDRISI Program*. Clarke University. Graduate School of Geography,
- Erdtman, G. 1943. *An Introduction to Pollen Analysis*. The Ronald Press. New York.

- Erdtman, G. 1960. The acetolysis method. *Svensk. Bot. Tidskr.* 54:561-564
- Erdtman, G. 1969. *A Pollen Morphology and Plant Taxonomy. Angiosperms.* (An Introduction to Palynology I). Hafner Publishing Company, New York, 2^a Ed.
- Erdtman, G. 1971. *Pollen and Spores Morphology/ Plant Taxonomy. Pteridophytes.* (An introduction to Palynology IV). Almqvist & Wiksells, Uppsala.
- Erdtman, G. 1972. *Pollen and Spores Morphology/ Plant Taxonomy. Gymnosperme, Pteridophyta, Bryophyta.* (An introduction to Palynology II). Hafner Publishing Company, New York.
- Etchevehere, P.H. 1975. Suelos. En: *Relatorio Geología de la Provincia de Buenos Aires. VI Congreso Geología Argentino.* Bahía Blanca. Pág.219-229.
- Faegri, K. y J. Iversen. 1975. *Textbook of pollen analysis.* (3rd. ed. K. Faegri). Munksgaard, Copenhagen.
- Faegri, K. y J. Iversen 1989. *Textbook of Pollen Analysis*, 4th edn, (revised by K. Faegri, P.E. Kaland y K. Krzywinski). John Wiley & Sons, Chichester.
- Faegri, K. y J. Iversen. 1992. *Textbook of pollen analysis* (4th. ed. K. Faegri, P. E. Kaland & K. Krzywinski). J. Wiley & Sons, Chichester.
- Farizo, C. 1980. Malezas en el cultivo de girasol. *Malezas.* Vol. 8 N° 3: 12-21.
- Fenchel, T.1974. Intrinsic rate of natural increase: the relationship with body size. *Oecologia* (Berlín): 14:317-326.
- Fenchel, T.1975. Character displacement and coexistence in mud snails (Hydrobiidae). *Oecología* 20: 19-32.
- Fernández O.N. y C.A. Verona. 1984. Características reproductivas de *Senecio madagascariensis* Poirlet (Compositae). *Rev. Fac. de Agronomía* 5 (3): 125-137.
- Feruglio, E. 1946. Los sistemas orográficos de la Argentina. Geografía de la República Argentina, IV. *An. Soc. Argent. Estud. Geogr.* 4: 1-56.
- Forman, R.T.T., 1981. Interaction among landscape elements: A core of lanscape ecology. Pág.35-48. En: *Proceedings Int. Cong. Neth. Soc. Lanscape Ecol.* Pudoc. Wageningen.
- Forman, R.T.T., 1983. Corridors in a lanscape: their ecological structure and function. *Ekologia* (CSSR), 2:375-387.

- Forman, R. T.T. y M. Godron, 1981. Patches and structural components for a landscape ecology. *BioScience* 31: 733-740.
- Forman, R. T.T. y M. Godron, 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley and Sons. New York
- Frangi, J.L. 1975. Sinopsis de las comunidades vegetales y el medio de las Sierras de Tandil. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 14: 293-319.
- Frenguelli, J. 1946. Las grandes unidades físicas del territorio argentino. Geografía de la República Argentina. *An. Soc. Argent. Estud. Geogr.* 3:1-114.
- French, N y R. Sauer. 1974. Phenological studies and modeling in grassland. Ecological studies 8. En: H. Lieth (Edit.) *Phenology and Seasonality Modeling*: 227-236. Springer Verlag. Berlin- Heidelberg- New York.
- Froud-Williams, R.J., R.J. Chancellor y D.S.H. Drennan. 1984. Influence of cultivation regime upon buried weed seeds in arable cropping systems. *J. of Appl. Ecology* 20: 199-208.
- García J.A., M.D. Matías y A.Puerto. 1991. Patrones de diversidad en gradientes temporales de postcultivos mediterráneos. En: *Diversidad Biológica*. Symposium internacional celebrado en Madrid en Noviembre y Diciembre de 1989, promovido por la Fundación Ramón Areces, ADENA-WWF y SCOPE. Ed. F.D. Pineda, M.A Casado, J.M. de Miguel y J. Montalvo. Ed. Centro de Estudios Ramón Areces, S.A.. Madrid. pag. 179-183.
- Gauch, H. G., R. H. Whittaker y T. R. Wentworth. 1977. A comparative study of reciprocal averaging and other ordination techniques. *J. Ecol.* (65): 157-174.
- Gause, G.F. 1934. *The Struggle for Existence*. Waverly Press. Baltimore. U.S.A.
- Ghersa, C.M. y J.S. Holt. 1995. Using phenology prediction in weed management: a review. *Weed Research*. Volume 35: 461-470.
- Giberti, H. 1961. *Historia Económica de la Ganadería Argentina*. Ediciones Solar. Buenos Aires.
- Gleason, H. A. 1926. The individualistic concept of the plant association. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*. 53, 7-26.
- Gleason, H. A. 1927. Further view on the succession concept. *Ecology*, 8 299-326.
- Gleason, H. A. 1939. The individualistic concept of the plant association. *Amer. Mid. Nat.* 21 : 92-110.

- Glenn-Lewin, D.C. y E. Van Del Maarel. 1992. Patterns and processes of vegetation dynamics. En *Plant Succession Theory and Prediction*. D.C. Glenn-Lewin, R.K. Peet and T.T. Veblen Eds. Chapman & Hall Population and Community Biology Series 11. University Press, Cambridge, 11-44.
- Grace, J.B. y D. Tilman. 1990. *Perspectives on Plant Competition*. San Diego: Academic Press.
- Grant, P.R. 1972. Convergent and divergent character displacement. *Biological Journal of the Linnean Society* 4: 39-69
- Gray, J. 1965. Extraction techniques. En *Handbook of Paleontological Techniques*, ed. B.G. Kummel & D.M. Raup, Freeman, San Francisco, Pág. 530-587.
- Grigg, D. 1967. Regions, models and classes. En Chorley, R.J. y P. Haggett (Eds.) *Integrated models in Geography*. pp: 461-509. Methuen. Londres,
- Grime, J. P. 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *American Naturalist* 111: 1169-1194.
- Grime, J. P. 1978. Interpretation of small-scale patterns in the distribution of plant species in space and time. In Freyden A. y J. Woldendorp (eds). *Structure and functioning of plant populations*. Pág. 101 -124. North Holland Pub.; Co. Amsterdam.
- Grime, J. P. 1979. *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley and Sons, Chichester. 222 pág.
- Grime, J.P. y R. Hunt. 1975. Relative growth rate: Its range and adaptive significance in a local flora. *Journal of Ecology*, 63: 393-422.
- Hafsten, U. 1956. Pollen-analytic investigation on the late Quaternary development of the inner Oslo fjord area. Bergens Mus. årb. 1956 *Naturvitensk. rk.* 8.
- Hakansson, S. 1983. Seasonal variation in the emergence of annual weeds. An introductory investigation in Sweden. *Weed Res* 23: 313-324
- Hall, S.A. 1994. Modern pollen influx in tallgrass and shortgrass prairies, southern Great Plains, USA. *Grana*, 33: 321-326.
- Harper, J.L. 1967. A Darwinian approach to plant ecology. *J. Ecol.* 55: 247-270
- Harper, J.L. 1974. A centenary in population biology. *Nature*, Lond. 252: 526-527.
- Harper J. 1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press. London.

- Harper, J.L. 1978. The demography of plants with clonal growth. En: *Structure and Functioning of plant populations*. A.H.J. Freyden y J.W. Woldendorp (Eds.). North-Holland Pub. Co., Amsterdam. Pág. 27-48.
- Harper, J. 1981. The concept of population in modular Organisms. En May, R. (ed). *Theoretical Ecology: principles and applications*. Sinauer Assoc. 2nd. ed. Blackwell Sci. Publ.
- Harper J. y J. White. 1974. The demography of plants. *A. Rev. Ecol. Syst.* 5: 419-463.
- Harper, J.L. y A. D. Bell. 1979. The population dynamics of growth form in organism with modular construction. In: *Population dynamics*. R.M. Anderson, B.D. Turnery: L.R. Taylor (Eds.). Blacwell Scientific. Pub. London. Pág.29-52.
- Harte J. y H. Morowitz. 1975. Nutrient transit time diversity: A model measure of ecological organnization and stability. Preprint prepared for *the U.S. Energy and Develop. Administration*. Berkely.Pág.7
- Hausser, C. 1971. *Pollen and Spores of Chile*. University of Arizona Press. Tucson.
- Hicks, S. 1985. Modern pollen deposition records from Kuusanmo, Finland. Seasonal and annual variation. *Grana* 24:167-184.
- Hill, M. O. 1973. Reciprocal averaging: an eigenvector method of ordination. *J. Ecol.* (8): 237-249.
- Hill, M. O.; 1979a. *TWINSPAN - A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of individuals and attributes*. Cornell University Ithaca, N.Y..
- Hill, M.O., 1979b. *DECORANA- A FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging*. Section of Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca, New York.
- Hill, M. O., R.G.H. Bunce y M.W. Shaw; 1975. Indicator species analysis, a divisive polythetic method of classification and its application to a survey of native
- Hill, M. O. y H. G. Gauch. 1980. Detrended Correspondence Analysis, an improved ordination technique. *Vegetatio*. 42: 47-58.
- pinewoods in Scotland. *Journal of Ecology*. 63: 597-613.
- Hodgson, J. G. 1986. Commonness and rarity in plants with special reference to the Sheffield flora. Part. III. Taxonomic and evolutionary aspects. *Biological Conservation* 36: 275-296.

- Hill, T. R. 1996. Statistical determination of sample size and contemporary pollen counts, Natal Drakensberg, South Africa. *Grana* 35: 119-124.
- Huang, T. C. 1972. *Pollen Flora of Taiwan*. Ching-Hwa Press. CO. LTD.
- Hume, L., Martinez J. y K. Best. 1983. The biology of Canadian weeds 60. *Polygonum convolvulus* L. *Can. J. Plant. Sci.* 63: 959-971.
- Huston, M. A. 1979. A general hypothesis of species diversity. *American Naturalist* : 113, 81 – 101.
- Huston, M.A. 1980. Patterns of species diversity in an oldfield ecosystem. *Bulletin of the ecological Society of America* 61:110.
- Huston, M.A.. 1985. Patterns of species diversity on coral reefs. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16: 149-77.
- Huston, M.A. 1991. Use of individual-based forest succession models to link physiological whole-tree models to landscape-scale ecosystem models. *Tree Physiology* 9: 239-306.
- Huston, M.A. 1994. *Biological Diversity. The coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge. University Press.
- Hutchinson, G.E. 1959. Homage a Santa Rosalia; or why are there so many kinds of animals. *American Naturalist* 93: 145-27.
- Hutchinson, G. E. 1965. *The Ecological Theater and the Evolutionary Play*. Yale Univ. Press, New Haven.
- Hutchinson, G.E. 1978. *An introduction to Population Ecology*. Yale Univ. Press. New Haven and London.
- Hutchings, M . 1979. Weight-density relationships in ramet populations of clonal perennial herbs, with special reference to the - 3/2 power law. *J. Ecol.* 67 : 21-33.
- Iglesias de Cuello, A. 1975. Pampa Alta en *El País de los Argentinos*. Ed. Elena Chiosa. Centro Editor de America Latinaa. S.A. Argentina
- Iversen, J. 1941. Landnam y Danmarks Stenalder. *Dan. geol. unders.* 2 rk. 66-68.
- Iversen, J. 1964. Plant indicators of climate, soil and other factors during the Quaternary. Rep. VI Inter. Congr. Quater. Warsaw 1961, Sect 2: 421-8.

- Jackson, S.T. 1994. *Pollen and spores in Quaternary lake sediments as sensors of vegetation composition: theoretical models and empirical evidence*. *Sedimentation of Organic Particles* (ed. A. Traverse), Pág. 253-286. Cambridge University Press, Cambridge.
- Jackson, S.T. y Dunwiddie, P.W. 1992. Pollen dispersal and representation on an offshore island. *New Phytologist* 122: 187-202.
- Jackson, S.T. y Wong, A. 1994. Using forest patchiness to determine pollen source areas of closed-canopy pollen assemblages. *Journal of Ecology* 82: 89-99.
- Jacobson, G.L. y R. H. W. Bradshaw. 1981. The selection of sites for paleovegetational studies. *Quatern. Res.* 16, 80-96.
- Janssen, C. R. 1966. Recent pollen spectra from the deciduous and coniferous-deciduous forests of north-eastern Minnesota: a study in pollen dispersal. *Ecology* 47: 804-825.
- Janssen, C. R. 1967. A comparison between the recent regional pollen rain and the subrecent vegetation types in Minnesota (U.S.A). *Revue of Paleobotany and Palynology*, 2: 331-342.
- Janssen, C.R. 1980. Some remarks on facts and interpretation in *Quaternary palynostratigraphy*.- Pull. Ass. Franc. Etude Quat. 1980: 171-176.
- Janzen, D.H. 1977. What are dandelions and aphids? *Amer. Nat.* III: 586-589.
- Josifovich, J. 1997. Los forrajes de la zona Pampeana Húmeda a través del tiempo. En: *Argentina granero del mundo: hasta cuando? La degradación del sistema agroproductivo de la Pampa Húmeda y sugerencias para su recuperación*. Compiladores: J. Morello y O.T. Solbrig. Orientación Gráfica Editora. 171-183 pag.
- Kays, S. YJ.L. Harper, 1974. The regulation of plant and tiller density in a grass sward. *Journal of Ecology*.62-97;105
- Kempton , R. A. 1979. Structure of species abundance and measurement of diversity. — *Biometrics* 35: 307-322.
- Kent, M y Coker P.. 1992. *Vegetation description and analysis. A practical approach*. Belhaven Press, London.
- King , L. J. 1966. *Weeds of World: Biology and Control*. London: L. Hill.

- Krebs, C.J. 1978. *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. Harper & Row. N.Y
- Krebs, C. J. 1985. *Ecological Methodology*. — Harper & Row, New York.
- León, R.J.C. 1975. *Las comunidades herbáceas de la región Castelli-Pila*. En : Monogr.5, Comisión de Investigaciones Científicas. La Plata.pág.75-107.
- León R.J.C. y M. Bartiller. 1980. Aspectos fenológicos de dos comunidades de un pastizal de la Depresión del Salado (Pcia. de Buenos Aires). *Bol. Soc. Arg. de Bot.* 19: 3-4
- León, R.J.C. y D.L. Anderson. 1983. El límite occidental del pastizal pampeano. *Tuexenia* 3: 67-82.
- León, R.J.C., Rush, G.M. y M. Oesterheld. 1984. Pastizales pampeanos, impacto agropecuario. *Phytocoenología* 12: 201-218.
- Lotka, A.J. 1925. *Principles of Physical Biology*. Waverly Press. Baltimore.
- Lurie, D., Valls, J. y J. Wagensber.1983. Thermodynamic approach to biomass distribution in ecological system. *Bull. Math. Biol.* 45:869-872.
- Mac Arthur , R. H. y E.O Levins . 1967. The limiting similarity, convergence, an divergence of coexisting species. *Am. Nat.* 101: 377-385.
- Mac Arthur, R.H. y E. O. Wilson. 1967. *The Theory of Island Biogeography*, Princeton Univ, Press. Princeton, N.J.
- Maceira, N.O. 1983. *Estructura y funcionamiento del canopeo de un pastizal natural*. Tesis de doctorado, Fac. de Ciencias Agrarias, Univ. Mar del Plata, Balcarce.
- Madanes N., Vicari, R. y S.M. Bonaventura. 1996. Fenología de las especies de los bordes de caminos en agroecosistemas y su relación con los parámetros climáticos (D. Gaynor – Provincia de Buenos Aires). *Parodiána* 9 (1-2): 149-158.
- Madanes, N y Dadon J. R. 1998. Optimun sample size when characterizing the site aerial pollen of grass plains of Argentina. *Grana*. 37: 239-245
- Madanes, N. y A. de Michelli.1999. La Palinología y Paleocambios en la diversidad. En : *Estilos de Conservación de la Biodiversidad de América Latina y el Caribe*. Eds. : Morello, J., Solbrig O. y S. Matteucci. (con referato) . EUDEBA. En prensa.

- Magurran, A. E. 1991. *Ecological Diversity and its measurement*. Chapman & Hall, London.
- Maher, L. J. 1972. Nomograms for computing 0.95 confidence limits of pollen data. *Rev. Paleobot. Palynol.* 13: 85-93.
- Maher, L. J. 1981. Statistics for microfossil concentration measurements employing samples spiked with marker grains. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 32:153-191.
- Margaleff, R., 1958. Information theory in ecology. *General Systems.* 3, 36-71.
- Margaleff, R., 1963. On certain unifying principles in ecology. *American Naturalist.* 97, 357-374.
- Margaleff, R., 1968. *Perspectives in ecological theory*. University of Chicago Press, Chicago.
- Margaleff, 1991. *Teoría de los Sistemas ecológicos*. Universitat de Barcelona. Barcelona..
- Markgraf, V. y H.L. D' Antoni. 1978. *Pollen flora of Argentina*. University of Arizona Press, Tucson.
- Markgraf, V., D'Antoni, H.L. y T. A.Ager. 1981. Modern pollen dispersal in Argentina. *Palynology*, 5: 43-63.
- Marzocca, A. 1976. *Manual de malezas*. 3ª edición. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires. 564 Pág.
- Matteucci, S. D y A. Colma. 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación*. Ser. Biol. 22. O.E.A.
- May, R. M. 1980. Estabilidad en los ecosistemas: algunos comentarios. En: *Conceptos unificadores en ecología*. W. H. van Dobben y R. H. Lowe-McConnell Eds. Blume. Barcelona. 203-213.
- Mc Naughton, S. J. y L.L. Wolf. 1984. *Ecología general*. Ediciones Omega S.A., Barcelona. 713 Pág.
- McIntyre, S., Lavorel, S. y R. M. Tremont. 1995. Plant life-history attributes: their relationship to disturbance response in herbaceous vegetation. *Journal of Ecology* 83: 31-44.
- Miles J. 1979. *Vegetation Dynamics*. Chapman & Hall, London.

- Milthope, F.L. y J. Moorby 1974. *An Introduction to Crop Physiology*. Cambridge University Press, London.
- Miyansishi K. y P.B. Cavers 1980. The biology of Canadian weeds: *Portulacca oleraceae* L. *Can. J. Plant Sci.* 60: 953-963.
- Moore, P.D. 1973. The influence of prehistoric cultures upon the initiation and spread of blanket bog in upland Wales. *Nature*: 350-353.
- Moore, P.D. y J.A. Webb. 1978. *An illustrated guide to pollen analysis*. Hodder & Stoughton, London.
- Moore, P. D., Webb, J. A. y M.E. Collinson. 1991. *Pollen Analysis*. Blackwell Sc. Publ., Oxford.
- Morbelli, M. 1980. *Morfología de las Esporas de Pteridophytas presentes en la región Fuego-Patagónica*, Rep. Arg., Opera Lililloana 28
- Morello, J. 1997. Cambios indeterminados y agricultura sustentable en la llanura Chaco-Pampeana. En: *Argentina granero del mundo: hasta cuando? La degradación del sistema agroproductivo de la Pampa Húmeda y sugerencias para su recuperación*. Compiladores: J. Morello y O.T. Solbrig. Orientación Gráfica Editora. 41-55 pag.
- Moscatelli, G., Salazar Lea Plaza, J. C., Godagnone, R., Grinberg, H., Sánchez, J., Ferrao, R. y M. Cuenca. 1980. Mapas de suelos de la provincia de Buenos Aires escala 1:500 000. In: *Actas 9ª Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo*, Vol. 3, Pág.1079-1089, tables, maps.
- Mosimann, J. E. 1965. Statistical Methods for the pollen analyst: multinomial and negative multinomial techniques. In: *Handbook of Paleontological Techniques* (ed. B. Kummel & D. Raup), p. 636-673. Freeman, San Francisco.
- Mueller-Dombois, D. y E. Elleberg. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley and Sons, New York 547 pág.
- Mulligan, G.A. 1972. Autogamy, allogamy and pollination in some Canadian weeds. *Can. J. Bot.* 50: 1767-1771.
- O' Sullivan, P.E. 1973. Contemporary pollen studies in a native Scots pine ecosystem. *Oikos* 24: 143-150.
- Odsfield, F. 1970. Some aspects of scale and complexity in pollen-analytically based paleocology. *Pollen Spores* 12: 163-171.

- Odum, E. P. 1969. The strategy of ecosystem development. *Science*. 164: 262-270.
- Odum, E. P. 1971. *Fundamentals of Ecology*. 3rd ed., W. B. Saunders Co., Philadelphia. 544p.
- Oka, H.I. y C. Liu. 1984. The lognormal distribution of species in weed communities. *Proceedings of the National Science Council ROC (B)* 8: 19-25.
- Orians, G. H.. 1980. Diversidad, estabilidad y madurez en los ecosistemas naturales. En: *Conceptos unificadores en ecología*. W. H. van Dobben y R. H. Lowe-McConnell Eds. Blume. Barcelona. 174-189.
- Parodi, L. 1945. Las regiones fitogeográficas argentinas y sus relaciones con la industria forestal. En VERDOORN, F.: *Plants and Plant Science in Latin America*. Waltham, Mass: 127-132.
- Parodi, L. 1947. La estepa pampeana. La vegetación de la Argentina. Geografía de la República Argentina. *GAEA* 8:143-208.
- Patterson, D.T. 1985. Comparative ecophysiology of weeds and crops. In Duke S.O. ed. *Weed Physiology*. Volume I. Reproduction and Ecophysiology. Boca Raton. FL, USA: CRC Press, 101-29
- Pearl, R y L.J. Reed. 1920. On rate of growth of the population of the United States since 1970 and its mathematical representation. *Proc. Natn. Academic. Sci., U.S.A* 6, 275-288.
- Peet, R.K. 1992. Community structure and ecosystem function. En: *Plant succession. Theory and Prediction*. Glenn Levin D. C., R. K. Peet y T. T. Veblen eds. Population and Community Biology Serie 11. Chapman and Hall. London. 103-140.
- Peet, R.K. y N.L. Christensen. 1980. Sucesion: a population process. *Vegetatio* 43, 131-40.
- Petetin, C.A. y E. Molinari. 1977. *Clave ilustrada para el reconocimiento de malezas en el campo al estado vegetativo*. INTA, Colección Científica T. XIV,
- Pianka, E. R. 1970. On r and k selection. *American Naturalist* 104: 592-597.
- Pianka, E.R. 1978. *Evolutionary Ecology*. Harper and Row, Publishers. 397 Pág.
- Pickett, S. T. A. 1976. Succession: An evolutionary interpretation. *American Naturalist*, 110: 107-119.

- Pickett, S. T. A. 1989. Space-for-time substitution as an alternative to long term studies. En *Long Term Studies in Ecology* (ed. G. E. Likens), Springer-Verlag, New York, Pág.110-135.
- Pickett, S. T. A. y P. S. White. 1985. *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Academic Press. New York.
- Pickett, S. T. A. y J. Kalosa, 1989. Structure of theory in vegetation science. *Vegetatio* (83): 75.
- Pickett, S. T. A., S. L. Collins y J. J. Armesto. 1987a. Models, mechanisms and pathways of succession. *Bot. Rev.* 53: 335-371.
- Pickett, S. T. A., S. L. Collins y J. J. Armesto. 1987b. A hierarchical consideration of causes and mechanisms of succession. *Vegetatio*. 69: 109-114.
- Pielou, E.C. 1975 *Ecological diversity* . New York : Wiley and Sons.
- Prentice, I. C. 1985. Pollen representation, source area and basin size: toward a unified theory of pollen analysis. *Quaternary research*, 23: 76-86.
- Prentice, I. C. 1986. Some concepts and objectives in *Forest Dynamics Research in Western and Central Europe*, (ed. J. Fanta), PUDOC, Wageningen, Pág.32-39.
- Prentice, I. C. 1988. Records of vegetation in time and space: the principles of pollen analysis. En *Vegetation History*, (eds. Huntley and T. Webb III), Junk, Dordrecht, pág. 17-42.
- Prentice, C.. 1992. Climate change and long-term vegetation dynamics. En: *Plant Succession. Theory and prediction*. (Ed: Glenn-Lewin, D.C., Peet R.K. y T.T. Veblen. Chapman & Hall. London
- Prieto, A.R. 1996. Late Quaternary Vegetational and Climatic Changes in the Pampa Grassland of Argentina. *Quaternary Research* 45: 73-88.
- Radosevich, S. Holt, J. y C.M Ghera. 1997. *Weed ecology: implications form manegement*. 2sd. Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Requesens E. y N. Madanes.1992. Organización de comunidades estacionales de malezas en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires. *Ecología Austral* 2: 101-108.
- Requesens, E., N. Madanes y L. Montes. 1989. Composición florística y dinámica de dos comunidades estacionales de malezas en Balcarce (Argentina). *Revista de la Facultad de Agronomía (La Plata)* 64: 53-60.

- Richardes, P. 1970. Atlas pollinique des Arbres et quelques arbustes indigenes du Quebec. *Nat Can.* 1-34.
- Ritchie, J.C. 1986. Climate change and vegetation response. *Vegetatio* 67: 65-74.
- Roberts, H.A y P.M Feast. 1970. Seasonal distribution of emergence in some annual weeds. *Experimental Horticulture* 21: 36 - 41.
- Roberts, H. A. y E. M. Potter. 1980. Emergence patterns of weed seedlings in relation to cultivation and rainfall. *Weed Res* 20: 377-386.
- Romesburg, H. Ch. 1984. *Cluster analysis for researchers*. Lifetime Learning Publ., Belmont CA.
- Rull, V. 1987. A note on pollen counting in palaeoecology. *Pollen Spores* 29 (4):471-480.
- Sala, O.E., Oesterheld, M. León, R.J.C. y A. Soriano. 1986. Grazing effects upon plant community structure in subhumide grassland of Argentine. *Vegetatio* 67:27-32.
- Sala, O.E., A. Soriano y S. Perelman. 1981. Relaciones Hídricas de algunos componentes de un pastizal de la Depresión del Salado. *Rev. Fac. de Agronomía*. 2 (1): 1-10.
- Salgado-Laboriau, M. L. y C. Shubert. 1976. Palynology of Holocene peat bogs from the central Venezuelan Andes. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 19:147-156.
- Sarmiento, G. y M. Monasterio. 1975. A critical consideration of the environmental conditions associated with occurrence of savanna ecosystems in tropical America. En: *Tropical and Aquatic Reserch. Ecological Studies* 11, ed. F.B. Golley and E. Medina, Pág. 223-50. New York: Springer – Verlag.
- Saugier, B. 1976. *Vegetation and the atmosphere*. Vol II. Ed. J. L. Monteith.
- Shannon, C. y W. Weaver. 1949. *The mathematical Theory of Communication*, Urbana, Ill: University of Illinois Press.
- Smith, B.N. y W.V. Brown. 1973. The Kranz syndrome in the Gramineae as indicated by carbon isotopic ratios. *American J. of Botany* 60: 505-513.
- Solbrig, O.T y J. Morello. 1997. Reflexiones generales sobre el deterioro de la capacidad productiva de la Pampa Húmeda argentina. En: *Argentina granero del mundo: hasta cuando? La degradación del sistema agroproductivo de la*

- Pampa Húmeda y sugerencias para su recuperación*. Compiladores: J. Morello y O.T. Solbrig. Orientación Gráfica Editora. 1-27 pag.
- Sørensen, T. A. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content, and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *K. Dan Vidensk. Selsk. Biol. Skr.* 5:1-34.
- Soriano, A. 1991. Río de la Plata Grasslands. *Natural Grasslands. Introduction and Western Hemisphere. Ecosystems of the World 8 A*. Ed. R. T. Coupland. Cap.19. Pág. 367-407.
- Soriano, A. 1977. *Ecología Vegetal*. Apuntes. Fac. de Agronomía. Univ. Buenos Aires.
- Southwood, T.R.E.1977. Habitat, the templet for ecological strategies. *Journal of Animal Ecology* 46: 337-65.
- Steel, R. G. D. y J.H. Torrie. 1985. *Bioestadística: Principios y procedimientos*. McGraw-Hill, Bogotá.
- Tauber, H. 1965. Differential pollen dispersion and the interpretation of pollen diagrams. *Geol. Surv. Denmark II Ser.*, 89: 1-69.
- Tauber,H. 1974. A static non-overload pollen collector. *New Phytol.* 73, 359-369.
- ter Braak, C. J. F.; 1987a. The analysis of vegetation-environment relationship by canonical correspondence analysis. *Vegetatio* 69: 69-77.
- ter Braak, C. J. F.; 1987b. CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by [partial], [detrended], [canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1). Agricultural Mathematics Group, Wageningen.
- ter Braak, C. J. 1995. Ordination. En. Jongman, R.H.G., ter Braak, C.J.F. and O.F.R. van Tongeren (eds.). *Data Analysis in communitie and landscape ecology*. Pág. 91-169. Pudoc. Wageningen .
- Thronthwaite C. W. 1948. An approach towards rational classification of climate. *Geography Review* 83: 55-94.
- Tilman, D. 1988. *Plant Strategies and the Dynamics and Structure of Plant Communities*. Princeton Univ. Press. Princeton, New Jersey.
- Tivy, J. 1971. *Biogeography. A study of plants in the Ecosphere*. Oliver and Boyd, Edinburg.

- Tricart, J. 1973. Geomorfología de la Pampa Deprimida. *Colecc. Cient. XII*, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires.
- Troll, C. 1950. *Die geografischen Landschaft und ihre Erforschung. Studium Generale* 3. Springer-Verlag, Heidelberg, Berlin.
- Turner, J. 1987. (Ed) *Landscape heterogeneity and disturbance*. Springer-Verlag. New York. NY.USA.
- Turner, J. y S.M. Peglar. 1988. Temporally – precise studies of vegetation history, in *Vegetation History* (eds. B. Huntley and T. Webb III). Kluwer, Dordrecht, Pág. 753-78.
- Turner, M.G, Gadner, R.H., Dale, V.H. y RV. O'Neill. 1989. Predicting the spread of disturbance in heterogeneous landscapes. *Oikos* 55:121-127.
- Verettoni, H.N. y E. Aramayo 1976. *Las comunidades vegetales de la Región de Bahía Blanca*. Harris y Cía SRL. Bahía Blanca.
- Verona, C.A, O.N. Fernández y C.M. Loffler. 1980. Competencia entre malezas y cultivos. Análisis de la interferencia de las malezas sobre el cultivo de lino oleaginoso. *Ecosur*, Argentina, 7: 19-109
- Vervoost, F.B. 1967. Las comunidades vegetales de la Depresión del Salado (Provincia de Buenos Aires). Serie Fitogeográfica. *La vegetación de la República Argentina. VIII*. INTA. Buenos Aires.
- Volterra, V. 1926. Variazioni e fluttuazioni del numero d'individui in specie animali conviventi. *Mem. Acad. Lincei* 2. 31-113
- Walter, H. 1977. *Zonas de vegetación y clima*. Ed. Omega. Barcelona.
- Webb, T.. 1987. The appearance and disappearance of major vegetation assemblages: long-term vegetational dynamics in eastern North America. *Vegetatio* 69:177-87.
- Weins, J.A. 1989. *The Ecology of Birds Communities*. Vol 1. Foundations and Patterns. Cambridge: Cambridge University Press.
- Went, F.W. 1978. The experimental approach to ecological problems. En: *Structure and Functioning of Plant Populations*. A.H.J. Freyden y J.W. Woldendorp (Eds.) North-Holland Pub.Co. Amsterdam Pág. 130-159.
- White, J. 1979. The plant as a metapopulation. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 10: 109-145.

- White, J. 1980. Demographic Factors in Populations of Plants. En: Solbrig, O. (ed.) *Demography and Evolution in Plant Populations*. Pág. 21-48. Blackwell Sci. Publ.
- Whittaker, R. H., 1967. Gradient analysis of vegetation. *Biological Reviews*. 49:207-264.
- Whittaker, R.H. y D. Goodman. 1979. Classifying species according to their demographic strategy. I. Population fluctuations an environmental heterogeneity. *Am. Nat.* 113: 185-200.
- Wodehouse, R.P. 1935. *Pollen Grains*. McGraw Hill, Book Co. New York.
- Wright, H. E. Jr.1967. The use of surface samples in Quaternary pollen analysis. *Revue of Paleobotany and Palynology*, 2: 321-330.
- Zar, J. 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, Inc. New Yersey. 2 nd Edition.

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LOS GRUPOS FINALES PRODUCTO DEL ANÁLISIS DE CLASIFICACIÓN

Se describen los 15 grupos finales del TWISPAN (Figura 4.3), éstos se corresponde a distintas observaciones que se caracterizan por los valores de abundancia relativa y constancia de las fases fenológicas específicas (tabla 4.1).

Grupo A1:

Grupo 1: Este grupo esta constituido por un conjunto de observaciones en que todas las especies presentan actividad vegetativa. Se caracteriza por la alta constancia y dominancia de la fenofase vegetativa I de las especies *Portulaca oleraceae*, *Amaranthus quitensis*, *Chenopodium album* y *Digitaria sanguinalis*. En tanto que *Setaria spp.* y *Helianthus annus*, presentaron un valor de constancia medio de esta fenofase como resultado del desarrollo de la fenofase vegetativa II. En *Brassica campestris* el bajo valor de constancia de la fase vegetativa I se debe a la emergencia retardada de esta respecto del resto de la comunidad.

En este grupo se observa un solapamiento parcial de las dos fenofases en las especies y entre las especies; está constituido por las observaciones realizadas principalmente en la primera y segunda semana del ensayo. La presencia de una observación realizada en la cuarta semana se debe a *Brassica campestris* (fenofase vegetativa I).

Grupo 2: Se caracteriza por los altos valores de constancia y abundancia relativa de las fenofase vegetativa I en *Setaria spp.*, *Digitaria sanguinalis*, *Amaranthus quitensis*, y *Chenopodium album*. Sin embargo, la presencia de *Portulaca oleraceae* en fenofase vegetativa II con valores altos de constancia y abundancia relativa identifica a este grupo. La frecuencia de presencia de esta fenofase fue intermedia para *Helianthus annus* y baja para *Chenopodium album*; en ambos casos el valor de abundancia relativa fue alto.

En este grupo el solapamiento de estas fenofases es parcial en las especies y entre las especies y está constituido por las observaciones realizadas en la primera y segunda semana del ensayo.

Grupo 3: Se caracteriza por una actividad vegetativa de las especies. En éste disminuye la presencia en las observaciones con especies que exhiben la fenofase vegetativa I, en tanto que se incrementa la fenofase vegetativa II en las especies. Si bien el valor de abundancia relativa de la fenofase vegetativa I fue alto en todas las especies, variaron los valores de constancia. Así: *Setaria spp.*, *Digitaria sanguinalis* y *Portulaca oleraceae* presentaron valores altos de constancia mientras que *Brassica campestris* y *Chenopodium album* bajos. La fase vegetativa II se registró con altos valores de abundancia relativa en *Amaranthus quitensis*, *Helianthus annuus*, *Brassica campestris* y *Chenopodium album*, la constancia también fue alta en las dos primeras especies y media en las dos últimas.

En este grupo se observa un solapamiento parcial de estas fenofases en las especies y entre las especies y está constituido por las observaciones realizadas principalmente en la segunda semana del ensayo, una observación se corresponde con la 4^a semana.

Grupo 4: Está formado por dos observaciones y se caracteriza por que las especies se registran en actividad vegetativa y la disminución de especies en fenofase vegetativa I e incremento del registro de la fenofase vegetativa II. *Amaranthus quitensis* y *Setaria spp.* se registraron en fase vegetativa I con valores altos de abundancia relativa; la primera presentó constancia alta y la segunda media. La fase vegetativa II, con valores altos de constancia y abundancia relativa fue registrada en: *Digitaria sanguinalis*, *Portulaca oleraceae*, *Chenopodium album* y *Helianthus annuus*.

En este grupo el solapamiento de estas fenofases fue nulo tanto entre especies como en las especies y está constituido por las observaciones realizadas en la segunda semana del ensayo.

Grupo A II:

Grupo 5: Este grupo está formado por una única observación caracterizada por el registro de dos especies en fenofase vegetativa I: *Portulaca oleraceae* y *Digitaria sanguinalis*, y de *Setaria spp.*, *Brassica campestris*, *Amaranthus quitensis*, *Chenopodium album* y *Helianthus annuus* en fenofase vegetativa II. Todas las fenofases presentan valores altos de abundancia relativa.

El solapamiento de las fenofases se observa únicamente entre las especies y esta observación fue realizada en la segunda semana del ensayo.

Grupo 6: Se caracteriza por el registro de la fenofase vegetativa II en *Amaranthus quitensis*, *Chenopodium album*, *Helianthus annuus*, *Setaria spp.* y *Portulaca oleraceae*. Los valores relativos de abundancia relativos fueron altos en las tres primeras especies, mientras que en las dos últimas fueron menores. En tanto que *Digitaria sanguinalis* presentó valores menores de constancia pero altos valores de abundancia relativa. En *Digitaria sanguinalis* y *Brassica campestris* se registra aún la fase vegetativa I con valores altos de abundancia relativa, la primera presentó valores medios de constancia y la segunda bajos. Además, se registran las fenofases reproductivas de prefloración y floración en *Setaria spp.*, *Digitaria sanguinalis* y *Portulaca oleraceae*, aunque con bajos valores de abundancia relativa y constancia. En *Brassica campestris* sólo se registra la fenofase de prefloración con valores medios de constancia y abundancia relativa.

Se observa un solapamiento parcial de fenofases vegetativa- reproductiva en *Setaria spp.*, *Digitaria sanguinalis*, *Portulaca oleraceae* y *Brassica campestris*. En *Portulaca oleraceae* también se observa un solapamiento de las fenofases reproductivas.

Este grupo está constituido por observaciones realizadas en la cuarta y quinta semana del ensayo.

Grupo 7: Está constituido por un grupo de observaciones con altos valores de abundancia relativa y de constancia de la fase vegetativa II en todas las especies. En *Setaria spp.* se registra la fenofase de prefloración con altos valores de abundancia relativa y bajos de constancia. Esta especie presentó un solapamiento parcial de esta fenofase y la vegetativa II.

Este grupo está constituido por las observaciones realizadas principalmente en la tercera, y en menor proporción en la quinta semana del ensayo.

Grupo 8: Este grupo está constituido por un conjunto de observaciones caracterizado por los altos valores de abundancia relativa y constancia de la fase

vegetativa II de las especies *Setaria* spp., *Digitaria sanguinalis*, *Brassica campestris*, *Amaranthus quitensis*, *Chenopodium album* y *Helianthus annuus*. En tanto que *Portulaca oleraceae* presenta una alta constancia y dominancia de la fase de prefloración.

En este grupo no hay solapamiento de fenofases en la especie y está constituido por las observaciones realizadas en la cuarta semana del ensayo.

II -Grupo B:

Este está conformado por un conjunto de grupos finales que se identifican por la presencia de las fases: vegetativas II, reproductivas y senescente. Entre los grupos es posible distinguir una transición en los valores de abundancia relativa y de constancia de estas fenofases. Así, por ejemplo, se observa una mayor intensidad y/o constancia de la fenofase vegetativa II y nulos de senescencia en el grupo 9 a una mayor intensidad y/o constancia de esta última y bajos o nulos de la primera en el grupo 15.

Como rasgo distintivo, se observa un solapamiento total de las fenofases en las especies de malezas y entre especies, y con un valor bajo de abundancia relativa. En cambio, el cultivo (*Helianthus annuus*), presenta un solapamiento parcial de las fases y valores altos de abundancia relativa.

De esta forma, la presencia de las distintas fenofases en las poblaciones específicas y su solapamiento en el grupo manifiestan las diferentes modalidades de desarrollo de éstas.

Grupo BI:

Grupo 9: Se caracterizó porque en todas las especies, con excepción de *Brassica campestris*, se registra la fenofase vegetativa II con distinto valor de abundancia relativa y constancia. Esta fenofase es dominante en *Setaria* spp. , *Digitaria sanguinalis*, *Amaranthus quitensis* y *Chenopodium album*.

La fenofase de prefloración se registra en todas las especies con distinto valor de abundancia relativa y constancia. Esta fenofase es dominante en *Helianthus annuus*, *Portulaca oleraceae* y *Brassica campestris*.

La fenofase de floración se registra en *Brassica campestris*, *Portulaca oleraceae*, *Setaria spp.*, *Digitaria sanguinalis* y *Chenopodium album* con valores medios a bajos de abundancia relativa y constancia.

Se observa, además, que en *Brassica campestris* y *Portulaca oleraceae* se presenta la fenofase de fructificación- maduración con valores bajos de constancia y abundancia relativa.

Este grupo se caracteriza por el solapamiento total de las fases vegetativas II - reproductivas y de éstas, siendo mayor entre las primeras que en las últimas. El solapamiento se observa tanto en las especies como entre especies. Así, *Amaranthus quitensis* y *Helianthus annuus* registran solapamiento de las fases vegetativas y de prefloración; *Setaria spp.*, *Digitaria sanguinalis*, *Chenopodium album* de las fases vegetativa-prefloración-floración; en *Brassica campestris* se observa el solapamiento de las fases prefloración-floración y fructificación-maduración y, en *Portulaca oleraceae* de éstas y la fase vegetativa.

Este grupo está constituido por las observaciones realizadas en la quinta, sexta y séptima semana del ensayo.

Grupo 10: Se caracteriza porque la fenofase vegetativa II se registra en *Setaria spp.*, *Digitaria sanguinalis*, *Amaranthus quitensis*, *Portulaca oleraceae* y *Chenopodium album* con valores heterogéneos de abundancia relativa y constancia. Esta fenofase es dominante en *Setaria spp.*

La fenofase de prefloración se observa en todas las especies con valores heterogéneos de abundancia relativa y constancia. Esta fenofase es dominante en *Helianthus annuus*, *Chenopodium album*, *Amaranthus quitensis* y *Portulaca oleraceae*.

La fenofase de floración se registra en todas las especies con valores heterogéneos de abundancia relativa y constancia. Esta fenofase es dominante en *Digitaria sanguinalis*.

La fenofase de fructificación y maduración se registra en *Brassica campestris* y *Portulaca oleraceae* y *Setaria spp.* con valores con valores heterogéneos de abundancia relativa y constancia. Esta fenofase es dominante en *Brassica campestris*. Este grupo se caracteriza por el solapamiento parcial de las fases vegetativas II - reproductivas y de éstas, dentro y entre especies. El solapamiento es mayor entre las fases reproductivas que en las vegetativas - reproductivas. Así, *Digitaria sanguinalis*, *Amaranthus quitensis* y *Chenopodium*

album manifiestan solapamiento de las fases vegetativa II -pre floración-floración; mientras que en *Portulaca oleraceae* y *Setaria spp.* se registran el solapamiento de estas y la fase de fructificación-maduración. *Helianthus annuus* y *Brassica campestris* registran solapamiento sólo de las fases reproductivas, la primera de las fases pre floración-floración y la segunda de estas con la fase de fructificación-maduración.

Este grupo está constituido por las observaciones realizadas en la séptima semana del ensayo.

Grupo 11: La fenofase vegetativa II se registra en *Setaria spp.*, *Digitaria sanguinalis*, *Portulaca oleraceae*, *Amaranthus quitensis* y *Chenopodium album* con valores heterogéneos de abundancia relativa y constancia. Es la fase dominante en: *Amaranthus quitensis* y *Chenopodium album*.

La fenofase de pre floración se registra en todas las especies de malezas con valores heterogéneos de abundancia relativa y constancia.

La fenofase de floración se registra en todas las especies con valores heterogéneos de abundancia relativa y constancia. Es la fase dominante en *Helianthus annuus*.

La fenofase de fructificación y maduración se registra en todas las especies, salvo en *Amaranthus quitensis*, con valores heterogéneos de abundancia relativa y constancia. Es la fase dominante en *Portulaca oleraceae*.

La fenofase de senescencia se registra únicamente en *Setaria spp.* y en *Brassica campestris* con bajos valores de abundancia y constancia.

Este grupo se caracteriza por el solapamiento total de las fases vegetativa II - reproductiva y de éstas, dentro y entre especies. El solapamiento es mayor entre las fases reproductivas que entre las vegetativas - reproductivas. Así, *Digitaria sanguinalis*, *Portulaca oleraceae* y *Chenopodium album* manifiestan solapamiento entre las fases vegetativa-pre floración-floración y fructificación-maduración en tanto que *Amaranthus quitensis* presenta solapamiento de las tres primeras fases. En *Setaria spp.* se superponen las fases vegetativas-reproductivas-senescentes, siendo total el solapamiento entre las fases reproductivas y parcial con la senescente. En *Brassica campestris* se superponen las fases reproductivas-

senescentes, siendo total el solapamiento entre las fases reproductivas y parcial con la senescente. Y en el cultivo existe un solapamiento parcial de las fases de floración y fructificación-maduración.

Este grupo está constituido por las observaciones realizadas en la octava y novena semana del ensayo.

Grupo BIII:

Grupo 12: La fenofase vegetativa II se registra en *Setaria spp.*, *Digitaria sanguinalis*, *Portulaca oleraceae*, *Amaranthus quitensis* y *Chenopodium album* con valores heterogéneos de abundancia relativa y constancia.

La fenofase de prefloración se registra en *Setaria spp.*, *Digitaria sanguinalis*, *Brassica campestris*, *Amaranthus quitensis* y *Chenopodium album* presentando valores heterogéneos de abundancia relativa y de constancia. Es la fenofase dominante de *Chenopodium album*.

La fenofase de floración se registra en todas las especies con valores heterogéneos de abundancia relativa y bajos constancia. Esta fenofase no es dominante en ninguna especie.

La fenofase de fructificación y maduración se registra en todas las especies con valores heterogéneos de abundancia relativa y bajos constancia. Esta fenofase es dominante en *Brassica campestris* y en *Portulaca oleraceae*.

La fenofase de senescencia en *Setaria spp.* y *Brassica campestris* se registra con valores medios de constancia y bajos abundancia relativa. Mientras que en *Digitaria sanguinalis* se presenta con valores bajos de constancia y de abundancia relativa.

Este grupo está constituido por las observaciones realizadas en la 8^a, 9^a y 10^a semana.

Grupo 13: La fenofase vegetativa II se registra sólo en *Portulaca oleraceae*, *Amaranthus quitensis* y *Chenopodium album* con valores medios de constancia y heterogéneos de abundancia relativa. Siendo la fenofase dominante en *Amaranthus quitensis*.

La fenofase de prefloración se registra en *Brassica campestris*, *Portulaca oleraceae*, *Amaranthus quitensis* y *Chenopodium album* presentando valores heterogéneos de constancia y abundancia relativa.

La fenofase de floración se registra en todas las especies de malezas con valores heterogéneos de abundancia relativa y constancia. Es la fenofase dominante en *Chenopodium album*.

La fenofase de fructificación y maduración se registra en todas las especies siendo dominante en todas las especies, con excepción de *Setaria spp.* y *Helianthus annuus* (tabla 5.1).

La fenofase de senescencia se registra en *Setaria spp.*, *Digitaria sanguinalis*, *Brassica campestris* y *Helianthus annuus* con valores heterogéneos de constancia y abundancia relativa, siendo la fenofase dominante en *Setaria spp.*

Este grupo está constituido por las observaciones realizadas en las semanas 10^a y 11^a.

Grupo BIV:

Grupo 14: La fenofase vegetativa II en *Amaranthus quitensis* y en *Chenopodium album* se registra con altos valores de constancia y bajos de abundancia relativa.

La fenofase de prefloración se registra en: *Brassica campestris*, *Amaranthus quitensis* y *Chenopodium album* presentando valores heterogéneos de constancia y abundancia relativa.

La fenofase de floración en *Setaria spp.*, *Brassica campestris*, *Amaranthus quitensis* y *Chenopodium album* se registra con heterogéneos valores de constancia y de abundancia relativa y es la fenofase dominante en *Setaria spp.*

La fenofase de fructificación y maduración se registra *Digitaria sanguinalis*, *Brassica campestris*, *Amaranthus quitensis* y *Chenopodium album* con valores heterogéneos de constancia y abundancia relativa. Esta fenofase es dominante en estas especies. En tanto que, en *Setaria spp.* se registra con valores medios de constancia y bajos de abundancia relativa.

La fenofase de senescencia en *Setaria spp.*, *Digitaria sanguinalis*, *Brassica campestris*, *Helianthus annuus* se registra con valores altos de constancia y

ANEXO II

ESTUDIO DE LA MORFOLOGÍA POLÍNICA DE LAS PRINCIPALES MALEZAS DEL SUDESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

1. INTRODUCCIÓN

La descripción morfológica de los granos de polen constituye la base de toda investigación palinológica. La construcción de una flora polínica del área de estudio con una descripción correcta de los distintos taxa acompañados por fotomicrografías proporciona una fuente de referencia con la cual se aseguran las determinaciones que provengan de las muestras actuales como también la interpretación del registro fósil.

En esta sección se presenta una caracterización morfológica de los granos de polen de las especies de malezas más conspicuas de los cultivos invierno-primaverales y primavero-estivales de la Estación Experimental Balcarce (Pcia. de Bs. As.) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (EEA-INTA), adecuado para las necesidades del análisis polínico actual y fósil. Esta caracterización no pretende constituirse en una descripción morfológica exhaustiva, utilizable en morfología sistemática o análisis filogenético, todo lo cual excede los límites del presente trabajo. Nuestra caracterización sólo pretende diferenciar los granos de polen de las especies presentes en las comunidades de estudiadas, de manera que sirvan de control para los resultados que aquí se brindan.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1- TRABAJO DE CAMPO:

En la Estación Experimental INTA- Balcarce se coleccionó material para la confección de la palinoteca de referencia. Las especies se eligieron considerando su constancia y/o abundancia en el área en el tiempo del ensayo y en base a la bibliografía (Alonso, 1984; Mazzorca, 1976, Requesens et al. , 1989; Requesens y Madanes, 1991). Se coleccionaron 10 individuos de cada especie.

Las especies coleccionadas a campo fueron herborizadas para su posterior procesamiento del polen. Para la identificación de las mismas se siguió a Cabrera (1968) y Cabrera y Zardini (1978). Asimismo se contó con la colaboración de Agr. S. Alonso, L. Montes y M. Nuciari (Fac. de Cs. Agrarias- EEA-Balcarce)

2. 2. - TÉCNICAS DE LABORATORIO:

2.2.1. - TÉCNICAS DE PREPARACIÓN DE POLEN ACTUAL PARA REFERENCIA:

Los granos de polen procedentes de herbarios fueron sometidos a tratamientos especiales que permitieron estudiar su morfología con precisión y seguridad. Dichos tratamientos tienen el objetivo de remover las sustancias (aceites extraexínicos) que rodean a la exina así como el material citoplasmático dejando sólo la exina (pseudo fosilización del grano).

Todo el material incorporado a la palinoteca fue preparado siguiendo el mismo procedimiento de modo que sus elementos fuesen comparables. Así, de los 10 ejemplares seleccionados por cada especie en el campo se tomaron varias flores (o inflorescencias) del mismo ejemplar.

El polen de cada especie fue removido de las anteras en vidrio de reloj bajo lupa. El material fue colocado en ácido acético glacial en tubos de centrifuga de 50 ml, y centrifugados de 3 a 5 minutos a 1500 rpm para concentrar el residuo disperso. Luego, se eliminó el ácido acético y se realizó el tratamiento con 5 cc de mezcla acetolítica (9 partes de ácido acético y 1 de ácido sulfúrico) llevando a ebullición (baño María) durante 5-8 minutos. Se centrifugó durante 5 minutos y se descartó el sobrenadante. Después se lavó con 5 ml de ácido acético y finalmente se realizó una serie de lavados con agua destilada para asegurar que el residuo quedó libre de trazas del reactivo usado. Para su posterior inclusión en glicerina (0.5 μ l) y centrifugado. Luego, se descartó el sobrenadante y se repitió el centrifugado durante aproximadamente 15 minutos y se volcó nuevamente el sobrenadante. La muestra quedó concentrada en el fondo del tubo, incluida en glicerina. Los residuos se guardaron en tubos para su posterior análisis morfológico.

El montaje se realizó tomando con una micropipeta automática de 20 μ l una alícuota del residuo previamente homogeneizado con vórtex que se colocó en el portaobjetos con un ansa de alambre fino. Se utilizó glicerina como medio de inclusión y no se utilizaron colorantes. Para sellar el perímetro del cubreobjetos se agregaron unas gotas de parafina alrededor de la preparación, se colocó sobre ellas el cubreobjetos y se fundió la parafina lográndose así un sellado total de la preparación. Los preparados fueron rotulados.

2. 2.2 - ANÁLISIS MICROSCÓPICO:

Se midieron y describieron los rasgos morfológicos de los granos de polen de las distintas especies. Para cada especie se consideraron 20 granos del preparado. Para cada rasgo estudiado factible de ser cuantificado se calculó la media que es el número usado en la descripción.

Los granos de polen se analizaron con un fotomicroscopio Olympus BH-2, con un aumento de 1000x, inmersión. La observación de los mismos se realizó según los pasos de la técnica lux-obscuritas (L.O.), resumida por G. Erdtman (1943) basado en lo que se denomina "regla de Welker". Algunas características morfológicas que presentaron dificultad fueron observadas con un microscopio con una fuente de iluminación en contraste de fase.

Las descripciones microscópicas estuvieron acompañadas por fotomicrografías de los granos en dos vistas: ecuatorial y polar tomadas con un objetivo de 1000 x, con película Kodax Panatomix e Ildford Pan F, reveladas con Microdol X y copiadas en papel brillante de alta sensibilidad. En este trabajo se presentan las fotomicrografías sólo para algunas especies.

2. 3. - ESTUDIO DE LA MORFOLOGÍA POLÍNICA:

Los siguientes caracteres están consignados en orden de importancia para su identificación. Se describe en primer término la forma del grano, luego el tipo de apertura, el tipo de escultura de la exina seguidas por el engrosamiento, las características del poro y del colpo, y finalmente la forma del contorno ecuatorial (amb).

La nomenclatura seguida es fundamentalmente la de Faegri e Iversen (1950, 1964, 1975). Para el control de los tipos polínicos se siguió a Erdtman 1943; 1969, 1971; Richardes, 1970; Hauser, 1971; Huang, 1971; Moore y Webb, 1978; Morbelli, 1980; Makgrarf y D'Antoni, 1978.

Se indican para algunas especies comentarios de las descripciones realizadas por otros autores.

3. RESULTADOS: *Descripción de las especies:*

MAGNOLIOPSIDA

AMARANTHACEAE

Alternanthera philoxeroides (Mart.) Griseb. Grano esferoidal, periporado (12 poros); fenestrado (5-6 gonales), microequinado. Espesor de la exina 2.3 μm .

Dimensiones: diámetro de 23 μm

Amaranthus hybridus var. *quitensis* H.B.K. Grano prolado-esferoidal, periporado, psilado. Espesor de la exina: 2 μm . Poro circular. Diámetro del poro: 2 μm . Número total de poros: mayor de 45.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 26 μm ; diámetro polar: 25 μm (Foto 1).



Foto1. *Amaranthus hybridus* var. *quitensis*

Anagallis arvensis L.. Grano suboblado, tricolporado, per-reticulado. Espesor de la exina: 1.5 μm . Poro lalongado. Con costae colpi. Amb: intersubangular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 28 μm ; diámetro polar: 21 μm .

Comentario: Webb (1978) describe la especie. Su material incluye granos. trizonocolpado con endocolpio transversal presente, ya sea con forma de bote (con puntas agudas) o fusionados (con los endocolpos adyacentes formando una guarda ecuatorial).

APIACEAE

Ammi majus L. Grano perprolado tricolporado, psilado. Espesor de la exina en el ecuador: 2.3 μm , adelgazamiento polar: 1.5 μm . Poro lalongado. Con costae colpi. Amb: intersubangular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 32 μm ; diámetro polar: 15 μm (Foto 2).



Foto 2. *Ammi majus*. Vista ecuatorial;

Ammi viznaga (L.) Lam. Grano perprolado, tricolporado, psilado. Espesor de la exina en el ecuador: 2.55 μm . Longitud del colpo 14.25 μm . Con costae colpi. Poro lalongado 3.6 x 1.5 μm . Amb: elíptico.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 25.1 μm ; diámetro polar: 11.5 μm

ASTEREAE

ANTHEMIDEAE

Artemisia annua L. Grano oblado-esferoidal, tricolporado, micro-equinado. Espesor de la exina: 2.5 μm , (extexina 0.5 μm , mesexina 1.5 μm , endexina 0.5 μm): circular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 17.5 μm ; diámetro polar: 19.5 μm

Cotula australis (Sieb.) Hook. Grano esferoidal, tricolporado, equinado. Espinas: 2.5 a 3 μm de longitud. Espesor de la exina: 2.4 μm , (ectexina 0.6 μm , mesexina 1.1 μm , endexina 0.10 μm). Amb: intersemiangular.

Dimensiones: Diámetro: 23 μm

Comentario: Hausser (1971) describe los granos de esta especie de forma esferoidal-subprolado y amb: circular-subcircular

Matricaria chamomilla L. Grano oblado-esferoidal, tricolporado, equinado. Espinas: 3 a 3.5 μm de longitud. Espesor de la exina 4 μm . Poro lalongado. Con costae colpi. Amb: semiangular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 23 μm ; diámetro polar: 25 μm

Conyza bonariensis (L.) Cronq. Grano suboblado, tricolporado, equinado. Espinas 3 μm de longitud. Espesor de la exina: 1.1 μm . Amb: circular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 15 μm ; diámetro polar: 20 μm

Solidago chilensis (L.) Cronq. Grano suboblado, tricolporado, equinado. Espinas 3 μm de longitud. . Espesor de la exina: 1.1 μm . Amb: circular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 15 μm ; diámetro polar: 20 μm

Comentario : los granos de esta especie son descritos por Markgraf y D'Antoni (1978).

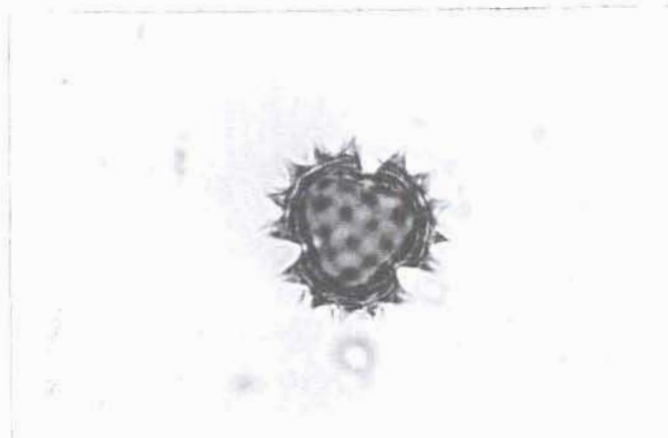


Foto 3. *Solidago chilensis*. Vista polar

Crepis setosa Hall. f. Grano suboblado, tricolporado, fenestrado (tipo Taraxum, diseño lacunar), equinado. Espinas de 2 a 2.5 μm de longitud. Espesor de la exina: 4.6 μm . Amb: hexagonal.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 20 μm ; diámetro polar: 25 μm

Hypochoeris radicata L. Grano prolado-esferoidal, tricolporado, fenestrado (tipo Taraxum, diseño lacunar), equinado. Longitud de la espina de 2 μm . Espesor de la exina: 6.7 μm . Amb: hexagonal.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 31 μm ; diámetro polar: 30 μm

Comentario: Wadehouse (1935) describe esta especie su material incluye granos oblado-esferoidal de menor diámetro (19.4 - 20.5 μm) (Foto 4)



Foto 4. *Hypochoeris radicata*

Sonchus oleraceus L. Grano suboblado, tricolporado, fenestrado (tipo Taraxum, diseño lagunar), equinado. Espinas de 2, 5 a 3 μm de longitud. Espesor de la exina: 5.4 μm . Amb: hexagonal.

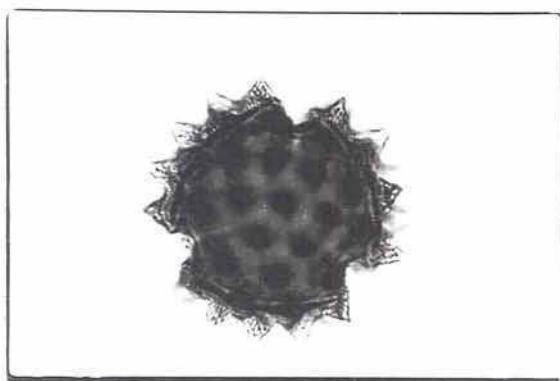
Dimensiones: diámetro ecuatorial: 36 μm ; diámetro polar: 42 μm

Comentario: Huang (1972). Describe la especie, su material incluye granos de mayor diámetro (25-35 x 32-45 μm).

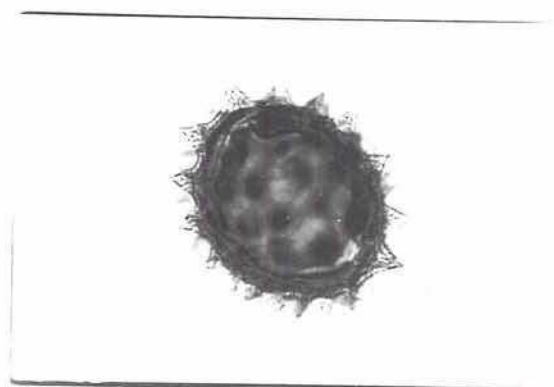
Taraxacum officinale Web. Grano suboblado, tricolporado, fenestrado (tipo Taraxum, diseño lagunar), echinado. Espinas de 2, 5 a 3 μm de longitud. Espesor de la exina 7.22 μm . Amb hexagonal.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 32 μm ; diámetro polar: 38 μm

Carduus acanthoides L. Grano suboblado, tricolporado, equinado. Espinas de 5.4 μm longitud. Espesor de la exina 2.7 μm (ectexina 1.4 μm , mesexina 0.6 μm , endexina 0.7 μm). Amb: semiangular. Dimensiones: diámetro ecuatorial: 37 μm ; diámetro polar: 44 μm (Foto 5 a y b)



a)



b)

Foto 5. *Carduus acanthoides*: a) vista ecuatorial, b) vista polar

EUPATOREAE

Galinsoga parviflora Cav. Grano oblado, tricolporado, equinado. Espinas de 4.5 μm de longitud. Espesor de la exina 2 μm . Poro lalongado. Amb: circular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 10 μm ; diámetro polar: 19 μm

Xanthium spinosum L. Grano suboblado, tricolporado, equinado. Espinas de 1.5 a 2 μm de longitud. Espesor de la exina 1.6 μm , mediana. Amb semiangular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 20 μm ; diámetro polar: 23 μm (Foto 6)



Foto 6. *Xanthium spinosum*. Vista ecuatorial

SENECIODEAE

Senecio bonariensis Hook et Arn. Grano esferoidal, Tricolporado, equinado. Espinas cónicas de 2.5 μm de longitud, base de la espina 5 μm de diámetro. Espesor de la exina 2.3 μm . Con costae colpi. Colpo largo y angosto, 20.3 μm de longitud. Poro lalongado. Amb: circular.

Dimensiones: diámetro 23.5 μm

Senecio madagascariensis Poir. Grano oblado- esferoidal, tricolporado, equinado. Espinas de 3 a 3.5 μm de longitud. Espesor de la exina: 1.32 μm . Con costae colpi. Amb: circular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 20 μm ; diámetro polar: 21 μm

Senecio patagonica Hook et Arn. Grano prolado – esferoidal, tricolporado, equinado. Espinas cónicas de 3 a 3.5 μm de longitud. Espesor de la exina 2.6 μm Colpo largo y angosto. Poro lalongado. amb: circular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 28.5 μm ; diámetro polar: 25 μm .

BRASSICACEAE

Brassica campestris L. Grano esferoidal, tricolporado, per-reticulado. Muros 0.5 μm de amplitud, simplecolumelado, lumen 1 μm de diámetro. Espesor de la exina: 2 μm . Amb: circular.

Dimensiones: diámetro 20 μm .

Capsella bursa-pastoris (L.) Medikus. Grano prolado, tricolporado, per-reticulado. Hetrobrocado. Espesor de la exina 1.5 μm . Amb circular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 38 μm ; diámetro polar: 19 μm

Comentario: Huang (1972) describe los granos de esta especie como 3-4 colpados, prolado a prolado esferoidal, de menor diámetro ecuatorial 20-24 μm

Cardamine hirsuta L. Grano oblado-esferoidal, tricolporado, per-reticulado. Hetrobrocado. Simplecolumelado. Espesor de la exina 2 μm . Amb: circular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 52 μm ; diámetro polar: 55 μm

Coronopus didymus(L.) Smith. Grano suboblado, tricolporado, per-reticulado, homobrocado. Muro 0.5 a 1 μm de amplitud, simplecolumelado, lumen < 1 μm de diámetro. Espesor de la exina: 2 μm . Amb: semiangular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 18 μm ; diámetro polar: 22 μm (Foto 7)



Foto 7. *Coronopus didymus*. Vista polar

Diplotaxis tenuifolia (L.) DC. Grano oblado-esferoidal, 3-4 colpate, per-reticulado. Homobrocado. Muro 0.5 μm de ancho, simplecolumelado, lumen de 1 a 1.5 μm de diámetro. Espesor de la exina: 3.7 μm (ektexina 2.7 μm , endexina 1 μm). Amb: circular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 35 μm ; diámetro polar: 37 μm

Lobularia maritima (L.) Desv. Grano oblado-esferoidal, tricolpado, per-reticulado. Heterobrocado. Muro: 0.5 μm de ancho, simplecolumelas, lumen de 1 a 1.5 μm de diámetro. Espesor de la exina: 1.95 μm . Amb: circular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 17 μm ; diámetro polar: 18 μm

Raphanus sativus L. Grano suboblado, tricolpado, per-reticulado. Homobrocado. Muro 0.5 μm de ancho, simplecolumelado, lumen 1.5 μm de diámetro. Espesor de la exina: 1.95 μm . Amb: circular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 21 μm ; diámetro polar: 27 μm

BORAGINACEAE

Echium plantaginum L.. Grano prolado, Grano subisopolar. tricolporado, microreticulado. Espesor de la exina: 1 μm . Poro circular de 5 μm diámetro, situados más cerca de un polo que de otro. Amb: intersubangular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 17 μm ; diámetro polar: 12 μm (Foto

8)



Foto 8. *Echium plantaginum*. Vista ecuatorial

Heliotropium amplexicaule Vahl. Grano prolado, heterocolpado, psilado. Espesor de la exina: 1.4 μm .. Poro circular: 3.8 μm de diámetro, con annulus delgado. Constricción ecuatorial del colpo. Con costae colpi. Amb: semilobado.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 34.5 μm ; diámetro polar: 23.8 μm

CARYOPHYLLACEAE

Stellaria media (L.) Vill. Periporado, perforado. Grano oblado- esferoidal, Espesor de la exina: 3.7 μm .. Poro circular, 5 μm de diámetro, annulus 0.5 μm de amplitud. Número de poros: 11-13. Dimensiones: diámetro ecuatorial: 33 μm ; diámetro polar: 36 μm

Comentario: Huang (1972) describe esta especie. Su material incluye granos de mayor diámetro ecuatorial.

CHENOPODIACEAE

Chenopodium album L. Grano oblado-esferoidal, periporado, psilado. Espesor de la exina: 2.25 μm .. Poro circular: 0.65 μm de diámetro, annulus 0.5 μm de amplitud. Número de poros: 40-49.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 25 μm ; diámetro polar: 26 μm (Foto 9)



Foto 9. *Chenopodium album*

EUPHORBIACEA

Euphorbia peplus L. Tricolpado, suprareticulado. Grano oblado-esferoidal. Espesor de la exina: 2.45 μm . Margo con un grueso costae colpi Amb: circular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 18 μm ; diámetro polar: 19 μm (Foto 10)

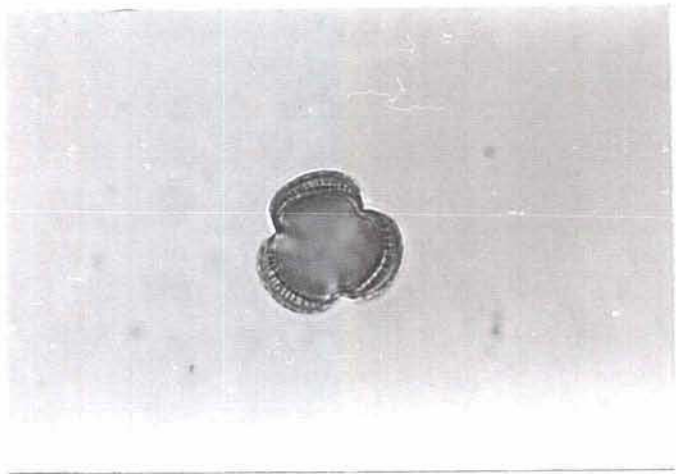


Foto 10. *Euphorbia peplus*. Vista polar

GERANIACEAE

Geranium dissectum L. Grano oblado-esferoidal, tricolpado, clavado. Espesor de la exina: 5 μm .. Colpo corto 14.55 μm . Amb: circular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 56 μm ; diámetro polar: 61 μm

LABIATAE

Lamium amplexicaule L. Grano oblado-esferoidal, Tricolpado, supra-reticulado. Espesor de la exina de 1 a 1.5 μm .. Colpo 24 x 8 μm . Amb: circular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 28 μm ; diámetro polar: 30 μm

FABACEAE

Lotus tenuis Woldat et. Vit. Grano prolado , tricolporado , psilado. Espesor de la exina : 0.5 μm . Longitud del colpo 10.5 μm . Poro lalongado. Con costae colpi. Amb: circular. .

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 15.6 μm ; diámetro polar: 10.4 μm (Foto 11)



Foto 11. *Lotus tenuis* Vista ecuatorial

Medicago lupulina L. Grano subprolado, tricolporado, supra-reticulado. Espesor de la exina de 2 μm . Colpo con constricción en el ecuador. Con costae colpi delgado. Amb: circular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 25 μm ; diámetro polar: 20 μm (Foto 12)

Comentario: Huang (1972) describe también esta especie su material incluye granos prolados- esferoidal de amb: circular-semiangular.



Foto 12. *Medicago lupulina*. Vista ecuatorial

OXALIDACEAE

Oxalis chrysantha L.. Grano suboblado, tricolporado, supra-reticulado. Muro menor de 0.5 μm de ancho, simplecolumnela, lumen menor de 1 μm de amplitud. Espesor de la exina de 1.5 μm . Colpo 23 x 7 μm . Con margo delgado. Mediana. A amb: circular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 30 μm diámetro polar: 35 μm

PAPAVERACEAE

Fumaria capreolata L. Grano oblado, hexaporado, frustilado. Espesor de la exina de 2 a 2.5 μm . Poro 10 μm de diámetro, annulus 2.6 μm de ancho.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 27 μm ; diámetro polar: 37 μm

POLYGONACEAE

Polygonum aviculare L. Grano subprolado, tricolporado, micro-reticulado. Espesor de la exina de 2.5 μm (ectexina 1.4 μm , endexina 1.1 μm). Endocolpo

meridional, colpo angosto, constreñido en el ecuador, con costae colpi. Ancho del intercolpo $2 \mu\text{m}$. Amb, circular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: $27.5 \mu\text{m}$; diámetro polar: $23 \mu\text{m}$ (Foto 13 a y b)



a)



b)

Foto 13. *Polygonum aviculare*. Vista ecuatorial a) vista ecuatorial, b) vista polar

RUTACEAE

Ruta chilensis L. Grano subprolado, tricolporado, micro-reticulado.. Espesor de la exina de $1.75 \mu\text{m}$. Poro lalongado. Con costae colpi. Amb: circular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: $30 \mu\text{m}$; diámetro polar: $26 \mu\text{m}$

SCRAPHULARIACEAE

Cymbalaria muralis Geutr. Meyer et Scherb. Grano subprolado, tricolporado, per-reticulado.. Espesor de la exina de 0.05 a $1 \mu\text{m}$. Poro lalongado. Con costae colpi; Amb :circular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: $18 \mu\text{m}$; diámetro polar: $15 \mu\text{m}$

Verónica arvensis Poir. Grano prolado-esferoidal, pericolporado, micro-equinado. Espesor de la exina de 2 a $2.5 \mu\text{m}$ (ektexina $1.3 \mu\text{m}$, endexina $0.7 \mu\text{m}$). Poro lalongado. Con costae colpi. Amb: circular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: $33 \mu\text{m}$; diámetro polar: $32 \mu\text{m}$

Verónica didyma Poir. Grano oblado-esferoidal, tricolpado, per-reticulado, hetrobrochado. Simplecolumelas. Espesor de la exina 1.9 μm . Amb: intersubangular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 17 μm ; diámetro polar: 18 μm

SOLANACEAE

Petunia axillaris (Lam.) B.S.P.. Grano subprolado, tricolporado, débilmente estriado. Espesor de la exina 1.3 μm □m. Poro lalongado. Colpo largo, con constricción ecuatorial. Amb: circular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 32.8 μm ; diámetro polar: 28.4 μm □m

Physalis viscosa L. Grano prolado-esferoidal, tricolporado, psilado. Espesor de la exina de 1 a 1.5 μm . Poro lalongado. Amb: intersubangular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 24.5 μm ; diámetro polar: 21.5 μm

VIOLACEAE

Viola arvensis Murray. Grano prolado-esferoidal, pentacolporado, psilado. Espesor de la exina en el ecuador 2.5 μm . Amb: intersubangular. Dimensiones: diámetro ecuatorial: 59 μm ; diámetro polar: 54 μm

Comentario: Webb (1978). Describe esta especie. Su material incluye granos tetrazonocolporado; psilados o scabrados, verrugados.

LILIOPSIDA

AMARILIDACEAE

Zephyranthes mínima L. Grano prolado, monocolpado, reticulado. Heterobrocado, muro: 1.6 μm . Espesor de la exina de 2.85 μm . Colpus tan largo como el grano. Amb: elíptico.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 79.05 μm ; diámetro polar: 51 μm

LILIACEAE

Brodiaea uniflora (Lind.) Engl. Grano prolado , monocarpado , micro-reticulado.. Espesor de la exina de 1.75 μm . Colpus 28 μm , angosto; margo angosto.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 32 μm ; diámetro polar: 22 μm

Nothoscordum inodorum (Ait.) Nicholson. Grano suboblado , monocarpado, micro-reticulado. Espesor de la exina :1 μm Colpus 29 μm , angosto.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 30 μm ; diámetro polar: 24 μm .

POACEAE

AVENEAE

Lophochloa phleoides (Vill.) Reinchenb. Grano oblado-esferoidal, monoporado , psilado.. Espesor de la exina de 1 μm . Poro circular, diámetro: 3 μm , diámetro del opérculo: 1.3 μm , ancho del annulus: 2.45 μm .

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 28.4 μm ; diámetro polar: 29.5 μm

ANDROPOGONEAE

Bothriochloa laguloires (D.C.) Pilger. . Grano oblado-esferoidal , monoporado , psilado. Espesor de la exina: 0.9 μm . Poro circular, diámetro: 3.5 μm , diámetro del opérculo: 2.6 μm , ancho del annulus: 3 μm .

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 39.1 μm ; diámetro polar: 41.05 μm

CHLORIDEAE

Eleusine indica (L.) Gaetner. Grano oblado-esferoidal, monoporado , psilado.. Espesor de la exina: 1.3 μm . Poro circular, diámetro: 2.5 μm , ancho del annulus: 2.9 μm .

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 33.4 μm ; diámetro polar: 33.9 μm

FESTUCEAE

Briza subaristata Lam. Grano subprolado , monoporado , psilado. Espesor de la exina : 0.8 μm . Poro circular, diámetro: 3 μm , diámetro del opérculo: 1 μm , espesor del annulus: 2.3 μm .

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 37 μm ; diámetro polar: 32 μm

Bromus sp. L. Grano suboblado , Monoporado , psilado. Espesor de la exina : 1.4 μm . Poro circular, diámetro: 3 μm , opérculo 1.4 μm de diámetro, annulus 1.9 μm de ancho.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 34.5 μm ; diámetro polar: 29 μm

Cynodon dactylon (L.) Pers. Grano esferoidal , monoporado, psilado. Espesor de la exina: 2 a 3 μm Poro circular, diámetro: 2.3 μm , operculado, ancho del annulus 2.3 μm .Dimensiones: diámetro 27 μm (Foto 14).

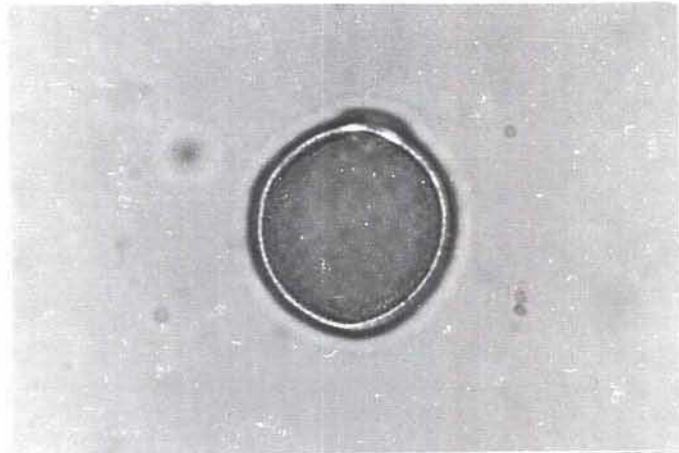


Foto 14. *Cynodon dactylon*.

Poa annua L. Monoporado , psilado. Grano oblado-esferoidal . Espesor de la exina :1.5 μm . Poro circular, diámetro 2.3 μm , operculado , ancho del annulus 1.6 μm

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 28 μm ; diámetro polar: 29 μm (Foto 15)

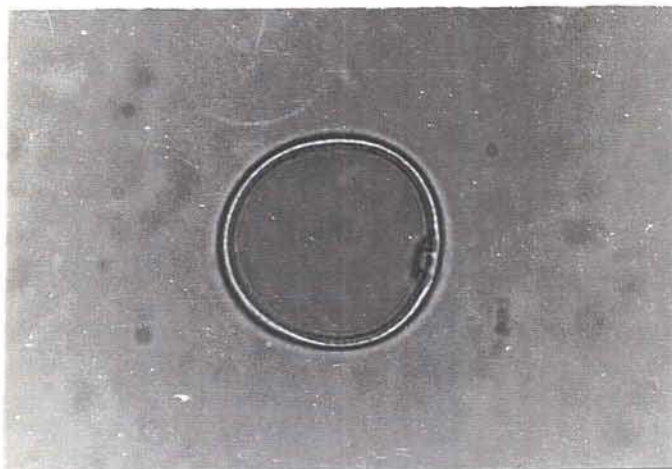


Foto 15. *Poa annua*.

Poa resinulosa Nees. Grano prolado-esferoidal, monoporado, psilado..
Espesor de la exina : 1.5 μm .Poro circular, diámetro: 2.5 μm , diámetro del opérculo:
1.8 μm , ancho del annulus: 2.6 μm .

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 25 μm ; diámetro polar: 24 μm

PANICEAE

Digitaria sanguinalis (L.) Scopoli. Grano oblado - esferoidal ,,
Monoporado, psilado. Espesor de la exina : 1.3 μm .. Poro circular, diámetro :
3.1 μm , ancho del annulus: 2.6 μm .

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 31.7 μm ; diámetro polar: 32.5 μm

Paspalum quadrifarium Lam. . Grano prolado - esferoidal, monoporado,
psilado. Espesor de la exina: 1.3 μm . Poro circular, diámetro: 2.25 μm ancho del
annulus: 2.8 μm

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 31.4 μm ; diámetro polar: 31.7 μm

Setaria verticillata (Lam.) Beauv. Grano prolado - esferoidal, monoporado,
psilado. Espesor de la exina: 1.3 μm . Poro más o menos circular, diámetro: 1.7 μm ,
ancho del annulus: 2.5 μm .

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 31.7 μm ; diámetro polar: 32.5 μm

Setaria viridis (L.) Beauv. Grano prolado - esferoidal, monoporado, psilado. Espesor de la exina: 1.07 μm . Poro circular, diámetro: 2.6 μm , diámetro del opérculo (sí presente): 1.3 μm , ancho del annulus: 2.7 μm .

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 32.3 μm ; diámetro polar: 32.2 μm .

PHALARIDEAE

Phalaris sp. L. Grano subprolado, monoporado, psilado. Espesor de la exina: 1.3 μm . Poro circular, diámetro: 3 μm , diámetro del opérculo: 1 μm , ancho del annulus: 2.8 μm .

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 40 μm ; diámetro polar: 35 μm .

TRITICACEAE

Hordeum leporinum Link. Grano subprolado, monoporado, psilado. Espesor de la exina: 2 μm . Poro circular, diámetro: 3.6 μm , diámetro del opérculo: 2.4 μm , ancho del annulus: 2.5 a 3 μm .

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 43 μm ; diámetro polar: 37 μm .

ESPECIES CULTIVADAS

HELIANTHEAE

Helianthus annuus L. Grano suboblado, tricolporado, equinado. Espinas cónicas de 6 a 7.5 μm , base de la espina 6 μm . Espesor de la exina: 1.5 μm . Colpo: 15 μm de largo, poro alargado: 12.3 x 1.1 μm , amb: circular.

Dimensiones: diámetro ecuatorial: 29.5 μm ; diámetro polar: 33.2 μm .

MAIDEAE

Zea mays L. Grano prolado esferoidal, monoporado, psilado. . Espesor de la exina de 1.95 μm . Poro bien definido, más o menos circular, 12.4 μm de diámetro, annulus: 6.3 μm de ancho.

Romero

Anexo III.: c) Taxa censadas en la vegetación y sin registro polínico. Lista florística completa, taxa analogados a los tipos polínicos, formas de vida (FV), época de floración (EF) y de dispersión (D). Se indica los valores de abundancia-cobertura (%) o presencia (X) en los distintos ambientes: Relictual (Rel), Parquizado (Parq), Agroproductivo (Agro), *Helianthus annuus* /malezas (H.m)

Especies	Taxa	FV	EF	D	Rel	Parq	Agro	H.m
<i>Baccharis articulata</i>	<i>Baccharis</i>	Ch	p-e	Z	1.58			
<i>Juncus</i> sp.	<i>Juncus</i> sp.	H	p-e	A	1.1			
Liliaceae	Liliaceae	G	p-e	Z	0.1			
<i>Archyrocline satureioides</i>	<i>Archyrocline satureioides</i>	Ch	p-e	Z	2.5			
<i>Psidium luridum</i>	<i>Psidium luridum</i>	F	p-e	Z	0.63			
<i>Triticum durum</i>	<i>Triticum durum</i>	H	ip/pe	Z				15.63
<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	T	Cleistogama	Z			3.2	13.16
<i>Viola arvensis</i>	<i>Viola arvensis</i>	T	i-p	Z			0.1	
<i>Galinsoga parviflora</i>	<i>Galinsoga parviflora</i>	T	i-p	Z	0.0			
<i>Evolvulus sericeus</i>	<i>Evolvulus sericeus</i>	T	p-e	Z	0.35			
<i>Zephyranthes minima</i>	<i>Zephyranthes</i>	G	p-e	Z	0.01			
<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae	F	i-p	Z		x		
<i>Araucaria bidwillii</i>	Araucareaceae	F	i-p	A		x		
<i>Catalpa speciosa</i>	Bignoneaceae	F	i-p	Z		x		
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Bignoniaceae	F	i-p	Z		x		
<i>Abelia grandiflora</i>	Caprifoliaceae	F	i-p	Z		x		
<i>Bahuinia candicans</i>	Cesalpinoideae	F	i-p	Z		x		
<i>Juniperus sabina</i>	Cupressaceae	F	i-p	A		x		
<i>Ginkgo biloba</i>	Ginkgoaceae	F	i-p	A		x		
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Hammamelidaceae	F	i-p	Z		x		
<i>Phormium tenax</i>	Liliaceae	F	i-p	Z		x		
<i>Acacia</i> sp.	Mimosoideae	F	i-p	Z		x		
<i>Acacia dealbata</i>	Mimosoideae	F	i-p	Z		x		
<i>Acacia meamsii</i>	Mimosoideae	F	i-p	Z		x		
<i>Acacia melanoxylon</i>	Mimosoideae	F	i-p	Z		x		
<i>Albizia julibrissin</i>	Mimosoideae	F	p-e	Z		x		
<i>Callistemon rigidus</i>	Mimosoideae	F	i-p	Z		x		
<i>Robinia pseudo-Acacia</i>	Papilionoideae	F	i-p	Z		x		
<i>Abies</i> sp.	Pinaceae	F	i-p	A		x		
<i>Picea</i> sp.	Pinaceae	F	i-p	A		x		
<i>Pittosporum</i> sp.	Pitosporaceae	F	i-p	Z		x		
<i>Chaenomeles lagenaria</i>	Rosaceae	F	i-p	Z		x		
<i>Cotoneaster</i> sp.	Rosaceae	F	i-p	Z		x		
<i>Prunus</i> sp.	Rosaceae	F	i-p	Z		x		
<i>Pyracantha</i> sp.	Rosaceae	F	i-p	Z		x		
<i>Populus alba</i>	Salicaceae	F	i-p	A/Z		x		
<i>Populus</i> sp.	Salicaceae	F	i-p	A/Z		x		
<i>Persea americana</i>	Saxifragaceae	F	i-p	Z		x		
<i>Cryptomeria japonica</i>	Taxodiaceae	F	i-p	A		x		
<i>Taxodium distichum</i>	Taxodiaceae	F	i-p	A		x		
<i>Tilia</i> sp.	Tiliaceae	F	i-p	A		x		
<i>Ulmus</i> sp.	Ulmaceae	F	i-p	A		x		

Powers