

# ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES DE MALEZAS ASOCIADAS A LOS SISTEMAS DE SIEMBRA DIRECTA EN URUGUAY

Amalia Ríos<sup>1</sup>  
Grisel Fernández<sup>2</sup>  
Leonardo Collares<sup>1</sup>

## Resumen

En Uruguay, los establecimientos con tradición en sistemas de producción bajo siembra directa, han experimentado en este último quinquenio, un proceso de agriculturización creciente asociado a la siembra de soja transgénica. En esta situación, la inversión de la flora de malezas puede ser un problema a corto plazo existiendo además, el riesgo de la aparición de biotipos de malezas resistentes a herbicidas, principalmente glifosato, lo cual puede condicionar marcadamente tanto la productividad como la ecuación económica de los cultivos. A efectos de conocer y caracterizar eventuales cambios en las comunidades de malezas asociadas a los sistemas de siembra directa en el país, se realizó un relevamiento fotográfico a nivel de chacras en el área agrícola litoral, cuyos resultados se presentan en este trabajo. El total de chacras relevadas resultó de 135, habiéndose seleccionado todas aquellas dentro de la región con historia de siembra directa y de las que se tuviera información registrada de rotación de cultivos, años sin laboreos, frecuencia de las aplicaciones y cantidad de glifosato utilizado, totalizando una superficie de 6791 ha. A partir de las fotos se identificaron las especies presentes y se cuantificó el número de individuos por especie, determinándose posteriormente presencia, frecuencia e indicadores de diversidad como riqueza e Índice de Shannon. Para las asociaciones entre estas variables y los factores de variación relevados: años en siembra directa, litros de glifosato acumulados, último cultivo, período evaluación - último glifosato y ubicación geográfica de la chacra, se utilizaron técnicas de agrupamiento como Cluster Análisis y de ordenación por Componentes Principales. El tiempo promedio de las chacras bajo sistema de siembra directa fue de 4,5 años, siendo el mínimo de un año y el máximo de diez años. El total de glifosato utilizado por hectárea en el periodo de siembra directa para cada chacra resultó en un valor promedio de 30.8 litros y para el total por hectárea-año de 6.8 litros, con un mínimo valor de 3 y un máximo de 19 litros. El número total de especies relevadas por chacra fue de 86, con un mínimo de 3 especies y un máximo de 42 resultando la especie con mayor presencia *Lolium multiflorum*. Se determinaron 27 familias, siendo la familia de las Asteraceae la más representada con 18 especies, destacándose con mayor presencia *Conyza bonariensis* y *Conyza chilensis*, (73,3 %), *Cirsium vulgare* (57 %), y *Carduus nutans* (49,6 %), seguida de Gramineae y Umbelliferae con 10 y 6 especies respectivamente. Los datos de frecuencia de especies encontradas en las 135 chacras evaluadas, no indicaron tendencias claras de asociación. La ausencia de asociación podría estar determinada por la propia variabilidad de los datos, sugiriendo la necesidad de estudios de suficiencias de muestreos, o bien ser el resultado estricto de una baja asociación entre las variables estudiadas. No obstante aunque no se encontraron grupos nítidos en ninguno de los análisis realizados, sí se identificaron grupos difusos, generando la necesidad de su confirmación en futuras investigaciones.

## Abstract

In Uruguay, the establishments with tradition in no-till production systems, have experienced in this last five year period, a development process of agriculture associated to the transgenic soybean crops. In this situation, the modifications of the weed dynamics can be a short term problem also existing, the risk of the appearance of resistant weed biotypes to herbicides, mainly "glyphosate", which could compromise the productivity as the economic equation of the cultivations. To effects of recognize

<sup>1</sup> INIA La Estanzuela

<sup>2</sup> Facultad de Agronomía, UDELAR

and to characterize eventual changes in the weed communities associated to the no-till systems in the country, was carried out a photographic fallow report in the traditional agricultural area wich results are presented in this work. A total of 135 fallows were analyzed, being selected all those inside the region with no-till history and those that counted whith rotate culture information, years without tillage, frequency of the applications and quantity of "glyphosate" used, totalling a surface of 6791 has. Starting from the pictures the species were identified and the number of individuals was quantified by species, being determined presence, frequency and indicators of diversity, like Index of Shannon for example, later on. For the associations between these variables and the studied variation factors: no-till years, liters of "glyphosate" accumulated, last cultivation, evaluation period- last glyphosate and geographical location of the fallow, were used cluster techniques, like Cluster Analysis and of ordination, for Main Components. The average time for the no-till fallows was 4,5 years, being the minimum of one year and ten year-old maximum. The total "glyphosate" used by hectare in the no-till period for each fallow was in average, 30.8 liters and for the total for hectare-year of 6.8 liters, with a minimum value of 3 and a maximum of 19 liters. It were found 86 species by fallow, with a minimum of 3 species and a maximum of 42 being the species with more presence *Lolium multiflorum*. 27 families were determined, being the family of the Asteraceae the more represented with 18 species, standing out with more presence *Conyza bonariensis* and *Conyza chilensis*, (73,3%), *Cirsium vulgare* (57%), and *Carduus nutans* (49,6%), followed by Gramineae and Umbelliferae with 10 and 6 species respectively. The species frequency data found in the 135 evaluated fallows, didn't indicate clear tendencies of association. The association absence could be determined by the own variability of the data, suggesting the necessity of studies about the sufficiencies of samplings, or to be the strict result of a low association between the studied variables. Nevertheless although they were not clear groups in none of the carried out analyses, diffuse groups were identified, generating the necessity of their confirmation in future investigations.

## Introducción

En Uruguay la siembra directa comenzó su expansión a inicio de la década del 90 y se encuentra actualmente ampliamente difundida, principalmente, en el litoral agrícola del país.

Los sistemas de producción implementados por los productores, han sido tradicionalmente agrícolas pastoriles, donde la etapa de cultivos ocupa un año y medio a dos años, y la etapa forrajera dos a cuatro años. Los herbicidas se aplican sistemáticamente en los cultivos y durante el período de barbecho y sólo son usados esporádicamente en la etapa de pasturas.

En los sistemas de siembra directa las aplicaciones de herbicida para el control y el mantenimiento de barbechos limpios hacen al éxito de esta tecnología, ya que la eliminación de la vegetación es imprescindible para obtener adecuadas implantaciones y el crecimiento de los cultivos. El herbicida se constituye así, en una herramienta única y fundamental para el productor determinando la viabilidad del sistema

En este último quinquenio ha habido un proceso de agriculturización creciente asociado a la siembra de soja transgénica, cuyas áreas de siembra en el 2001/02 fueron de 25.000 ha, en el 2002/03 de 64.337 ha, en el 2003/4 de 197.950 ha, y en la pasada zafra del 2004/05 de 251.523 ha.

En esta situación la inversión de la flora de malezas puede ser un problema a corto plazo. A mediano plazo, el riesgo de la aparición de biotipos de malezas resistentes a herbicidas, principalmente glifosato, es alto y puede condicionar tanto la productividad como la ecuación económica de los cultivos.

La aparición de la resistencia condiciona la productividad del área en cuestión, ya que la experiencia en otros países demuestra que la resistencia no se vence con un simple cambio de herbicida, sino que es necesario desarrollar un sistema integrado y sostenible en el mediano y largo plazo para cada situación de chacra en particular.

En España existe amplia experiencia en cuanto la problemática de Resistencia a Herbicidas, funcionando desde hace años el Comité de Resistencia a Herbicidas integrado por representantes de entidades oficiales, productores y la industria, centralizando la información y realizando tareas de prevención y seguimiento de los distintos casos de resistencia detectados en cereales de invierno, arroz, maíz y viña.

Considerando esta experiencia se estableció un Convenio entre INIA España e INIA Uruguay de Cooperación sobre la base de la propuesta del Servicio de Investigación Agroalimentaria de la Diputación General de Aragón, "Evaluación de la importancia de las malezas resistentes a los herbicidas en Uruguay y en España".

En el marco de ese Convenio de Cooperación durante los días 11 al 16 de Junio de 2000 visitaron el país los tres Expertos Españoles, con quienes se concluye que las actividades en la zona próxima a la ciudad de Mercedes, donde los cultivos anuales representan un mayor porcentaje del uso de la tierra frente a la ganadería extensiva, se cultiva un gran número de hectáreas con el sistema de "Siembra Directa", presentando un elevado uso de herbicidas con características similares (totales, translocables y de contacto, grupos G, H y D). Este problema se acrecienta cuando en esas mismas parcelas se ha introducido soja transgénica resistente al glifosato.

En base a la información generada en otros países y al informe de los expertos españoles se considera que esta problemática debe ser principalmente estudiada en los predios con siembra directa donde desde hace años sistemáticamente se usan herbicidas totales.

En este contexto se estableció un Acuerdo de Trabajo entre INIA España-INIA Uruguay con el objetivo general de prevenir la presencia de malezas resistentes a herbicidas evaluando el riesgo de ocurrencia en sistemas de siembra directa. Como objetivos específicos se establecieron: relevar las comunidades de malezas y detectar biotipos resistentes a herbicidas mediante la prospección sistemática de chacras con historia de siembra directa; comprobar y cuantificar la resistencia de posibles biotipos mediante técnicas de campo, laboratorio e invernáculo, determinar y validar las prácticas agronómicas más adecuadas para la prevención y control de los biotipos resistentes y difundir las principales prácticas que el productor debe considerar para prevenir la ocurrencia de resistencia.

En consecuencia, se iniciaron los trabajos con un relevamiento fotográfico de las poblaciones de malezas en el área agrícola litoral de Uruguay bajo siembra directa que permitiera conocer las comunidades asociadas a estos sistemas así como diagnosticar eventuales procesos de inversión de flora o cambios en la diversidad de las comunidades florísticas. Aquí se presentan los resultados de este primer estudio.

La comprensión cabal de estos procesos es fundamental para el diseño de estrategias integradas de control de malezas que posibiliten una explotación de los recursos naturales sustentable desde el punto de vista económico y ecológico. A su vez se genera un punto de referencia para continuar la evaluación de estos procesos en el futuro.

## **Materiales y métodos**

El trabajo de relevamiento de las comunidades florísticas presentes en las chacras se realizó en forma conjunta con distintas Instituciones y Empresas Agropecuarias que apoyaron este Proyecto, Con ellas se procedió a la selección de las chacras para relevar en el Litoral agrícola del país donde históricamente se concentra el mayor número de establecimientos que han adoptado la tecnología de siembra directa.

Los departamentos y las entidades donde se trabajó fueron en el Departamento de Soriano: Ausid, Calmer, Basalto SA y La Hectárea SRL, en Paysandú: Facultad de agronomía, El Tejar Uruguay, en Río Negro: Sociedad Rural de Río Negro y CADYL y en Flores: Unión Rural de Flores, además de algunos productores que se acercaron por su propio interés en la problemática en estudio.

Se seleccionaron para su evaluación todas aquellas chacras que estuvieran en régimen de cero laboreo y de las que se pudiera disponer de información relativa a la rotación de cultivos utilizada, años sin laboreos, frecuencia de las aplicaciones y cantidad de glifosato utilizado. De esta selección resultaron 135 chacras localizadas en los departamentos ya mencionados totalizando un área de 6791 hectáreas.

El relevamiento se realizó en los meses de mayo y junio de 2005, tomándose fotografías, de cuadros de 50 x 50 cm, a intervalos regulares, siguiendo una transecta, las cuales fueron georeferenciadas a efecto de estudiar la evolución del enmalezamiento en años posteriores.

En las fotografías se identificaron las especies presentes y se cuantificó el número de individuos de las distintas poblaciones que integraban la comunidad de malezas de cada chacra. Con esta información se calcularon para todas las especies de malezas las siguientes variables:

Presencia = en porcentaje, n° de chacras en que se encuentra la especie/número total de chacras, por 100.

Frecuencia = promedio, en porcentaje, n° de muestras en que se encuentra la especie/número de muestras tomadas en la chacra, por 100.

Asimismo se determinaron indicadores de diversidad como riqueza, número de especies presentes, y el Índice de Shannon utilizando la fórmula:

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \cdot \log_2 p_i$$

donde  $p_i$  es la razón entre el número de individuos por especie y el número total de individuos, y  $s$  es el número total de especies.

Para el estudio de las posibles asociaciones de las especies de malezas entre estas variables y los factores de variación relevados, que fueron los años de aplicación del sistema de siembra directa, los litros de glifosato acumulados, el último cultivo, el período pasado desde el último glifosato y la ubicación de la chacra, separándolas por su posición en el Litoral Norte o Litoral Sur del Río Negro, se utilizaron técnicas de agrupamiento como Cluster Análisis y de ordenación por Componentes Principales.

Los Análisis de Agrupamientos se realizaron con toda la información y con información contrastante, considerando los extremos de años de siembra directa presente en la información. En ese caso se tomaron las chacras de 1, 8, 9 y 10 años de siembra directa.

Los índices de similitud o distancia utilizados fueron la distancia euclidiana en los casos de trabajar con frecuencias y el Índice de Gower cuando se trabajó con frecuencia de especies y variables de ambiente, como los años de siembra directa, los litros de glifosato agregado y el número de aplicaciones. Las técnicas probadas para unir grupos semejantes, fue la técnica de Ward o varianza mínima. Las relaciones fueron estudiadas a cinco niveles taxonómicos: especies, familias, y tres definiciones de grupos funcionales.

Los Análisis de Componentes Principales fueron utilizados con el objetivo de cuantificar la importancia de las variables en variables para definir grupos de chacras. En estos casos se utilizaron medidas de frecuencias de especies. Se realizaron gráficos biplots donde en un mismo par de ejes se presentan los sitios y las variables estudiadas.

En los casos en que se observaron grupos más o menos definidos basados en la frecuencia de las especies, se realizaron análisis discriminantes, utilizando el método Forward Selection, buscando determinar cuales de las especies eran las mas importantes en la definición de los grupos.

## Resultados

### *Caracterización del área evaluada*

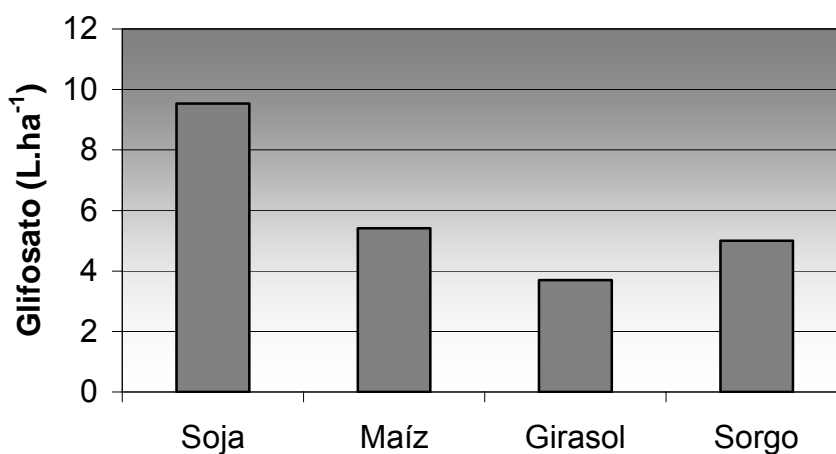
El tiempo promedio bajo sistema de siembra directa, estimado para estas chacras fue de 4,5 años, siendo el mínimo de un año y el máximo de diez años. El total de glifosato utilizado por hectárea en el periodo de siembra directa para cada chacra resultó en un valor promedio de 30.8 litros y para el total por hectárea-año de 6.8 litros, con un mínimo valor de 3 y el máximo de 19 litros.

La presencia de enmalezamientos de difícil control así como de soja resistente a glifosato en la rotación puede ser la razón de la mayor utilización de este herbicida en algunas chacras (Figura 2) y estarían explicando parte de la variabilidad en el área relevada.

La localización de las 135 chacras relevadas se detalla en la Figura 1 a continuación.

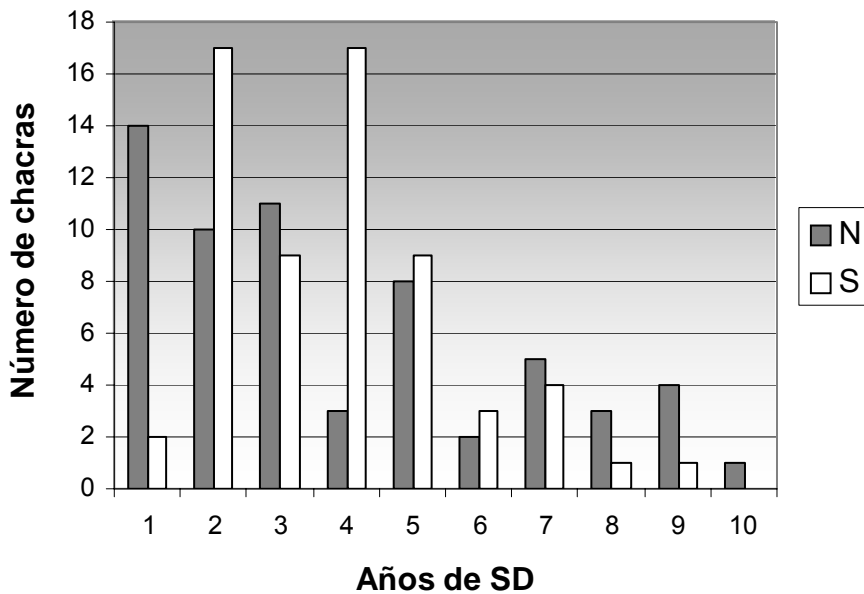


**Figura 1.** Relevamiento de chacras en el Litoral Agrícola Norte y Sur del Río Negro



**Figura 2.** Total de glifosato utilizado por chacra en cultivos de verano en la zafra 2004-05 en el área evaluada.

De la información relevada surge además, que existe una mayor proporción de chacras con historia reciente en siembra directa, en las chacras que corresponden al Litoral Norte cuando comparadas con las del Sur del país. Asimismo es en el Litoral Sur donde se cuantificó mayor número de chacras con más de 6 años bajo este régimen de laboreo.



**Figura 3.** Número de chacras estudiadas según región del país Litoral Norte y Litoral sur y años de siembra directa.

#### Caracterización de las comunidades de malezas en el área

El número total de especies relevadas fue de 86, dejando en relevancia una riqueza general importante para el área estudiada (Cuadro 1). A nivel de chacra individual, se constató una amplia variación en este indicador como era previsible considerando la variabilidad de ambientes evaluados, y fluctuó desde un mínimo de 3 especies hasta un máximo de 42.

Estas 86 malezas pertenecen a 27 familias, siendo la familia de las *Asteraceae* la más representada con 18 especies, seguida de *Gramineae* y *Umbelliferae* con 10 y 6 especies respectivamente.

Tal como se desprende del Cuadro presentado, la especie con mayor presencia en las chacras fue *Lolium multiflorum*, (76,6 %) lo cual era dable esperar. Esta gramínea anual invernal es muy utilizada durante la etapa pastoril en las rotaciones con cultivos en el país. Se caracteriza por una fácil resiembra resultado de su abundante producción de semilla, alto poder germinativo y muy buena implantación en superficie. Estas características le permiten generar flujos de germinación escalonados, secuenciales entre aplicaciones de glifosato y cooperan en su adaptabilidad a los ambientes generados por la siembra directa.

Con una presencia algo menor, pero importante también (42,2 %), aparece otra gramínea *Digitaria sanguinalis*, especie anual estival con muy buena adaptación a los sistemas conservacionistas según Tuesca y Puricelli (2001).

La familia *Gramineae* como se mencionara resultó la segunda familia en importancia y aunque no es posible aseverar que haya aumentado su presencia por efectos de la adopción de la siembra directa siendo que no se cuenta con referencias anteriores, existen abundante evidencia relativa al incremento de su contribución en los enmalezamientos en cultivos sin laboreo. En Argentina este diagnóstico es reportado por Tuesca y Puricelli (2001) como uno de los principales problemas que enfrentan los productores pampeanos que han adoptado este sistema.

En lo que respecta a las latifoliadas las familias con mayor representación fueron *Asteraceae*, *Umbelliferae*, *Caryophyllaceae* y *Solanaceae*.

*Asteraceae* estuvo representada por 18 especies, todas ellas de diseminación anemófila, hecho que es coincidente con numerosas referencias que señalan el aumento de las especies que utilizan al viento como método de dispersión de sus semillas, en los sistemas conservacionistas. La barrera formada por los restos de cultivo generaría un efecto de "peinado", reteniendo las semillas de dispersión anemófila, además de proveer sitios seguros para su germinación (Tuesca y Puricelli, 2001). Dentro de esta familia las representantes con mayor presencia son *Conyza bonariensis* y *Conyza chilensis*, (73,3 %), *Cirsium vulgare* (57 %), y *Carduus nutans*, (49,6 %).

**Cuadro 1.** Listado de las malezas relevadas, presencia (%) y frecuencia (%) en el total de las chacras evaluadas.

NOMBRE CIENTÍFICO	CODIGO	PRES.	FREC.
<i>Lolium multiflorum</i>	LOLMU	76	8,60
<i>Conyza sp.</i>	ERI SP	73	5,65
<i>Silene gallica</i>	SILGA	71	5,37
<i>Stellaria media</i>	STEME	65	5,43
<i>Anagallis arvensis</i>	ANGAR	61	3,43
<i>Cirsium vulgare</i>	CIRVU	57	2,41
<i>Trifolium repens</i>	TRFRE	56	3,99
<i>Cerastium glomeratum</i>	CERGL	54	3,51
<i>Dichondra microcalix</i>	DIORC	53	4,03
<i>Anagallis mínima</i>	ANGMI	50	3,14
<i>Cardus nutans</i>	CRUNU	50	1,96
<i>Sida rhombifolia</i>	SIDRH	49	3,91
<i>Coronopus didymus</i>	COPDI	47	1,97
<i>Sonchus oleraceus</i>	SONOL	46	1,50
<i>Digitaria sanguinalis</i>	DIGSA	42	4,35
<i>Solanum sysimbrifolium</i>	SOLSI	42	2,29
<i>Apium leptophyllum</i>	APULE	40	1,27
<i>Cyperus sp.</i>	CYP SP	39	1,87
<i>Gamochoeta sp.</i>	GNA SP	39	1,41
<i>Anthemis cotula</i>	ANTCO	39	1,52
<i>Ammi majus</i>	AMIMA	38	2,22
<i>Bowlesia incana</i>	BOWIN	33	1,51
<i>Tragia volubilis</i>	TRDVO	33	0,63
<i>Verbena montevidensis</i>	VEBMO	32	1,57
<i>Echium plantagineum</i>	EHIPL	30	1,14
<i>Verónica peregrina</i>	VERPG	29	1,35
<i>Avena sp.</i>	AVE SP	28	0,85
<i>Cynodon dactylon</i>	CYNDA	27	1,06
<i>Polycarpon tetraphyllum</i>	POTET	27	0,81
<i>Amaranthus quitensis</i>	AMACA	27	1,50
<i>Rumex longifolius</i>	RUMLO	27	2,07
<i>Lotus corniculatus</i>	LOTCO	27	0,49
<i>Musgo</i>	MMMMM	26	1,21
<i>Alternanthera piloxeroides</i>	ALRPH	25	1,15
<i>Relbunium richardianum</i>	RELRI	24	0,68
<i>Solanum comersonii</i>	SOLCO	24	0,75
<i>Rumex crispus</i>	RUMCR	21	0,63
<i>Ambrosia tenuifolia</i>	FRSST	21	0,93
<i>Echinocloa sp.</i>	ECHSP	21	0,81
<i>Stachis arvensis</i>	STAAR	20	0,93
<i>Portulaca olerácea</i>	POROL	19	0,49
<i>Raphanus sp.</i>	RAP SP	19	0,76
<i>Hypochoeris sp.</i>	HYP SP	18	0,82

NOMBRE CIENTÍFICO	CODIGO	PRES.	FREC.
<i>Verónica pérsica</i>	VERPE	17	0,67
<i>Eringium horridum</i>	ERXHR	15	0,67
<i>Centaureum pulchellum</i>	CTIPU	13	0,53
<i>Senecio madagascariensis</i>	SENMA	13	0,53
<i>Oxalis sp.</i>	OXA SP	13	0,53
<i>Ammi visnaga</i>	AMIVI	13	0,23
<i>Geranium molle</i>	GERMO	13	0,34
<i>Oenothera sp.</i>	OES SP	13	0,24
<i>Elatine sp.</i>	ELT SP	12	0,28
<i>Lamium amplexicaule</i>	LAMAM	12	0,41
<i>Capsella bursa pastoris</i>	CAPRU	11	0,13
<i>Facelis retusa</i>	FACRE	10	0,17
<i>Lepidium bonariensis</i>	LEPBO	10	0,22
<i>Physalis angulata</i>	PHYAN	10	0,27
<i>Plantago coronopus</i>	PLACO	10	0,22
<i>Richardia brasiliensis</i>	RCHBR	10	0,51
<i>Polygonum aviculare</i>	POLAV	10	0,27
<i>Senecio grisebachii</i>	SENGR	10	0,15
<i>Urtica urens</i>	URTUR	10	0,27
<i>Chaptalia arechavaletae</i>	CHAAR	7	0,15
<i>Convolvulus arvensis</i>	CONAR	7	0,14
<i>Spergula arvensis</i>	SPRAR	7	0,30
<i>Euphorbia sp.</i>	EPH SP	6	0,21
<i>Poa annua</i>	POAAN	6	0,22
<i>Setaria geniculata</i>	SETGE	6	0,21
<i>Bidens pilosa</i>	BIDPI	5	0,38
<i>Pfaffia sp.</i>	PFA SP	5	0,17
<i>Galinsoga parviflora</i>	GASPA	4	0,08
<i>Pitochaetium sp.</i>	PIPSP	4	0,06
<i>Rhynchosia sp.</i>	RYS SP	4	0,07
<i>Fumaria officinalis</i>	FUMOF	3	0,15
<i>Solanum nigrum</i>	SOLNI	3	0,07
<i>Chenopodium ambrosoides</i>	CHEAM	2	0,05
<i>Paspalum dilatatum</i>	PASDI	2	0,03
<i>Cichorium intybus</i>	CICIN	1	0,02
<i>Datura ferox</i>	DATFE	1	0,04
<i>Verbena sp.</i>	VEB SP	1	0,08
<i>Aspilia sp.</i>	ASP SP	1	0,01
<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	HYDUM	1	0,01
<i>Ipomoea grandifolia</i>	IAQGR	1	0,03
<i>Picris echioides</i>	PICEC	1	0,01
<i>Soliva anthemifolia</i>	SOVAN	1	0,02
<i>Xanthium spinosum</i>	XANSP	1	0,01

En cuanto a la familia Caryophyllaceae cabe destacar que si bien se ubicó en el cuarto lugar, tres de las especies representadas, *S. gallica*, *S. media* y *C. glomeratum* tienen una muy alta presencia en el área muestreada.

Otra especie que aparece con una alta presencia es *Trifolium repens*. Es una situación similar a la diagnosticada para *L. multiflorum*, siendo que ambas especies son integrantes sistemáticos de las mezclas forrajeras que se siembran en los predios. Esta leguminosa tiene un período muy amplio de floración, prácticamente todo el período primaveral y siendo muy procurada por las abejas se asegura la

polinización y así el retorno de semillas al suelo. Además de su buena capacidad de resiembra, sus plantas persisten por su alta tolerancia a glifosato sobre todo en su fase reproductiva (Papa, 2003). Puriccelli et al. (2005) reportan que esta especie no pudo ser controlada ni en su fase vegetativa ni en la reproductiva, aún a dosis altas, 2400 g ia.ha<sup>-1</sup>, de aplicación del herbicida.

Además de esta leguminosa, se observan en la lista con relativa importancia otras especies tolerantes a dosis corrientes de uso de glifosato, entre las que se destacan *Sida rhombifolia* y *Cyperus sp.*

Asimismo en consideración de los valores de presencia relevados, resultan destacables especies como *Tragia volubilis*, *Verbena montevidensis* y *Polycarpon tetraphyllum*, de las que no se encontraron referencias previas de presencia en campos de cultivos en el país.

Con respecto a la diversidad de los enmalezamientos, el Índice de Shannon (IS) varió desde valores mínimos de 0.84 a máximos de 4.50. Si bien existe variación en las condiciones ambientales de las chacras que dan origen a los IS más altos y más bajos, es posible resumir algunas características asociadas a estos extremos.

**Cuadro 2.** Valores de índice de Shannon para la totalidad de las chacras evaluadas.

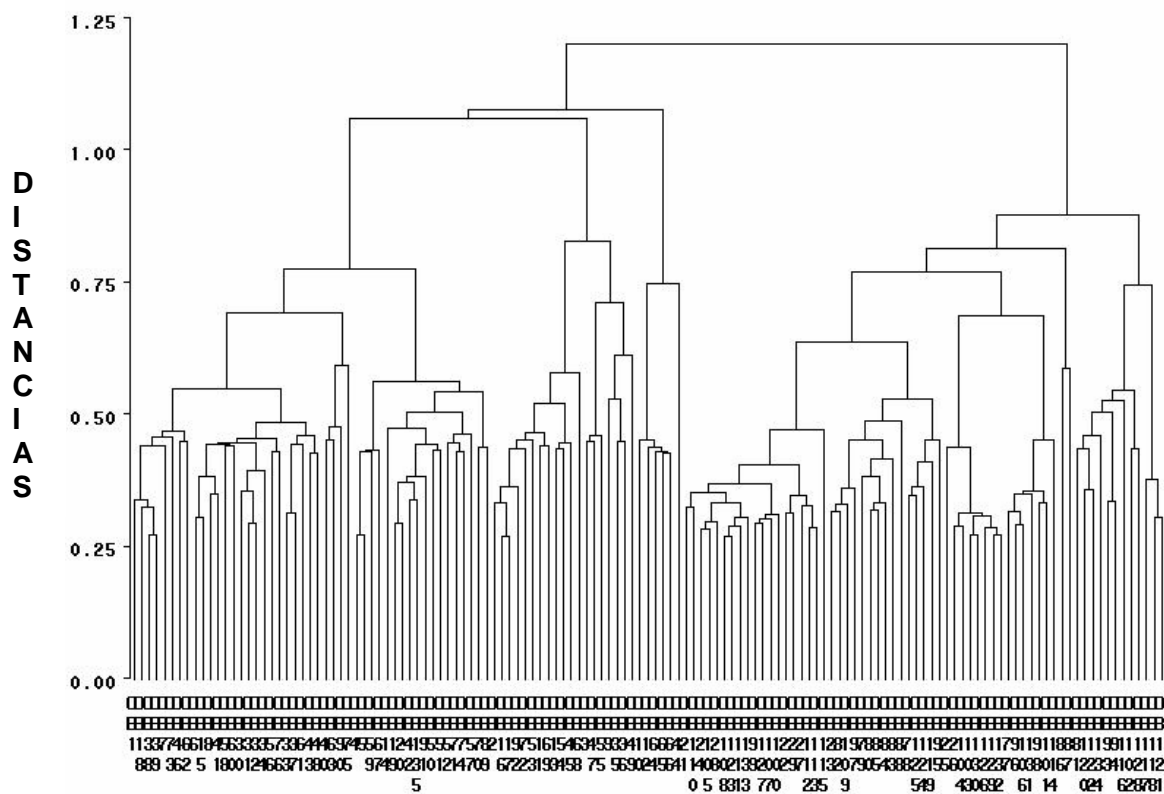
Sitio	IS	Sitio	IS	Sitio	IS	Sitio	IS	Sitio	IS	Sitio	IS	Sitio	IS
1	2.2933	21	3.2005	41	3.5364	61	3.7737	81	2.2442	101	3.101	121	2.1285
2	2.5868	22	3.4324	42	4.0058	62	2.5558	82	3.031	102	3.4972	122	2.3508
3	3.1677	23	2.916	43	4.0645	63	1.3287	83	1.8188	103	3.4683	123	3.8744
4	3.8795	24	3.4932	44	3.8675	64	3.2724	84	2.2753	104	3.8272	124	1.842
5	3.8027	25	3.8237	45	3.7828	65	3.2289	85	2.8283	105	3.3854	125	3.2909
6	3.3755	26	3.8168	46	2.7941	66	3.2252	86	3.6272	106	4.1094	126	4.3322
7	1.4754	27	3.0642	47	2.9313	67	3.9145	87	3.213	107	3.7414	127	4.3058
8	3.1875	28	3.7205	48	4.0709	68	1.2894	88	2.5474	108	3.8498	128	3.0036
9	3.9417	29	3.6556	49	1.0666	69	2.2393	89	1.9998	109	3.2525	129	4.0637
10	3.5493	30	2.8021	50	3.6952	70	2.1316	90	0.841	110	3.2315	130	3.5141
11	2.401	31	3.3247	51	3.6357	71	2.7146	91	3.7106	111	4.1297	131	4.4989
12	3.3794	32	3.4368	52	2.9505	72	2.6603	92	2.9642	112	4.1751	132	4.0701
13	3.6378	33	3.8375	53	2.9712	73	2.2479	93	3.8737	113	3.8628	133	4.2811
14	4.2082	34	3.3006	54	3.5348	74	2.7536	94	3.5374	114	2.9746	134	1.2433
15	3.7363	35	1.4477	55	3.4151	75	3.0106	95	3.2825	115	3.6428	135	3.5013
16	2.6249	36	3.7283	56	3.146	76	3.11	96	3.8685	116	3.6289		
17	2.6755	37	3.4969	57	3.1944	77	3.9118	97	3.6501	117	2.5406		
18	2.721	38	2.3924	58	3.5555	78	2.6758	98	3.9796	118	2.0504		
19	3.718	39	2.4755	59	3.8494	79	4.085	99	4.1014	119	2.0233		
20	3.4003	40	1.6073	60	3.3917	80	2.1857	100	3.9936	120	2.3941		

Los valores más bajos de IS están localizados con mas frecuencia en la zona 1, en el Litoral Sur del país, en chacras con más años en promedio de siembra directa (media 4,5 vs. 2,6), con mayor número de aplicaciones de glifosato y con menor tiempo desde el último glifosato, no mostrando diferencia en los litros de glifosato ni incidencia del cultivo anterior.

En el intento de explorar las posibles asociaciones de los enmalezamientos relevados con características relacionadas a la tecnología de siembra directa en las chacras muestreadas, se realizaron análisis de agrupamiento, utilizando como variable de análisis la frecuencia de las distintas especies.

El análisis correspondiente para todas las chacras y considerando todas las especies presentes permitió, para un corte a la distancia entre grupos igual a 1, la definición de 4 grupos de chacras más similares según la composición de malezas presentes. (Figura 4)





### CHACRAS

**Figura 4.** Agrupamiento de las chacras según la frecuencia de todas las especies presentes.

El Cuadro 3, muestra los valores promedio de las variables del ambiente chacra para los cuatro grupos identificados y permite realizar algunas consideraciones de interés

**Cuadro 3.** Promedios de las variables ambientales para los cuatro grupos identificados

Grupo	Años en SD	Litros de Glifosato	Cultivo anterior	Último Glifosato	N° de aplicación	N/S*
1	4.32	35.21	1.14	2.29	11.00	1.04
2	3.08	25.33	1.23	2.31	8.31	1.00
3	3.72	29.51	1.44	2.50	9.17	1.00
4	3.73	28.28	1.78	2.33	9.67	1.95

\* Litoral Norte = 2 Litoral Sur = 1

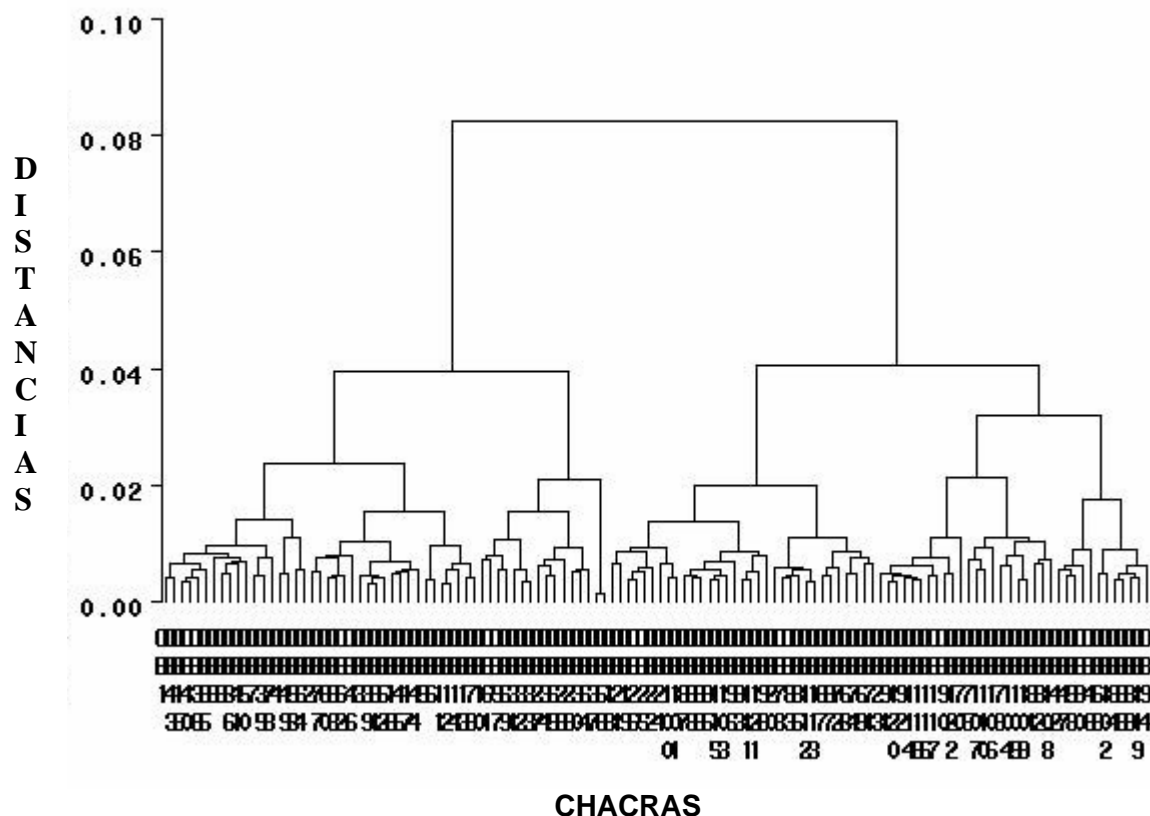
El grupo 1 se diferencia del resto por contener chacras con un promedio mayor en número de años de siembra directa, en el total de litros de glifosato utilizado y en el promedio de número de aplicaciones.

El grupo 2 es el de menor promedio de años de siembra directa, menor promedio de litros de glifosato utilizados y el menor número de aplicaciones. Los dos grupos nuclea casi exclusivamente chacras de la zona 1 que corresponden al Litoral Sur.

Los grupos 3 y 4 son muy parecidos en cuanto al promedio de años en directa y en litros de glifosato, y presentan valores intermedios entre el grupo 1 y 2. La mayor diferencia entre estos grupos es la procedencia de las chacras, siendo la mayoría de las del grupo 4 de la zona 2, Litoral Norte, y la totalidad de las del grupo 3 de la zona 1, Litoral Sur.

Las especies involucradas en la conformación de estos grupos resultaron ser: *V. peregrina*, *A. piloxeroides*, *Oxalis sp.*, *B. incana*, *S. media*, *S. arvensis*, *E. plantagineum*, *S. sysimbrifolium*, *P. tetraphyllum*, según el resultado del análisis discriminante realizado con las frecuencias relativas de las especies presentes.

Siendo que el resultado obtenido al trabajar a nivel de especie no fue muy claro en la determinación de grupos, se optó por realizar igual análisis exploratorio a nivel de familias (Figura 5).



**Figura 5.** Agrupamiento de 122 chacras según la frecuencia de las especies agrupadas en familias según el método de Ward. En abcisas se presenta el número de las chacras relevadas y en ordenadas la distancia promedio calculada entre ellas.

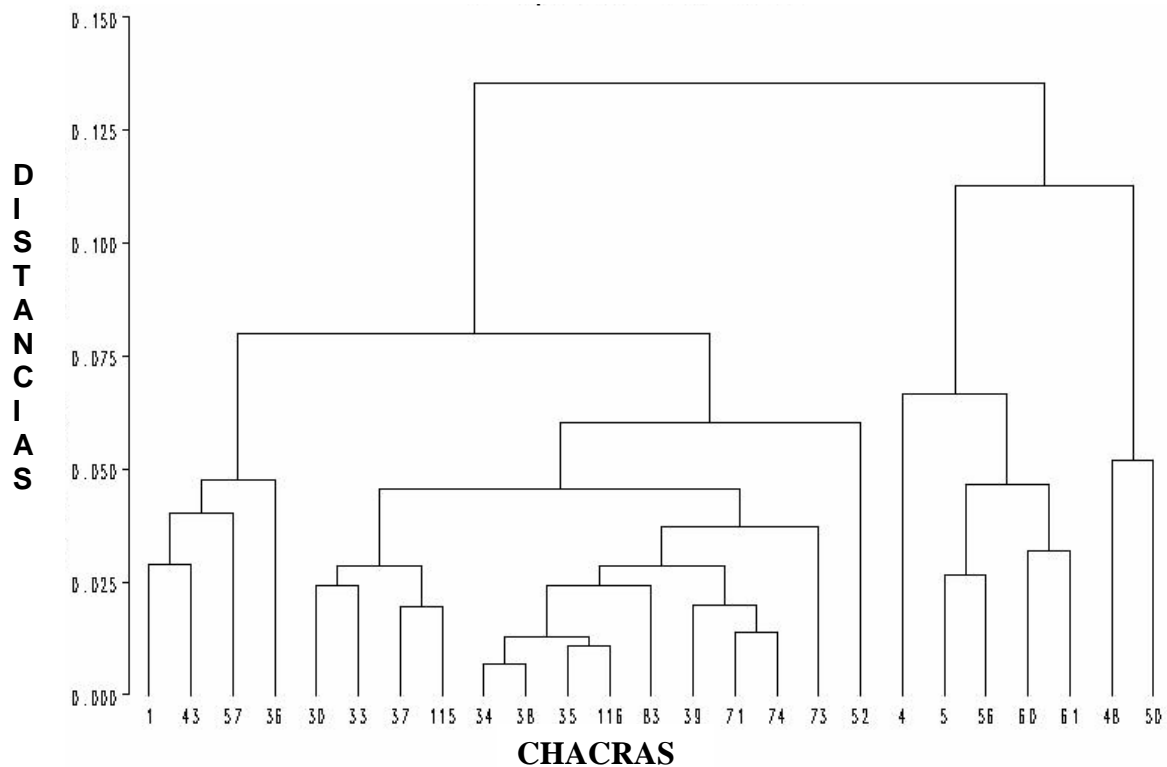
Si bien se observan 2 grupos definidos, es claro a partir de la información de las chacras, que no puede atribuirse su diferenciación a pocas variables. A pesar de esto, los años de siembra directa y los litros de glifosato totales recibidos en cada chacra muestran una tendencia en el nivel de asociación, notándose en el Grupo 1, un predominio de chacras de 1 año o más de 7 años, en siembra directa.

En el Grupo 2 el predominio es de chacras con años intermedios de siembra directa. De las 56 chacras pertenecientes al Grupo 1, un 23% (13) son de 7 años o más de siembra directa y otro 23% (13) son chacra con 1 año de siembra directa, mientras que de las 66 chacras del Grupo 2 el 7,6% (5) son de 7 años o y el 3% (2) son chacras de 1 año de siembra directa.

Este tipo de análisis es descriptivo, sin carácter inferencial y sólo muestra la tendencia a la asociación entre familias de especies con condiciones de siembra directa diferentes. Otros factores seguramente están involucrados en esta respuesta, por lo que no debe adjudicarse la separación de los grupos solamente a los años de siembra directa o a los litros totales de glifosato aplicados.

Complementariamente, se realizaron análisis de componentes principales para cuantificar la importancia de las especies y de las especies agrupadas en familias en la variación total observada en las chacras. Los porcentajes de explicación de los ejes 1 y 2 a la variación total fueron de sólo 18 y 20%, muy bajos y por tanto se concluye que no es posible establecer ninguna relación entre las especies o familias y los ambientes en las chacras estudiadas al considerar la totalidad de las chacras con información.

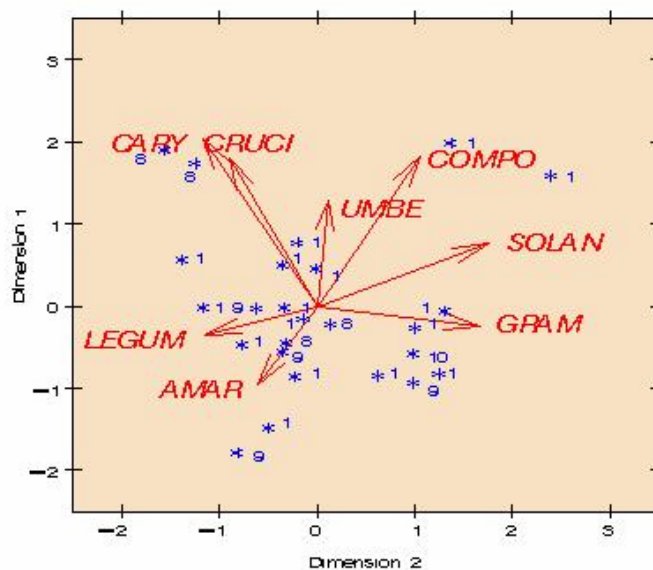
Adicionalmente se consideraron las situaciones contrastantes, incluyendo sólo las chacras de 1 y de más de 8 años de siembra directa en el análisis (Figura 6). En este caso, realizando el corte en 0.75, 4 fueron los grupos definidos por las frecuencias estimadas de las especies y las 5 especies determinadas como discriminantes más importantes en la descripción de estos grupos resultaron, en el siguiente orden las siguientes: *A. majus*, *B. incana*, *V. peregrina*, *S. media* y *S. gallica*



**Figura 6.** Agrupamientos de las chacras de 1, 8, 9 y 10 años relevadas y las frecuencias de aparición de las 49 especies más frecuentes, según el método de Ward. En abcisas se presenta el número de las chacras relevadas y en ordenadas la distancia promedio calculada entre ellas.

Los análisis de componentes principales con los que se intentó mejorar la interpretación de las posibles asociaciones determinantes de estos 4 grupos, se realizaron en primera instancia con la frecuencia de especies y familias y los años de glifosato. Los porcentajes de variación total explicados por los ejes 1 y 2 fueron bajos de 45 y 55%, respectivamente

Pese a estos bajos valores, resulta destacable en el caso del estudio a nivel de familias (Figura 7) la tendencia a agrupamiento en el caso de la familia de las *Caryophyllaceae* (*S. gallica*, *S. media*, *C. glomeratum*, *Polycarpon sp.* y *S. arvensis*) y *Crucíferas* (*Coronopus sp.* y *Raphanus sp.*) en chacras con años de siembra directa y la de las *Asteraceae* y *Umbelliferae* en chacras con sólo 1 año de directa



**Figura 7.** Distribución de 25 chacras contrastantes y la frecuencia de especies agrupadas por familia. Los puntos corresponden a las chacras, codificadas según años de siembra directa. Las flechas indican la dirección y magnitud creciente de la frecuencia de cada familia. La variación total explicada por los ejes 1 y 2 es de 55%.

Complementariamente se procesó este mismo tipo de análisis con tres definiciones de Grupos Funcionales a nivel taxonómico y con años de siembra directa y litros de glifosato en el periodo, como variables de ambiente chacra

La primera definición, Grupo Funcional I, contempló las cuatro características reseñadas en el Cuadro 4.

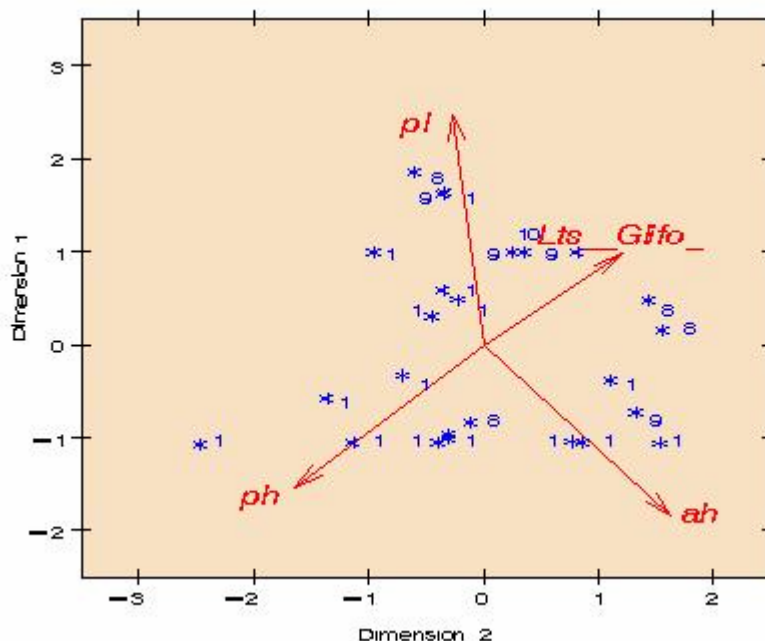
**Cuadro 4.** Características consideradas a nivel taxonómico para la clasificación del Grupo Funcional I.

Característica	Clases del Grupo Funcional
Anualidad	Anuales – Perennes (A, P)
Tipo de Tallo	Rizomatosa, Cespitosa, Estolonifera, Otras (R, C, E, O)
Tipo Vegetal	Herbáceo o Leñoso (H, L)
Ciclo	Invernal o Estival (I,E)

La segunda, Grupo funcional II; constituyó una definición más sencilla de Grupo funcional, tomando en cuenta sólo la clasificación de anualidad (anual-perenne) y tipo vegetal (herbácea-leñosa) y la tercera, Grupo Funcional III, clasificó las especies según un código de susceptibilidad al control con glifosato en especies tipo de fácil, de medio o de difícil control.

En todos estos casos de utilización de Grupos Funcionales cada especie fue clasificada de acuerdo a las características seleccionadas para la definición del grupo y fueron recalculados los porcentajes relativos de cada categoría en cada chacra.

Con ninguno de estos análisis se observó una asociación clara. Sólo podría resultar de interés destacar, en el caso de las perennes, la tendencia a una mayor asociación de las leñosas con los años de directa (Figura 8)



**Figura 8.** Diagrama de CP realizado con las 25 chacras contrastantes y la frecuencia de grupos funcionales simples presentes. Los puntos corresponden a las chacras, codificadas según años de siembra directa. Las flechas indican la dirección y magnitud creciente de la frecuencia de cada Grupo Funcional. La variación total explicada por los ejes 1 y 2 es de 78% debido fundamentalmente al bajo número de variables en el análisis.

## **Comentarios finales**

- Los datos de frecuencia de especies encontradas en las 135 chacras evaluadas, no indicaron tendencias claras de asociación.
- La ausencia de asociación podría estar determinada por la propia variabilidad de los datos, sugiriendo la necesidad de estudios de suficiencias de muestreos, o bien ser el resultado estricto de una baja asociación entre las variables estudiadas
- No obstante, aunque no se encontraron grupos nítidos en ninguno de los análisis realizados, sí se identificaron grupos difusos, generando la necesidad de su confirmación en futuras investigaciones,

## **Bibliografía**

Digby, P.G.N.; Kempton, R.A. 1994. Multivariate analysis of ecological communities. London, Chapman & Hall, 207 p.

Papa, J.C. 2003. Malezas tolerantes a glifosato: control de trébol blanco (*Trifolium repens* L.) en barbecho químico previo a soja. INTA Estación Experimental Oliveros (AR). Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/oliveros/info/documentos/malezas/artic15.htm>. Consultado: 21 sep. 2005.

Puricelli, E.; Tuesca, D.; Faccini, D.; Nisensohn, L.; Vitta, J.I. 2005. Análisis en los cambios de la densidad y diversidad de malezas en rotaciones con cultivos resistentes a glifosato en Argentina. In Resistencia a Herbicidas y Cultivos Transgénicos: Seminario-Taller Iberoamericano (2005, Colonia del Sacramento, UY). Coord. A. Ríos. En prensa.

Tuesca, D; Puricelli, E. 2001. Análisis de los cambios en las comunidades de malezas asociados a sistemas de labranza y al uso continuo del glifosato. In Díaz Rossello, R. coord. Siembra directa en el Cono Sur. Montevideo, PROCISUR. Documentos. p.183-201.

## **Agradecimientos**

A la Dra. Mónica Cadenazzi por la colaboración en el análisis de los datos

A todas las Entidades, Productores y Técnicos responsables de los predios relevados por cuya dedicación este trabajo fue posible