

Impacto del uso de plaguicidas asociados al cultivo de soja transgénica sobre especies no blanco de la flora riparia y acuática.

Lic. María Laura Martín

**Director: Dra. Alicia E. Ronco
Co-director: Dr. Carlos A. Bonetto**

**Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP
2011**

GRACIAS!!!!!!!

A todos los que escucharon mis quejas, las soportaron y encima me dieron aliento.

En especial... al Colo (que escucho y soporto mucho mas!!!)

A Ceci por compartir conmigo tantas cosas además del trabajo.

A March por enseñarme a decir glifosato, por los dibujos y el envío final!!!

A Adri por tanto apoyo!!!

A toda mi familia, y en especial a la sucursal platense.

A todos mis compañeros de campañas de muestreo (Guille Natale, Leo Mina, Rodrigo Cajade, Ceci Sobrero, Fede Argemi, Marcelo Manasero, Mario Da Silva, Stephan, Hernán Mugni, Pedro Carriquiriborde, Juan Diaz, Gabriela Agostini, Juliana Otero, Adriana Ahumada, Inés Godoy, Patricia, Cristian Larsen, Pablo Demetrio)

A Inés y a Romina

A Cristian

A todos mis compañeros del CIMA y en particular a mis compañeros de la reunión de becarios (Marilina, Manu, Leti, Fede y Hernán)

A Guille y a Gustavo que me ayudaron siempre con los datos cuando estaba al borde del ataque de nervios!!

A Nico y a Paola por salvarme tantos archivos.

A mis compañeras de cátedra (Nancy, Lu, Inés, Karina y Mónica)

A Pablo Murace por esos dibujos especiales!

A mis compañeros del paisaje nos devora... y a los chocolateros

A la Semillería los tres hermanos por brindarme siempre generosamente semillas.

A la empresa Gleba por brindarme gentilmente los pesticidas. (Ing. Sorokin y Pablo Rodriguez)

A la empresa Huntson por enviarme gentilmente del exterior el surfactante POEA.

A Nina y a Carlos por tanta paciencia.

A la AGENCIA DE PROMOCION CIENTÍFICA Y TECNOLOGICA, al INTA y al CONICET, por otorgarme las becas que hicieron posible que realice esta tesis.

RESUMEN

La Argentina ha incrementado en la última década ampliamente la superficie de cultivos transgénicos resistentes al glifosato. La gran expansión de este tipo de producción influye en los ambientes acuáticos vecinos a los agroecosistemas. La flora riparia y acuática funciona como sistema amortiguador entre los cultivos y los cursos de agua. Las comunidades desarrolladas en estas franjas se ven afectadas tanto por la restricción de espacio, como por la deriva de plaguicidas sobre las mismas.

El objetivo de esta tesis es evaluar el impacto de plaguicidas utilizados en el cultivo de soja transgénica sobre la vegetación riparia y acuática por medio de herramientas de diagnóstico ecotoxicológico en campo y en laboratorio, y realizar una articulación de la información obtenida en ambos niveles de estudio.

En el laboratorio se realizaron ensayos de germinación para evaluar la toxicidad de los plaguicidas por separado y en conjunto. Las especies utilizadas para estos ensayos fueron *Lactuca sativa*, *Lolium perenne*, *Medicago sativa*, *Allium cepa*, *Brassica napus*. También se realizaron bioensayos de toxicidad para conocer el efecto del herbicida Roundup® Max sobre las especies *Spirodela intermedia* (Lemnaceae, flotante) e *Hidrocotile ranunculoides* (Apiaceae, arraigada).

Los trabajos de campo se practicaron en dos arroyos adyacentes a zonas de cultivos de soja transgénica de la Pampa Ondulada. El primero un afluente del Río Arrecifes en la zona núcleo del cultivo (Partido de Arrecifes) y el segundo el Arroyo del Sauce, afluente del Arroyo del Pescado, en una zona de reciente producción de soja (Partido de La Plata). En los mismos se realizó una descripción florística y un monitoreo de la comunidad riparia conjuntamente con una evaluación del estado fisiológico de varias especies, mediante el contenido total de clorofila en relación con la aplicación de plaguicidas, en distintas épocas del año.

En dichos arroyos se hicieron estudios con poblaciones de *Spirodela intermedia* y *Lemna gibba* (plantas acuáticas flotantes), en sistemas confinados (limnocorrales), que permitieron evaluar el impacto de los plaguicidas debido al manejo del cultivo tanto por deriva de productos, como por contacto directo con el disuelto en el cuerpo de agua.

Para estudiar el efecto de la deriva de los plaguicidas sobre las comunidades riparias se realizó un experimento con una comunidad natural, sujeta a aplicación de glifosato en un sector de cabeceras del Arroyo Carnaval (Partido de La Plata). Los parámetros medidos fueron la composición, la cobertura y la abundancia de las especies de la fracción de la comunidad expuesta, en comparación con aquellos sectores que no recibieron aplicación.

Los trabajos experimentales en laboratorio realizados con semillas permiten concluir que existe una importante variabilidad en la sensibilidad entre especies (tres órdenes de magnitud), cuando se evalúan efectos sobre la elongación de la raíz del herbicida Roundup® Max en especies representativas de cinco familias de plantas vasculares. La especie más sensible *Lactuca sativa* pertenece a la familia Asteraceae, ampliamente representada en comunidades de la región. No se observan diferencias significativas sobre la elongación de la raíz entre el glifosato principio activo y el formulado Roundup® Max. Cuando se analiza la posible contribución de los coadyuvantes a la toxicidad del herbicida, se observó que el principio activo aporta una mayor contribución al contrario de lo que ocurre con las especies animales y en algunas especies de algas, de acuerdo a los datos bibliográficos. Sin embargo, se observan mayores efectos cuando el formulado del herbicida se evalúa conjuntamente con los formulados de los insecticidas cipermetrina y/o clorpirifos. No se manifiestan efectos sobre la germinación cuando se evaluaron los formulados de los plaguicidas estudiados a las concentraciones de aplicación, ya sea de manera individual o en sus mezclas.

En los ensayos en laboratorio con *S. intermedia* y *L. gibba* a concentraciones de plaguicidas esperables en el ambiente, indicaron efectos leves en los parámetros biomasa aérea y de raíz y contenido total de clorofila. Cabe resaltar que *S. intermedia* evidenció un aumento del número de frondes a bajas concentraciones del herbicida, asimilable a un efecto hormético.

Cuando se comparan los efectos detectados a concentraciones equivalentes en experimentos de campo en poblaciones confinadas con los mismos clones, se observan efectos adversos no manifestados en laboratorio. Esta diferencia puede deberse a que las condiciones de campo son más rigurosas que las de laboratorio, por lo cual es posible que los organismos en este caso posean una disminución en su tolerancia, debida a las condiciones ambientales más rigurosas a que se hayan expuestos.

La utilización de organismos confinados resultó ser una herramienta útil, ya que permitió evaluar la exposición a plaguicidas en condiciones de campo. En lo referente a los estudios de caso, los efectos observados en los organismos confinados en limnocorrales fueron mayores en el arroyo de Arrecifes en comparación con el Arroyo del Sauce. Esta diferencia podría deberse a la estrecha franja riparia en el primero. Por otra parte, se comprobó por medio del monitoreo del estado fisiológico de las poblaciones naturales (riparias y acuáticas), que actúan como amortiguadores de la llegada de los plaguicidas a las aguas de los arroyos. La información relevada sobre las especies presentes en las comunidades riparias y la fenología de las mismas, significa un aporte de base para estudios

ulteriores, destinados a evaluar los efectos de este uso de la tierra sobre la composición y fenología de las comunidades.

Los estudios realizados a nivel comunidad en el Arroyo Carnaval, simulando la deriva de las aplicaciones de glifosato, mostraron que la diversidad específica en las parcelas tratadas decrece luego de las aplicaciones, revirtiéndose con un incremento significativo respecto a parcelas no tratadas transcurrido dos meses del tratamiento. En las parcelas tratadas se observó una disminución en el porcentaje de especies con plantas en flor y en fruto en relación a las aplicaciones.

Sumando lo observado en los estudios con semillas y plantas acuáticas en el laboratorio, y con plantas acuáticas y riparias a campo, y en el experimento de deriva en comunidades naturales, se puede concluir que el glifosato aplicado en los cultivos produce impactos en las comunidades acuáticas y riparias. Los efectos producidos por las concentraciones detectadas en los arroyos y las simulaciones de la deriva en todos los niveles de complejidad fueron en todos los casos subletales para los individuos que las componen, y reversibles en el caso de las propiedades emergentes de las poblaciones y las comunidades.

La aplicación directa de una cantidad asumida como representativa de la deriva en aplicaciones de rutina en el campo permitieron alcanzar algunas certezas y plantean nuevos interrogantes. Se determinó una disminución inicial en la diversidad específica de la comunidad que duró aproximadamente dos meses, seguida de un período en el que se revierte el efecto y se produce un aumento de la diversidad. Finalmente tratamientos y controles confluyen hacia la condición inicial al año de iniciado el experimento. La certeza es que la deriva de una aplicación individual no supera la resiliencia de la comunidad. Tal como se dijo anteriormente los cambios fueron leves y transitorios. El interrogante se refiere al efecto las aplicaciones reiteradas durante el año que se producen en la práctica agrícola convencional. Este tema, de indudable interés, representa la continuidad de la línea de trabajo iniciada en esta tesis y podría corresponder al objeto de futuras investigaciones.

ABSTRACT

The area of transgenic crops resistant to glyphosate has increased in Argentina during the last decade. The expansion in crop production affects aquatic environments in neighboring agroecosystems. Riparian and aquatic flora function as buffering systems between cultivated areas and watercourses. The communities developed in these bands are affected both by the restriction of space and the drift of pesticides on them.

The objective of this study is evaluating the impact of pesticides used in the cultivation of GM soybean on riparian and aquatic vegetation by means of ecotoxicological assessment tools in the field and laboratory, articulating information from both levels of study.

In the laboratory toxicity tests with seeds for the assessment of effects on germination and root elongation were conducted to evaluate the toxicity of pesticides separately and in mixtures. The species used for these trials were *Lactuca sativa*, *Lolium perenne*, *Medicago sativa*, *Allium cepa*, *Brassica napus*. Also toxicity bioassays were conducted to evaluate the effect of the herbicide Roundup ® Max on the species *Spirodela intermedia* (Lemnaceae, floating plants) and *Hydrocotyle ranunculoides* (Apiaceae, rooted plants).

The fieldwork was performed in two streams adjacent to transgenic soybean crops of the Rolling Pampas located in the Buenos Aires Province. The first, a tributary of the Arrecifes River in the core area of soybean production of Argentina, and the second one, Arroyo del Sauce, a small tributary of the Arroyo del Pescado, located in an area of recent production of soybeans. In both streams, a floristic description and monitoring of the riparian community were carried, along with an assessment of the physiological status of several species, assessing total chlorophyll content in relation to pesticide applications at different times of year.

In these streams, populations of *Spirodela intermedia* and *Lemna gibba* (floating aquatic plants), were evaluated in experiments within confined systems, which allowed assessing the impact of pesticides due to crop management both by drift and direct contact when dissolved in the water column.

To assess the effect of the drift of pesticides on riparian communities was conducted an experiment with a natural community, subject to an application of glyphosate in a field contiguous to the Arroyo Carnaval (Partido de La Plata). The measured parameters were the

composition, coverage and abundance of species in the fraction of the exposed community in comparison with blank unexposed sectors.

Experiments with seeds allowed to conclude that there is a significant variability in the sensitivity between species (three orders of magnitude), when assessing effects on root elongation by the herbicide Roundup® Max from representative species of five plant families. The most sensitive species, *Lactuca sativa*, belongs to the Asteraceae family, widely represented in communities in the region.

No significant differences on root elongation between glyphosate active ingredient and Roundup® Max were detected. When analyzing the possible contribution of coadjuvants to the toxicity of the herbicide formulation, it was observed that the active ingredient provides a greater contribution, oppositely to results detected for the majority of the tested animal species and some species of algae, according to the literature. However, greater effects are observed when the herbicide formulation is assessed in mixtures with the formulated insecticides cypermethrin and / or chlorpyrifos. No effects on the seed germination were detected when formulated pesticides were assessed at the same concentrations used in field sprays, for each individual pesticide or in their mixtures.

Laboratory tests with *S. intermedia* and *L. gibba* exposed at concentrations of pesticides expected in the environment, indicated slight effects on aerial and root biomass and total chlorophyll content. *S. intermedia* showed a significant increase in the number of fronds at low concentrations of the herbicide, which is comparable to a hormetic effect.

When comparing the detected effects in field experiments with organisms in confined experiments given by concentrations with results obtained in laboratory for the same organisms, adverse effects were higher in the field. That difference may be due to more stringent condition in the field as those kept in the laboratory, inducing a decrease in the organism tolerance, due to more stringent environmental conditions at which they are exposed. The use of confined organisms provides a useful tool, since it allowed assessing exposure to pesticides in field conditions.

With regard to study cases, the effects observed in confined organisms were higher in Arroyo Arrecifes compared to the Arroyo del Sauce. This difference could be due to the narrow riparian band in the first. Moreover, it was observed by monitoring the physiological state of natural populations (riparian and aquatic), that act buffering the arrival of pesticides to waters of streams. The here reported information on species from riparian communities and their phenology contributes original data fundamental for further studies when assessing the effects of the land use on the composition and phenology of the communities.

The community-level studies in Arroyo Carnaval, simulating drift of glyphosate applications, showed that diversity decreased in the treated plots after sprays, reversing in a significant increase after two months of treatment. The treated plots showed a decrease in the percentage of species in flower and fruit in relation to exposure.

Additionally to observations from studies with seeds and aquatic plants in the laboratory, and aquatic and riparian plants to field, and the drift experiment with a natural community, we may conclude that glyphosate applied to crops induced impacts on aquatic and riparian communities. The effects of concentrations found in streams and simulations of drift at all levels of complexity were sublethal in all cases at individual level, and reversible in case of emergent properties of populations and communities.

The direct application of a representative proportion of pesticide used in routine applications in the field enabled us to reach some certainties, but also raised new questions. We determined an initial decline in the diversity of the community that lasted about two months, followed by a period in which the effect is reversed and there is an increase of diversity. Finally treatments and controls converge toward the initial condition from the beginning of the elapsed year of the experiment. The certainty is that the drift of an individual application surpass the community resilience. As mentioned above the changes were mild and transient. The question concerns the effect of repeated applications during the year that occur in conventional agricultural practice. This matter of undoubted interest, represents the continuity of the line of study undertaken in this thesis could be the subject of future investigations.

1 Introducción

<i>1.1 Cambios en el paisaje y en el uso de la tierra a través del tiempo</i>	2
<i>1.2 La tecnología de la soja transgénica</i>	6
<i>1.3 Los pesticidas utilizados en la práctica</i>	7
<i>1.4 La flora riparia y acuática</i>	12
<i>1.5 Estrategia general de evaluación de los efectos de los plaguicidas sobre la vegetación acuática y riparia</i>	13
<i>Bibliografía</i>	17

Hipótesis y Objetivos	23
------------------------------------	----

2 Efecto de plaguicidas sobre la germinación. Evaluación de la toxicidad de formulados y mezclas utilizados en cultivo de soja transgénica.

<i>2.1 Introducción</i>	25
<i>2.2 Materiales y métodos</i>	26
<i>2.2.1. Ensayos con el herbicida Roundup® Max sobre cinco especies</i>	26
<i>2.2.2 Ensayos con la especie Lactuca sativa</i>	29
<i>Ensayos con la formulación líquida del herbicida glifosato: formulado Glifoglex, principio activo y humectante (detergentes y antiespumante), por separado</i>	30
<i>Ensayos con la formulación granulada del herbicida glifosato: formulado Roundup® Max, principio activo y surfactante POEA</i>	31
<i>Ensayos con mezclas de plaguicidas</i>	32
<i>Ensayos con muestras ambientales</i>	33
<i>2.3 Resultados</i>	35
<i>2.3.1. Ensayos con el herbicida Roundup® Max con semillas de cinco especies</i> 35	
<i>2.3.2 Ensayos con Lactuca sativa</i>	36
<i>Ensayos con la formulación líquida del herbicida glifosato: formulado Glifoglex, principio activo y humectante (detergentes y antiespumante), por separado</i>	36
<i>Ensayos con la formulación granulada del herbicida glifosato: formulado Roundup® Max, principio activo y surfactante POEA</i>	37
<i>Ensayos con mezclas de pesticidas</i>	38

<i>Ensayos con muestras ambientales</i>	41
2.4 <i>Discusión</i>	42
2.5 <i>Bibliografía</i>	46
<i>Anexo I</i>	49
<i>Anexo II</i>	51
<i>Anexo III</i>	52
3 Bioensayos de toxicidad utilizando como tóxico al herbicida Roundup® Max y como especies diagnóstico a las macrófitas <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> y <i>Spirodela intermedia</i> en laboratorio.	
3.1 <i>Introducción</i>	53
3.2 <i>Materiales y métodos</i>	56
3.2.1 <i>Ensayo con la especie <i>Hydrocotyle ranunculoides</i></i>	56
3.2.2 <i>Ensayo con la especie <i>Spirodela intermedia</i></i>	58
3.3 <i>Resultados</i>	61
3.3.1 <i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	62
3.3.2 <i>Spirodela intermedia</i>	62
3.4 <i>Discusión</i>	65
3.5 <i>Bibliografía</i>	67
<i>Anexo I</i>	70
4 Evaluación del efecto de los plaguicidas sobre la vegetación en arroyos aledaños a explotaciones agropecuarias.	
<i>Introducción</i>	75
4.2 <i>Materiales y métodos</i>	77
4.2.1 <i>Arroyo de Arrecifes</i>	79
4.2.2 <i>Arroyo del Sauce</i>	81
<i>Descripción de las estrategias utilizadas para la evaluación</i>	82
<i>Monitoreo del contenido de pigmentos</i>	83
<i>Especies flotantes en sistemas confinados</i>	85
<i>Estimación teórica de la concentración de glifosato esperada en el ambiente</i>	87
<i>Descripción de la comunidad riparia y fenología en relación a las aplicaciones</i>	88
4.3 <i>Resultados</i>	89
4.3.1 <i>Arroyo de Arrecifes</i>	
<i>Monitoreo del contenido de pigmentos</i>	89

<i>Especies flotantes en sistemas confinados</i>	92
<i>Descripción de la comunidad</i>	93
4.3.2 Arroyo del Sauce	
<i>Monitoreo del contenido de pigmentos</i>	96
<i>Especies flotantes en sistemas confinados</i>	97
<i>Descripción de la comunidad</i>	101
4.4 <i>Discusión</i>	103
4.5 <i>Bibliografía</i>	109
<i>Anexo I</i>	114
<i>Anexo II</i>	145
5 Efectos de la deriva del glifosato en una comunidad riparia	
5.1 <i>Introducción</i>	151
5.2 <i>Materiales y métodos</i>	152
5.2.1 <i>Diseño experimental</i>	152
5.2.2 <i>Puntos finales de evaluación</i>	153
5.2.3 <i>Simulación de la deriva</i>	157
5.3 <i>Resultados</i>	157
5.4 <i>Discusión</i>	165
5.5 <i>Bibliografía</i>	167
<i>Anexo I</i>	170
<i>Anexo II</i>	172
6 Discusión General	185
7 Conclusiones	191

1. INTRODUCCIÓN

La soja transgénica es hoy el principal cultivo de nuestro país, debido tanto a la alta producción asociada a los avances tecnológicos, como a su alto valor de mercado. Este cultivo se extendió rápidamente reemplazando las formas de producción tradicionales, reduciendo el área dedicada a la ganadería, la utilización de variedades de trigo de ciclo corto permitió la implementación de dos cosechas sucesivas y aumentó el consumo de plaguicidas.

La agricultura actual es mucho más intensiva que la anterior y el impacto ambiental de todo este proceso merece ser estudiado con más detalle.

La zona núcleo de soja transgénica se extiende en lo que se denomina Pampa Ondulada entre los 32 y los 35 grados de Latitud Sur y los 59 y 63 grados de Longitud Oeste y abarca un área de más de 300.000 km². Comprende la zona sur de la Provincia de Santa Fe, el centro-este de la Provincia de Córdoba y centro norte de la Provincia de Buenos Aires.

En el área de influencia de la Sub-Cuenca Delta del Bajo Paraná y el Río de la Plata los campos están destinados principalmente a la producción de soja y por lo tanto, los arroyos y ríos que las componen son inevitables sumideros de los agroquímicos utilizados en esta práctica.

La pampa ondulada presenta una serie de lomadas separadas por valles fluviales, entre los cuales circulan una serie de ríos y arroyos en sentido suroeste-noreste. La mayoría de los suelos de la región se clasifican como franco limosos, los cuales están constituidos por sedimentos limosos eólicos que han evolucionado en suelos profundos y bien drenados del tipo Argiudoles en los interfluvios y en las pendientes. Mientras que en los bajos y en los arroyos aparecen materiales aluvionales más jóvenes y a veces suelos con engrosamiento de su horizonte superficial por el arrastre de partículas desde las partes más altas del relieve. Respecto al clima la región presenta una buena distribución anual de las precipitaciones (900-1000 mm), con ligero déficit en período estival (Camilion et al, 2003; Manassero et al, 2004). A estos suelos se relaciona una estructura de vegetación de pradera en años húmedos y de pseudos-estepa durante los años secos. El crecimiento de las plantas es, rara vez limitado por la temperatura del invierno, en cambio si lo es por la sequía estival, que frecuentemente afecta la producción de la mayoría de las especies (Ghersa & Leon, 2001).

Fitogeográficamente la pampa ondulada se ubica dentro de la Región Neotropical, Dominio Chaqueño, Provincia Pampeana (Cabrera, 1968). En la figura 1 se observa la nueva

clasificación de las ecoregiones argentinas realizada por Burkart et al. (1999), que denomina a esta zona: ecoregión de Las Pampas.

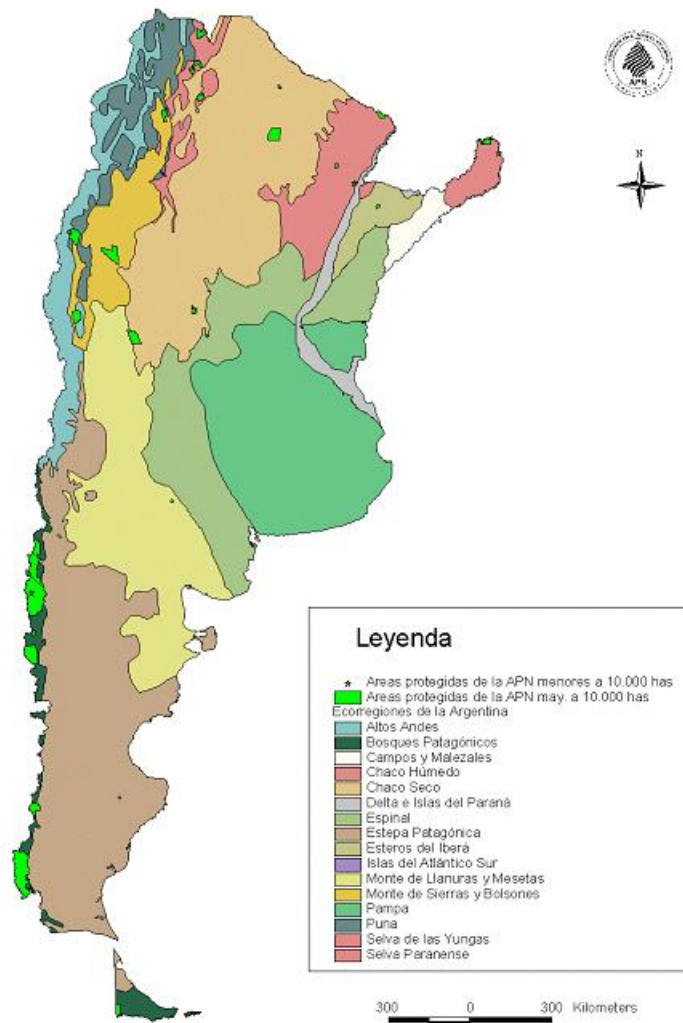


Figura 1. Ecoregiones argentinas (Burkart et al., 2006)

1.1 Cambios en el paisaje y en el uso de la tierra a través del tiempo

Es importante conocer el uso que se le dio a la tierra en la que se encuentra el cultivo que se va a analizar, ya que es difícil asignar los impactos del mismo en una región que posee tantas alteraciones sucesivas.

La modificación del paisaje de esta importante región de nuestro país, tiene una larga historia asociada al desarrollo agrícola y ganadero. Los efectos de los factores antrópicos que

se introdujeron después de la llegada de los europeos, fueron los modeladores del actual paisaje cultural. Desde el siglo XVII el efecto del fuego, pastoreo, demarcación de propiedad, tendido de caminos, aumento de flujos comerciales, actividades industriales primarias y aumento de la población humana imprimen su huella en el paisaje pampeano de la Argentina (Ghersa & León, 2001).

El paisaje pampeano, en los tiempos del descubrimiento de América, se describía como: “una llanura cubierta por una capa de pajonales tan altos que podían cubrir a un jinete a caballo” (Brailovsky, 1997). En aquellos tiempos la economía indígena se centraba en la caza del guanaco, la vizcacha y el venado de las pampas, principales herbívoros que habitaban la región. Poco después de la llegada de los conquistadores la hegemonía de los herbívoros antes mencionada es reemplazada en su gran mayoría por la hacienda cimarrona. Las pocas cabezas de caballos y vacas que fueron traídas por los conquistadores encuentran un nicho ecológico “vacío” u ocupado en muy pequeña proporción por guanacos y ciervos, con lo cual se expanden rápidamente. Consecuentemente, aquella imagen de pajonales altos cambia a raíz del pastoreo a una pseudoestepa de gramíneas más finas. Los habitantes de las pampas (indios y gauchos), competían por el recurso ya que se alimentaban del ganado salvaje. Se comenzó a introducir la práctica del uso del fuego para mejorar las pasturas, que sumado al pastoreo redujo las dominancias e incrementó la diversidad del pastizal.

En 1580, se procede al primer reparto de solares y chacras que se realizó en sentido rectangular entre los ríos Luján, Las Conchas, Riachuelo y el Río de la Plata. El patrón rectangular de este demarcado inicial se propagó por toda la región y generó una red de límites y corredores, al principio determinada por zanjas y por cercos vivos y muertos, y más tarde por alambrados y caminos. Estos cercos plantados diseminaron las especies arbóreas en el interior del paisaje pampeano (*Acacia bonaeriensis*, *Celtis tala*, *Parkinsonia sp*) y fueron extendiéndose con el avance de las fronteras que siguió a la instalación de postas, puestos y fortines (Brailovsky, 1997).

A fines del siglo XIX, comienza a sembrarse forraje y comienzan a establecerse los frigoríficos. A la ola inmigratoria de españoles e italianos el gobierno les arrendaba la tierra por cuatro años que debía dejar una pastura sembrada al retirarse.

Entre 1900 y 1930 hay una expansión de la agricultura, que disminuye en la década del 30 debido a la crisis mundial, y también en los años 40 por la guerra, ya que no hay transporte disponible para comercializar los granos. A fines de la década del 40, se intenta

industrializar el país y hay un éxodo hacia las ciudades. Entre el 40 y el 60 se fomentaron acciones desde el estado para promover el desarrollo agrícola y la industrialización. En la década del 70, la introducción de la soja y la expansión del girasol incrementaron rápidamente la productividad de la agricultura (Rapoport et al., 2000).

La alta rentabilidad de la soja y la reducción de la demanda externa de carne bovina por autoabastecimiento del mercado común europeo, hicieron disminuir la ganadería extensiva y se comenzaron a realizar cultivos anuales, aplicando sistemas de intensificación del uso del suelo. La menor rentabilidad de la ganadería, hizo que se interrumpieran los ciclos de rotación. Se alcanzaron a registrar más de 28 labores por año, situación que luego evolucionó al sistema de labranza cero, hoy conocido como siembra directa.

La región pampeana se adaptó históricamente a las demandas externas y a los modelos tecnológicos internacionales, lo cual implicaba una inmediata rentabilidad que no considera la estabilidad de esta producción en el tiempo (Brailovsky & Foguelman, 1992).

La rentabilidad de la soja, junto a la plasticidad del sistema tecnológico, dio como resultado la expansión de la frontera agropecuaria hacia el norte y el sur de la zona núcleo, desplazando tanto a otros cultivos como a ecosistemas naturales. La figura 2 muestra la expansión del cultivo desde 1971 hasta la actualidad. Las provincias de Entre Ríos, Corrientes, Santiago del Estero, Chaco y Formosa aumentaron sus áreas sembradas en más del 300% (SAGPyA, 2008). Actualmente más del 95% del área sembrada con soja en la Argentina es del tipo transgénico (Pengue, 2000; Satorre, 2005).

Tanto la superficie cultivada como el volumen de insecticidas en los últimos 10 años tuvieron un incremento de 2,5 veces. Contrariamente para el mismo período, el volumen del herbicida comercializado se incrementó 5 veces (CASAFE, 2009).

El área sembrada con esta variedad pasó de 5.000 hectáreas sembradas en 1996, cuando fue introducida la variedad, a 7.000.000 en el año 1999, 14.000.000 en 2003/2004 y en la campaña 2007/2008 llegó a 17.000.000 de hectáreas (SAGPyA, 2008).

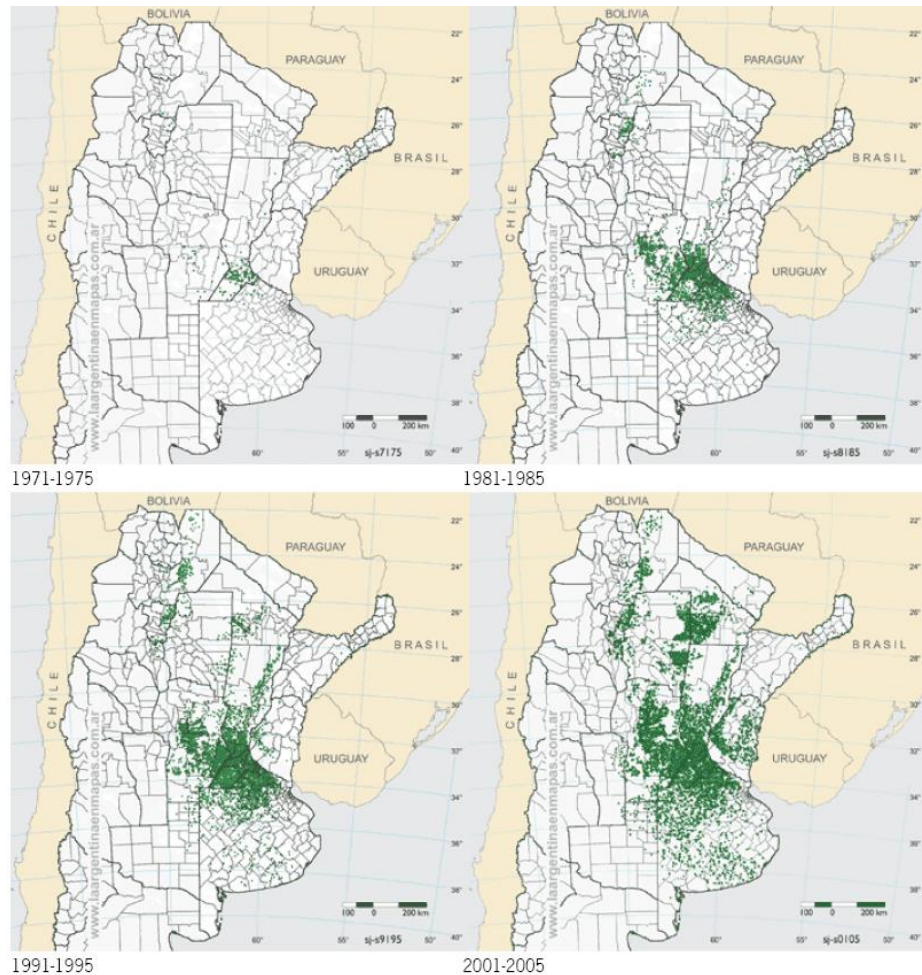


Figura 2. Expansión del cultivo de soja desde el período 1971/1975 hasta el período 2001/2005. Cada punto representa 1000 hectáreas. Extraído de Argentina en mapas, 2009

El cambio tecnológico aportado por este herbicida resulta en una diferente forma de aplicación del mismo. El herbicida no es cuidadosamente aplicado en los surcos, sino que puede utilizarse directamente sobre el cultivo sin que éste se vea afectado. Esta acción permite una operación que resulta más cómoda para los productores, pero más perjudicial para el ambiente. Otro de los cambios fue la rotación de cultivos que, en algunas ocasiones utilizan el barbecho químico que ocupa una parte importante del año (aproximadamente tres meses), momento en el cual, los lotes quedan con el suelo desnudo, sólo cubierto por el escaso barbecho del cultivo anterior generado por la aplicación del pesticida (Figura 3).



Figura 3. Barbecho Químico, Octubre de 2005, General Gelly (Provincia de Santa Fe).

1.2 La tecnología de la soja transgénica

El paquete tecnológico de la soja transgénica utiliza soja modificada genéticamente con un gen que le confiere resistencia al herbicida glifosato, herbicida de amplio espectro, altamente eficiente y de bajo costo. Los insecticidas asociados a este cultivo son formulados en base a cipermetrina, clorpirifos y endosulfán, utilizados en distintos momentos, según las plagas presentes en el cultivo. En la figura 4 se muestran una situación de rotación de cultivos, incluyendo las aplicaciones de glifosato programadas.

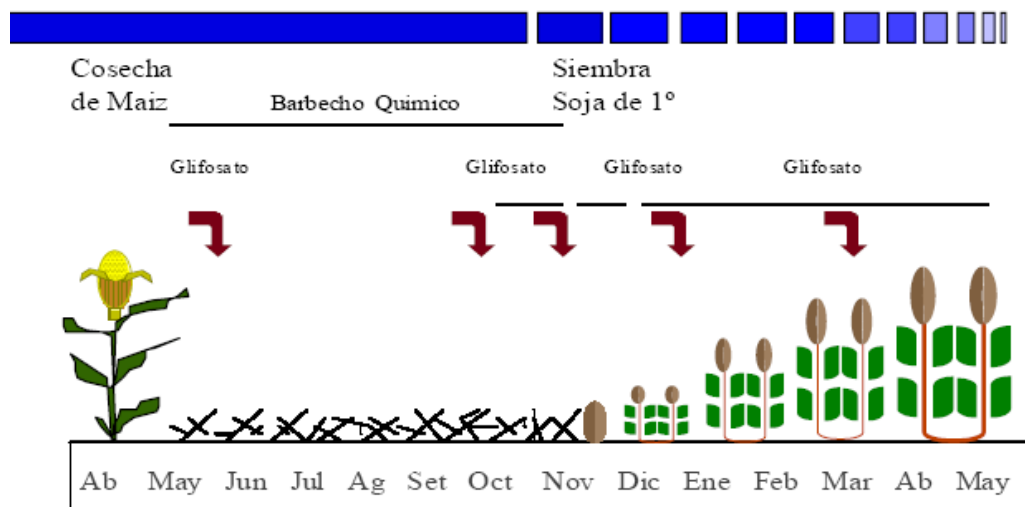


Figura 4. Estado fenológico del cultivo, aplicaciones y las rotaciones a lo largo del año para soja RR de primera en rastrojo de Maíz. Diagrama extraído de Pengue (2000).

1.3 Los plaguicidas utilizados en la práctica

El glifosato es aplicado en sus diferentes formulaciones líquidas o granuladas, y los insecticidas en sus correspondientes formulaciones líquidas.

Considerando su modo de acción, el glifosato inhibe la producción de aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina y triptófano), en la ruta del ácido shiquímico (Blackburn & Boutin, 2003). Los insecticidas cipermetrina y clorpirifos provocan efectos neurotóxicos en la fauna, aunque sus modos de acción son diferentes, el primero es de la familia de los piretroides y el segundo de los organofosforados (Ecobichon, 1996). En las formulaciones se incluye el principio activo conjuntamente con coadyuvantes que tiene distintos propósitos: mejorar la adhesión a las superficies, controlar el tamaño de la gota en las aspersiones, etc. A continuación se resumen las características principales de los tres plaguicidas de mayor uso, que fueron estudiados en este trabajo de tesis.

Glifosato

El glifosato N-(fosfonometil) glicina (CAS 1071-83-6) ácido y sus sales son compuestos moderadamente tóxicos clasificados como tipo III según la USEPA (USEPA, 1993). Es comúnmente utilizado como sal, en particular la sal isopropilamina. También se encuentra disponible en forma ácida o como sal del trimetilsulfonio. La figura 5 muestra la fórmula química del glifosato. Es un compuesto soluble en agua (12.000 mg/l) y poco soluble en solventes orgánicos, con presión de vapor despreciable, K_{ow} -3,22 a -2,77 y un coeficiente de adsorción estimado de 24.000 (USEPA, 1985).

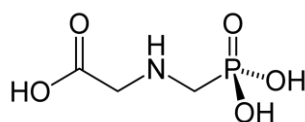


Figura 5. Estructura del glifosato.

El herbicida glifosato es de amplio espectro, no selectivo, y se utiliza para controlar malezas anuales o perennes. Como se mencionara anteriormente, es usado en distintas oportunidades a lo largo del ciclo del cultivo; generalmente, para generar un barbecho químico meses antes de la siembra, en presiembra, preemergencia, y en postemergencia. La comercialización de este herbicida en nuestro país pasó de 60.974.464 l de formulación

líquida, y 3.500.000 kg de formulación sólida en el año 1999, a 109.669.139 l de formulación líquida y 18.346.997 kg de formulación sólida en el año 2008 (CASAFE, 2009).

Las dosis de aplicación recomendadas para el cultivo de soja varían dependiendo de las malezas presentes en los lotes y las formulaciones utilizadas. Para el caso del Roundup ® Max (® Monsanto), se encuentran en el intervalo de 0,8 a 3,2 kg/ha, las cuales para su aplicación deben ser diluidas en 100 l/ha. Dado que el formulado posee un 74,4% de glifosato, en una aplicación de 1 kg/ha, la concentración resultante en la misma es de 7440 mg/l.

La información sobre su toxicidad, efectos ecológicos y comportamiento ambiental se resume en distintas fuentes oficiales (EHC, 1994; EXTTOXNET, 2009; IRIS, 2009). Las mismas indican que el glifosato es prácticamente no tóxico por ingestión, con una LD50 de 5600 mg/kg para estudios agudos en ratas. Estudios crónicos con mamíferos de hasta dos años de exposición, con dosis del orden de 400 mg/kg/día, indican efectos sólo excepcionalmente.

Respecto a su toxicidad en los seres humanos, estudios realizados por Benachour et al. (2009), en tres tipos diferentes de células (umbilicales, embrionales y placentarias), demuestran que los formulados de glifosato (Roundup) inducen apoptosis y necrosis en las mismas, a niveles de concentración residuales esperables de ser hallados en los alimentos provenientes de cultivos tratados con el herbicida. Por su parte otro estudio que observa el efecto sobre las células placentarias humanas, demuestra que el glifosato es tóxico a concentraciones menores que las utilizadas en el campo. Las investigaciones demuestran que el herbicida resultaría ser un disruptor de la actividad del citocromo P450, a concentraciones 100 veces menores a las utilizadas en la agricultura. El efecto se incrementa con el aumento de la concentración del herbicida y el tiempo de exposición, como así también con la presencia de coadyuvantes en las formulaciones (Richard et al., 2005).

Los efectos ecológicos indican que el glifosato (técnico) es ligeramente tóxico para las aves (LC50 dietaria >4500 ppm), prácticamente no tóxico para peces (96h LC50 86-168 mg/l) y podría ser ligeramente tóxico para invertebrados (LC50 >10 a aproximadamente 1000 mg/l, bivalvos, cangrejos, crustáceos). Los antecedentes en bancos de datos toxicológicos alertan sobre variaciones de toxicidad asociables a los compuestos en formulaciones.

El comportamiento ambiental del herbicida indica persistencia moderada en suelos, con una vida media estimada en este compartimiento de 47 días, con datos de persistencia en campo variables, entre 1 y 174 días (Wauchope et al., 1992). En nuestro país existen estudios

realizados en experimentos a campo, en los que se informa asociación del compuesto al material en suspensión en aguas de lagunas, con una vida media de 5,77 días para una dosis de 6 mg/l y 7,73 días para una dosis de 12 mg/l (Perez et al., 2007). Los microorganismos son los responsables principales de su descomposición, siendo la volatilización y fotodegradación casi despreciables. El glifosato puede ser traslocado dentro de la planta, vía simplasto a través de sus raíces (Jachetta et al., 1986).

Cipermetrina

La cipermetrina, (R, S)-alfa-ciano-3-fenoxibenzil (1RS)-cis,trans-3-(2,2-diclorovinil)-2,2-dimetilciclopropano-carboxilato (CAS 52315-07-8) es un insecticida sintético de amplio espectro perteneciente a la familia de los piretroides. Es un compuesto moderadamente tóxico, clasificado como tipo II según la USEPA y como plaguicida de Uso Restringido, dada su toxicidad en peces (USEPA, 1985). Los productos comerciales que contienen cipermetrina poseen una variada proporción de los isómeros cis y trans del compuesto. En la figura 6 se muestra su estructura, que tiene su base en el piretro, sustancia extraída de los capítulos florales de varias especies de crisantemos, con una actividad biológica y estabilidad mayor que la base natural. Se sintetizó e introdujo en el mercado en la década del 70. La solubilidad en agua es de 0,01 mg/l; presión de vapor $1,4 \times 10^{-7}$ nP; Kow 6,60 y Koc 100.000.



Figura 6. Estructura de la cipermetrina

Se aplica en el cultivo generalmente antes de la floración, o ante la aparición de las siguientes plagas: barrenador del brote (*Epinotia aporema*), chinche verde (*Nezara sp*), isoca bolillera (*Helicoverpa gelotopoeon*), oruga militar tardía (*Spodoptera frugiperda*), oruga de las leguminosas (*Anticarsia gemmatalis*), oruga de la hoja (*Rachiplusia nu*), mosquita del sorgo (*Contarinia sorghicola*). En nuestro país la comercialización de este insecticida pasó de 973.396 l en el año 1999 a 2.571.863 l en el año 2008 (CASAFE, 2009).

Las dosis recomendadas para la aplicación de cipermetrina varían con las plagas que se precisa controlar y las formulaciones utilizadas. Para el caso del formulado Sherpa (Bayer, Crop Science), las dosis varían entre 100 y 200 ml/ha. Para su aplicación se diluyen con 100 l de agua. El formulado contiene 25 % de principio activo, por lo tanto la concentración de aplicación resultante es del orden de 250 mg de principio activo cipermetrina/l.

La información sobre su toxicidad, efectos ecológicos y comportamiento ambiental se resume en distintas fuentes oficiales (EHC, 1989; EXTTOXNET, 2009; PAN, 2009). La información proveniente de las mismas indica que la cipermetrina es moderadamente tóxica por absorción e ingestión, con diversos síntomas producto de efectos sobre el sistema nervioso, además del digestivo. La DL50 oral en ratas varía entre 187 y 4100 mg/kg dependiendo de las relaciones isoméricas presentes. La DL50 dermal en ratas y conejos es mayor a 2000 mg/kg. No se han observado efectos mutagénicos en los ensayos con diversos animales. La USEPA ha clasificado a la cipermetrina como posible carcinógeno en humanos, debido a que la información disponible no es concluyente. Este piretroide se metaboliza rápidamente en animales y humanos por hidroxilación, eliminándose en horas.

La cipermetrina es prácticamente no tóxica para aves, con una DL50 de más de 4.640 mg/kg y hasta 20.000 mg/kg (la mayor concentración ensayada). Sin embargo es muy altamente tóxica para peces (LC50 96h 0,0018-0,0082 mg/l) e invertebrados acuáticos (LC50 0,0002 mg/l microcrustáceos de agua dulce). La cipermetrina es metabolizada mucho más lentamente por los peces, explicándose así la gran diferencia en toxicidad entre mamíferos y peces (Bradbury et al, 1989).

Con referencia al destino ambiental, este piretroide tiene persistencia moderada en suelos, degradándose más rápidamente en suelos con bajo contenido de materia orgánica. En condiciones aeróbicas a vida media varía entre 4 días y 8 semanas. Sin embargo la cipermetrina es más persistente bajo condiciones anaeróbicas. Por otra parte, la bibliografía indica que es fotodegradable, con una vida media variable de 8 a 16 días. Se hidroliza en medio acuoso, más rápidamente en condiciones alcalinas. La baja solubilidad en agua le confiere fuerte tendencia a la adsorción en partículas de suelo. Se ha detectado rápida degradación luego de su aplicación sobre distintos tipos de plantas cultivables.

Clorpirifos

El clorpirifos, Fosforotioato de o,o-dietil o-3,5,6-tricloro-2-piridil (CAS 2921-88-2), es un plaguicida organofosforado de amplio espectro, clasificado como perteneciente a la Clase II, moderadamente tóxico. Fue registrado por primera vez en 1965 y comercializado por la empresa Dow Chemical Company para el uso doméstico, siendo en la actualidad uno de los insecticidas organofosforados más ampliamente utilizados en agricultura. En la figura 7 se muestra su estructura. Es un compuesto de baja solubilidad en agua (1,39 mg/l), presión de vapor 1,43mPa, Kow $5,01 \times 10^4$, Koc 125,2; vida media promedio hidrolización de 58,1 días; vida media en suelos aeróbica y anaeróbica de 113,3 y 135, 5, respectivamente (PAN, 2009).

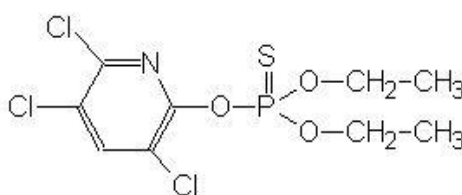


Figura 7. Estructura química del clorpirifos

El clorpirifos es utilizado en el cultivo de soja para combatir las siguientes plagas: isoca de la alfalfa (*Colias lesbia*), oruga de la soja y el maní (*Anticarsia gemmatalis*), oruga del yuyo colorado (*Loxostage bufudacus*), oruga cuarteadora (*Mocis latipes*), gatapeluda norteamericana (*Spilosoma virginica*) isoca bolillera (*Rachiplusia nu*), barrenador del brote (*Epinotia aporema*), isoca bolillera (*Helicoverpa gelotopoeon*). Se aplica antes de la floración del cultivo o cuando se empiezan a ver los daños. La aplicación puede ser terrestre o aérea. La comercialización de este insecticida en nuestro país pasó de 1.575.238 l en el año 1999 a 4.161.739 l en el año 2008 (CASAFE, 2009).

Las dosis recomendadas para la aplicación de este insecticida varían con las plagas que se precisa controlar y las formulaciones utilizadas. Para el caso del formulado Shooter (Chemiplant), las dosis varían entre 0,4 y 1 l/ha, que para su aplicación se diluyen en 100 l de agua. El formulado contiene 48 % de principio activo, por lo tanto en una aplicación de 0,8 l/ha la concentración de aplicación resultante es de 3840 mg de principio activo clorpirifos/l.

La información toxicológica indica que el clorpirifos es neurotóxico y disruptor endócrino. Se lo ha asociado con problemas de asma, toxicidad reproductiva y del desarrollo,

además de efectos agudos. La información ecotoxicológica indica que el clorpirifos y su producto principal de degradación (clorpirifos oxon) son altamente tóxicos para anfibios.

Con referencia al destino ambiental, este insecticida tiene persistencia moderada en suelos, degradándose más rápidamente en suelos con bajo contenido de materia orgánica. Su vida media varía entre 60 y 120 días. Por otra parte la bibliografía indica que su fotodegradabilidad, es lenta. La baja solubilidad en agua le confiere fuerte tendencia a la adsorción en partículas de suelo.

1.4 La flora riparia y acuática

La vegetación riparia tiene un importante rol en la protección de los ecosistemas acuáticos. El término ripario deriva de la raíz *ripa*, que en latín significa orilla, ribera, costa y su derivación *ripario* es el término que se utilizaba para nombrar a los soldados que vigilaban las riberas (Macchi, 1958; Alonso, 1968). El término está asociado a un grupo de especies que pueden vivir en este tipo de ambientes. En el presente trabajo se estudian estas especies, como así también aquellas que estén en la franja que separa los cultivos de los arroyos y no posean una especialización para vivir en los mismos.

La vegetación riparia provee un ambiente que aloja a los insectos terrestres que contribuyen a la dieta de peces y anfibios, como así también a los enemigos naturales de las plagas de los cultivos. Por su parte la flora acuática provee refugio a organismos frente a predadores, sirven como sitios de cría, dan lugar a la formación de diferentes tipos de hábitat, ayudando además en la regulación de flujos de agua y en la retención de sedimentos. Cabe recordar que los sedimentos son sumideros de la mayoría de los plaguicidas de baja solubilidad.

Son diversos los factores de la tecnología de cultivo que influyen sobre las comunidades riparias y acuáticas, siendo dos de las más importantes la restricción de espacio y la deriva de plaguicidas sobre las mismas.

Existen antecedentes del impacto de los plaguicidas sobre plantas no blanco, alguno de los cuales evalúan los efectos sobre especies (Boutin et al, 1993; Freemark & Boutin, 1995; Boutin et al, 2003) y otros sobre comunidades artificiales o naturales (Pfleeger & Zobel, 1995; Ferenc, 2001; Waldhardt et al, 2003; Hietala-Koivu et al, 2004).

Se han observado modificaciones de la abundancia de especies, las interacciones entre las mismas y en la producción de biomasa en comunidades vegetales de ambientes artificiales

de estudio y en condiciones naturales cuando fueron expuestas a insecticidas y herbicidas, e incluso a fertilizantes (Kleijn & Snoeiijing, 1997).

Investigaciones más avanzadas han llegado a establecer el ancho de las zonas sin cultivo necesarias para amortiguar el efecto de los plaguicidas sobre semillas de diferentes especies (Marrs et al., 1993). En nuestro país hay estudios que evalúan la sustentabilidad del agro en la región pampeana a una mayor escala (Viglizzo et al., 2002; 2004).

Es por ello, que el estudio del impacto de los plaguicidas utilizados en la práctica de la siembra directa sobre la flora local es de especial interés para posibilitar la generación de conocimiento que provea herramientas de manejo sustentable.

Estrategia general de evaluación de los efectos de los plaguicidas sobre la vegetación acuática y riparia.

La ecotoxicología fue definida por Truhaut (1977) y más tarde por Butler (1978), como una rama de la toxicología que estudia los efectos tóxicos de las sustancias, ya sean sintéticas o naturales, en los organismos, animales o plantas, acuáticos o terrestres, que constituyen la biosfera. También incluye la interacción de estas sustancias con el ambiente físico en que los organismos viven.

Desde sus inicios se han venido desarrollando distintas herramientas que permiten, con diversas estrategias, evaluar el riesgo ambiental determinado por los compuestos tóxicos. Una de las primeras herramientas fue la utilización de bioensayos de toxicidad. Un bioensayo, de acuerdo a Finney (1978), es un experimento que permite estimar la naturaleza, constitución o potencia de un material de acuerdo a la reacción obtenida luego de su aplicación en la materia viva. Por lo tanto un bioensayo involucra un estímulo medible de exposición externa o de dosis absorbida, que es aplicada a un organismo y la respuesta a ese estímulo es estimada por un cambio en alguna característica biológica del mismo.

Desde el desarrollo y publicación del primer bioensayo estandarizado de toxicidad utilizado en los años 40 (Hart et al., 1945; Doudoroff et al., 1953), el número de posibles pruebas ha crecido enormemente. Básicamente se utilizaron bacterias y sus enzimas, algas, zooplancton, plantas, organismos bentónicos invertebrados, peces y anfibios (Bitton and Dutka, 1986; EPA, 1989; Ferrari et al., 1993; Di Marzio & Tortorelli, 1994; Bulus Rossini & Ronco, 1996; Ronco et al., 1996; Sobrero et al., 1996; Herkovits and Pérez-Coll, 1999; Salibián, 2006). En particular la evaluación de la fitotoxicidad de un compuesto químico es un

componente esencial de la evaluación de riesgo ambiental (Sobrero & Ronco, 1998; Klaine et al, 2003).

Los productores primarios son un nivel trófico esencial de cualquier ecosistema. Se han desarrollado una gran cantidad de pruebas con productores primarios: algas, plantas acuáticas y plantas terrestres. Estos ensayos han sido estandarizados y sus procedimientos están publicados por las siguientes organizaciones: APHA (American Public Health Association), OECD (Organization Economic Cooperation and Development), ISO (International Organization for Standarization), OPPTS (Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances of United States Environmental Protection Agency), ASTM (American Society for Testing and Materials), Environment Canada, IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación).

En particular las plantas vasculares más utilizadas en la valoración de efectos biológicos con bioensayos de toxicidad son acuáticas del genero *Lemna* (Wang, 1990; USEPA, 1985; USEPA, 1996; Environment Canada, 1999a), o dentro de la familia Lemnaceae especies del género *Spirodela*.

La variabilidad asociada a la biomasa, el mayor esfuerzo asociado su mantenimiento en condiciones controladas de laboratorio ha favorecido, en algunos casos, al uso de pruebas (de forma aislada o en baterías de ensayo), basadas en la evaluación de los efectos utilizando semillas de plantas terrestres, muchas de ellas de plantas cultivables de valor económico como: *Lactuca sativa*, *Hordeum vulgare*, *Lycopersicon esculentum* *Trifolium pratense*, *Medicago sativa*, *Allium cepa* (Dutka, 1989; USEPA, 1989; Sobrero & Ronco, 2004; Environment Canada, 2005). Son diversos los puntos finales sobre los que se evalúan efectos adversos de contaminantes en plantas vasculares, que cubren aquellos relacionados con la germinación y el desarrollo de las plántulas, alteraciones en el crecimiento, fisiológicas o reproductivas.

Otra estrategia de valoración de los efectos biológicos es la del uso de biomarcadores. Éstos son una batería de cambios en parámetros bioquímicos, fisiológicos u histológicos en los organismos, que son utilizados para estimar la exposición a un compuesto químico, o los efectos resultantes de la exposición (Suter, 1990, De Coen et al., 2000). Esta estrategia ha tenido un gran desarrollo en peces, además de haber sido también utilizada en plantas acuáticas (Felsot et al., 1996; Ferrat et al., 2003).

El desarrollo de estudios biológicos in situ también cobra una particular importancia, dada la distancia entre los efectos observados en el laboratorio en relación al campo (Figura 1). Estos estudios varían desde aquellos con máxima complejidad y representatividad, que abarcan el estudio de todo el ecosistema natural, como otros que analizan una porción del ecosistema por medio de encierros. Por otra parte, se desarrollaron métodos que exponen en condiciones naturales a sistemas artificiales, tales como las lagunas experimentales o arroyos artificiales (denominados micro y mesocosmos dependiendo de su tamaño) (Caquet et al., 2000).

La simplicidad de los métodos para valorar efectos biológicos de contaminantes ambientales está en relación inversa al realismo ecológico y el tiempo de respuesta, que es mayor a medida que se complejizan los ensayos. En la figura 9 se grafica la relación costo-factibilidad versus representatividad.

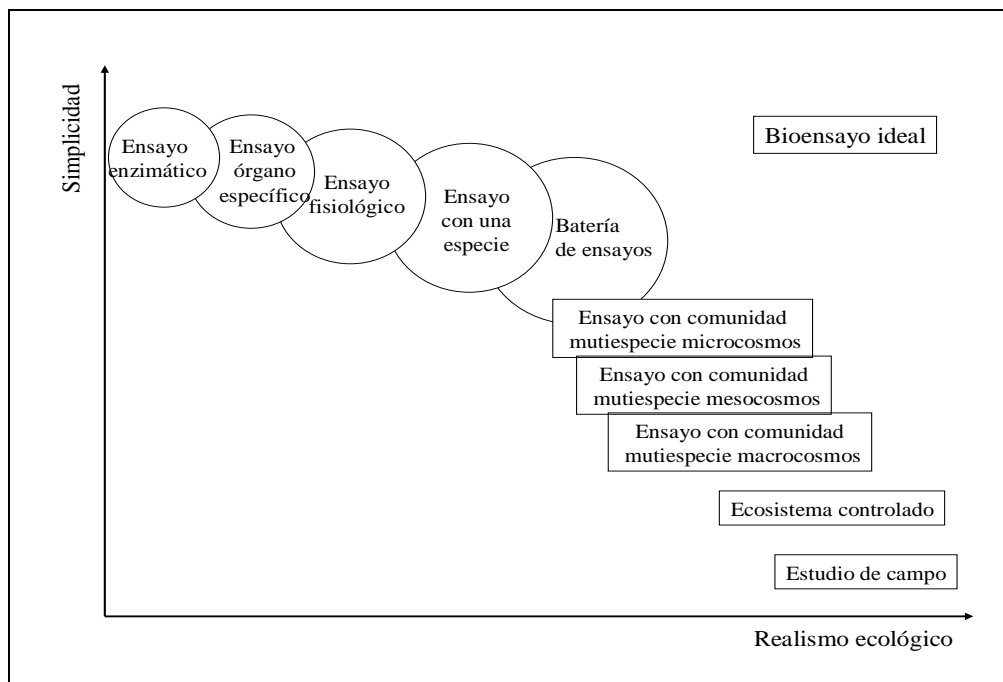


Figura 9. Representación esquemática de la relación entre la simplicidad del ensayo de evaluación de efectos biológicos y el realismo ecológico (Persoone and Gillett, 1990; Environment Canada, 1999b).

Teniendo en cuenta estos antecedentes, la figura 10 presenta un resumen de la estrategia general y las experiencias realizadas en este trabajo de tesis doctoral. La figura hace especial hincapié en los organismos utilizados, los tóxicos estudiados y los parámetros

(puntos finales de evaluación) evaluados en cada experiencia. También se señala el capítulo en el cual se encontrarán desarrollados los materiales y métodos específicos de cada experiencia, junto a los resultados alcanzados y discusión asociada.

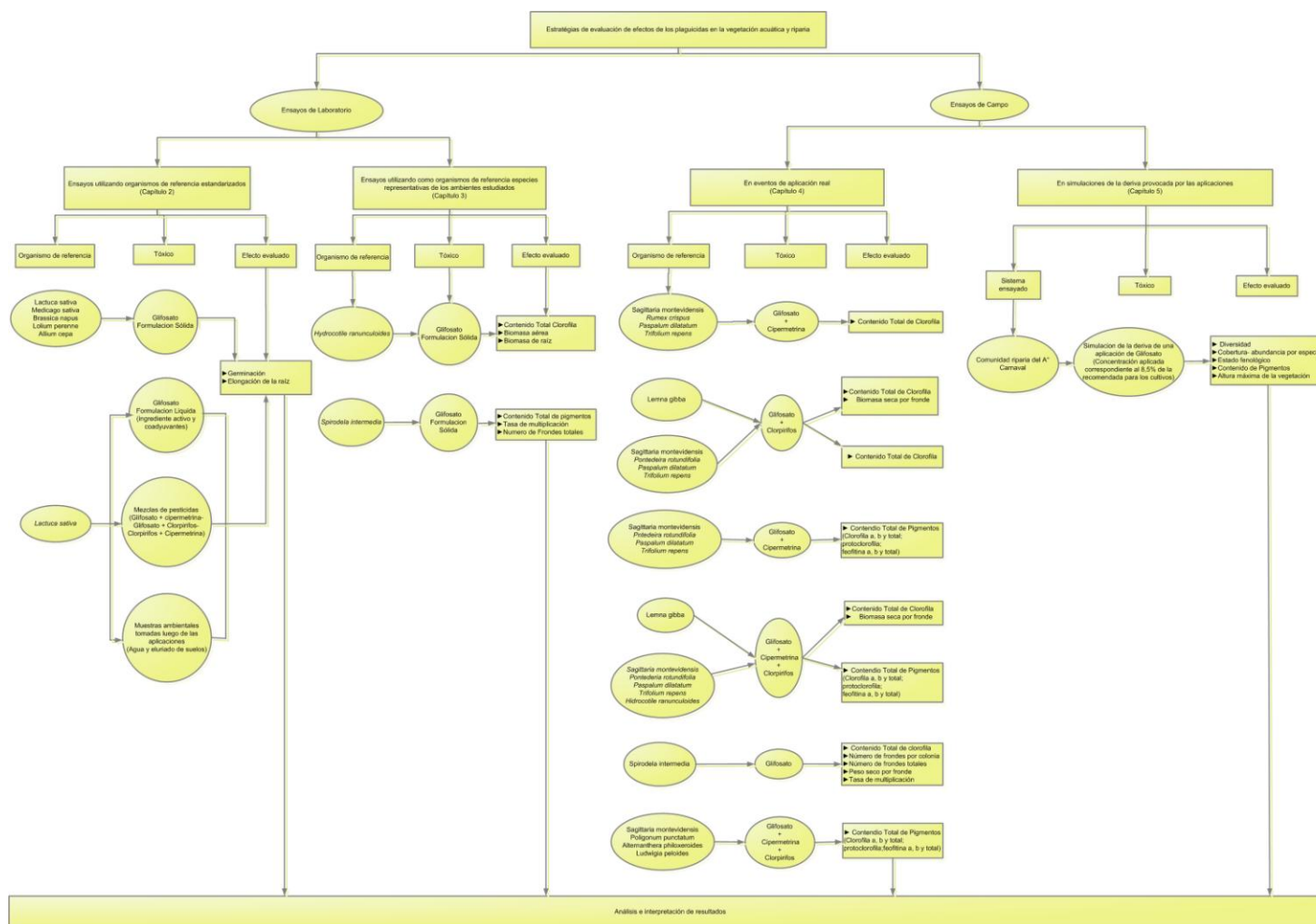


Figura 10. Esquema de las estrategias de evaluación de efectos utilizadas en el presente trabajo de tesis

1.6 BIBLIOGRAFIA

- Alonso, M. 1968. Enciclopedia del idioma. Diccionario histórico y moderno de la lengua española (Siglos XII al XX). Etimológico, Tecnológico, Regional e Hispanoamericano. Editorial Aguilar. Madrid. Primera Reimpresión.
- Argentina en mapas. 2009. www.laargentinaenmapas.com.ar
- Benachour, N & G. Seralini. 2009. Glyphosate Formulations Induce Apoptosis and Necrosis in Human Umbilical, Embryonic, and Placental Cells Chem. Res. Toxicol 22:97–105.
- Bitton, G. & B. J. Dutka. 1986. Toxicity testing using microorganisms. Vol 1. CRC Press Boca Raton FL.
- Blackburn, L & C. Boutin. 2003. Subtle effects of herbicide use in the context of genetically modified Crops: A Case Study with Glyphosate (Roundup®). Ecotoxicology 12:271-285.
- Boutin, C.; J. Jobin; L. Bélanger. 2003. Importance of riparian habitats to flora conservation in farming landscape of southern Québec, Canada. Agric. Ecosyst. Envir. 94(1):73-87.
- Boutin, C.; K. Freemark; C. Keddy. 1993. Proposed guidelines for registration of chemical pesticides: Nontarget plant testing and evaluation, Technical Report Series NO. 145. Canadian Wildlife Service (Headquarters), Environment Canada, Ottawa.
- Bradbury, S. P. & J. R. Coats. Toxicokinetics and toxicodynamics of pyrethroid insecticides in fish. Environ. Toxicol. Chem. 8: 373-380, 1989.2-21
- Brailovsky, A. E. & D. Foguelman. 1992. Memoria Verde. Historia Ecológica de la Argentina. Editorial Sudamericana. Buenos Aires.
- Brailovsky, A. E. 1997. El Ambiente en la sociedad Colonial. PRO CIENCIA CONICET. Ministerio de Cultura y Educación. Buenos Aires.
- Bulus Rossini, G. D. & A. E. Ronco. 1996. Acute Toxicity Bioassay Using *Daphnia obtusa* as a Test Organism. Environmental Toxicology and Water Quality: An Internacional Journal, 11: 255-258.
- Burkart, R; N. O. Barbaro; R. O. Sanchez; D. A. Gomez. 1999. Ecoregiones de la Argentina. Administración de Parques Nacionales. Buenos Aires.
- Burkart, S. E.; M. F. Garbulsky; C. M. Ghersa; J. P. Guerschman; R. J. C. León. 2005. “Las comunidades potenciales de pastizal pampeano bonaerense”. 379-395. En: La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Compiladores: Oesterheld,

- M; M. R. Aguiar; C. M. Ghersa; J. M. Paruelo. Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. 430 pp.
- Butler, G. C. (ed). 1978. Principles of ecotoxicology. SCOPE 12. New York: Wiley.
- Cabrera, A. L. (1968). Vegetación de la provincia de Buenos Aires. Pp.101-122. En: Flora de la Provincia de Buenos Aires. Tomo 4. Parte 1. INTA, Buenos Aires.
- Camilion, C; M. J. Manassero; A. E. Ronco. 2003. Erosión hídrica asociadas a prácticas agrícolas en la región pampásica, Argentina. Memorias Conferencia Internacional Usos del Agua, Agua 2003, Cartagena de Indias, Colombia: 1-5.
- Caquet, T; L. Lagadie; S. R. Sheffield. 2000. Mesocosmos in Ecotoxicology: Outdoor Aquatic Systems. Rev. Environ. Contam. Toxicol. 165:1-38.
- CASAFE. 2009. Cámara Argentina de Sanidad agropecuaria y fertilizantes www.casafe.org
- De Coen, W. M.; C. R. Janssen; J. P. Giesy. 2000. "Biomarker applications in ecotoxicology: bridging the gap between toxicology and ecology". In: New Microbiotests for Soutine toxicity screening and biomonitoring. Ed Persoone et al. Kluwer Academic/ Plenum Publishers, New York.
- Di Marzio, W. & Tortorelli M. C. 1994. Effect of paraquat on survival and total cholinesterase activity in fry of *Cnesterodon desemmaulatus* (Pisces). Bulletin Environmental Contamination and Toxicology. 52:274-278.
- Doudoroff, P.; B. G. Anderson; G. E. Burdick; P. S. Galtsoff; W. B. Hart; R. Patrick; E. R. Stronge; E. W. Surber; W. M. Van Horn. 1953. Bio-assay for the evaluation of acute toxicity of industrial wastes to fish. Sewage Industrial Wastes. 23:1380-1397.
- Dutka, B. 1989. Short-term root elongation toxicity bioassay. Methods for Toxicological Analysis of Waters, Wastewaters and Sediments. National Water Research Institute (NWRI). Environment Canada.
- Ecobichon, D. 1996. Toxic effects of pesticides. In: Casarett & Doull's Toxicology The basic science of poisons. Ed. Kassen 5th Ed.
- EHC. 1989. Environmental Health Criteria 82. International Programme on Chemical Safety. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc82.htm>
- EHC. 1994. Environmental Health Criteria 159. International Programme on Chemical Safety. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc159.htm>
- Environment Canada. 1999b. Guidance Document on Application and Interpretation of Single-species Tests in Environmental Toxicology. Method Development and

- Application Section, Environmental Technology Centre, EPS 1/RM/34, Ottawa ,
Section 4: 47-49.
- Environment Canada. 1999a. Test for measuring the inhibition of growth using the freshwater macrophyte, *Lemna minor*. EPS1-RM-41.
- Environment Canada. 2005. Biological test methods for measuring emergence and growth of terrestrial plants exposed to contaminants soils. Environmental Protection Series. EPS 1/RM/45.
- Environmental Protection Agency (EPA/600/3-89/013), 1989. Ecological assessment of hazardous waste sites: A field and laboratory reference, EMSL, Cincinnati.
- EXTOXNET. 2009. Extension Toxicology Network; Pesticide Information Profiles <http://extoxnet.orst.edu/pips>
- Felsot, A. S.; M. A. Bhatti; G. L. Mink; G. Reisenauer. 1996. Biomonitoring with sentinel plants to assess exposure of nontarget crops to atmospheric deposition of herbicide residues. *Environmental Toxicology and Chemistry* 15(4):452-459.
- Ferenec, S. 2001. Impacts of Low-Dose, High-Potency Herbicides on Nontarget and Unintended Plant species. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC). Pensacola. 198 pp.
- Ferrari, L.; A. Salibián; C. V. Muiño. 1993. Selective protection of temperatura against cadmiun toxicity to *Bufo arenarum* tadpoles. *Bulletin Environmental Contamination and Toxicology*. 50:212-217.
- Ferrat, L.; C. Pergent-Martini; M. Roméo. 2003. Assessment of the use of biomarkers in aquatic plants for the evaluation of environmental quality: application to seagrasses. *Aquatic Toxicology* 65:187-204.
- Finney, D. J. 1978. *Statistical method in biological Assay*. 3rd ed. London: Griffin.
- Freemark, K. & C. Boutin. 1995. Impacts of agricultural herbicides use on terrestrial wildlife temperate landscape: A review with special reference to North America. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 52:67-91.
- Ghersa, C. M. & R. J. C. León. 2001. Ecología del paisaje pampeano: consideraciones para su manejo y conservación. Pp 471-553. En: *Ecología de Paisajes*. Ed. Zev Naveh y Arthur Lieberman. Editorial Facultad de Agronomía. Buenos Aires. 571 pp.

- Hart, W. B.; P. Doudoroff; J. Greenbank. 1945. The evaluation of the toxicity of industrial wastes, chemical and other substances to freshwater fishes. Philadelphia Waste Control Laboratory. Atlantic Refining Co., Philadelphia, USA.
- Herkovits, J. & C. S. Pérez-Coll. 1999. Bioensayos para test de toxicidad con embriones de anfibio "ANFITOX". Basado en *Bufo arenarum*. Test Agudo (ANFIAGU), Crónico corto (ANFICOR), Crónico (ANFICRO) y de Estadios Tempranos del Desarrollo (ANFIEMB). *Ingeniería Sanitaria y Ambiental* 42:24-30 y 43:50-55.
- Hietala-Koivu, R.; T. Järvenpää; J. Helenius. 2004. Value of semi-natural areas as biodiversity indicators in agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 101:9-19.
- IRIS. 2009. Integrated Risk Information System. <http://www.epa.gov/iris/subst/0057.htm>
- Jachetta, J. J.; A. P. Appleby; L. Boersma. 1986. Apoplastic and symplastic pathways of atrazine and glyphosate transport in shoots of seedling sunflower. *Plant Physiol.* 82:1000-07.
- Klaine, S.; M. A. Lewis; S. L. Kneuston. 2003 "Phytotoxicity" In: *Handbook of Ecotoxicology*. Ed. Hoffman, DJ, Rattner, BA, Burton, GA, Cairns, J. 2nd edition. Lewis Publishers.
- Kleijn, D. & G. Snoeiijing. 1997. Field boundary vegetation and the effects of agrochemical drift: botanical change caused by low levels of herbicide and fertilizer. *Journal of Applied Ecology* 34:1413-1425.
- Macchi, L. 1958. *Diccionario de la lengua latina*. Editorial Don Bosco. Buenos Aires. Quinta Edición.
- Manassero, M; C. Camilion; A. E. Ronco. 2004. Análisis textural de sedimentos fluviales distales de arroyos de la pampa ondulada, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Asociación Argentina de Sedimentología Revista*. Volumen 11(2):19-29.
- Marc, J.; M. Le Breton ; P. Cormier; J. Morales; R. Belle; O. Mulner-Lorillon. 2005. A glyphosate-based pesticide impinges on transcription. *Toxicology and Applied Pharmacology* 203:1-8.
- Marrs, R; R. Frost; R. Plant; P. Lunnis. 1993. Determination of buffer zones to protect seedlings of non target plants from the effects of glyphosate spray drift. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 45:283-293.
- PAN. 2009. Pesticide Action Network North America. <http://www.pesticideinfo.org>

- Pengue, W. A. 2000. Cultivos transgénicos. ¿Hacia donde vamos? Editorial Lugar Buenos Aires. 190 pp.
- Perez, G. L.; A. Torremorell; H. Mugni; P. Rodriguez; M. Solange Vera. 2007. Effects of the herbicide roundup on freshwater microbial communities: a mesocosm study. *Ecological Applications* 17(8):2310-2322.
- Persoone, G. & J. Gillett. 1990. Toxicological versus Ecotoxicological Testing. Short-term Toxicity Tests for Non-genotoxic Effects. Edited by P. Bourdeau *et al.* SCOPE 41. Capítulo 17.
- Pfleeger, T & D. Zobel. 1995. Organic pesticide modification of species interactions in annual plant communities. *Ecotoxicology* 4:15-37.
- Rapoport, M.; E. Madrid; A. Musacchio; E. Vicente. 2000. Historia Económica, política y social de la Argentina (1880-2000). Ediciones Macchi. Buenos Aires. 1148 pp.
- Richard, S.; S. Moslemi; H. Sipahutar; N. Benachour; G. Seralini. 2005. Differential Effects of Glyphosate and Roundup on Human Placental Cells and Aromatase. *Environmental Health Perspectives* 113: 716 -720.
- Ronco, A. E; P. R. Alzuet; M. C. Sobrero; G. D. Bulus Rossini. 1996. Ecotoxicological effects assessment of pollutants in the coastal region of the Gran La Plata, Province of Buenos Aires. Proceedings of the International Conference on Pollution Processes in Coastal Environments. Mar del Plata, Argentina, December, 116-119.
- SAGPyA. 2008. Secretaria de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación de La Nación. www.sagpya.mecon.gov.ar
- Salibián, A. 2006. Ecotoxicological assessment of the highly polluted Reconquista River of Argentina. *Reviews Environmental Contamination and Toxicology* 185:35-65.
- Satorre, E. H. 2005. Cambios tecnológicos en la agricultura argentina actual. *Ciencia Hoy* 15 (87):24-31.
- Sobrero, M.C., L. P. Kaminski, A.E. Ronco, M. Ronco and J. Beltrano. 1996. Comparative study of Cr (VI) acute and subchronic toxic effect on *Lactuca sativa* L. *Applied Biological Sciences* 2:17-25.
- Sobrero, M. C. & A. E. Ronco. 1998. Bioensayos de toxicidad con plantas vasculares una herramienta para el diagnostico ambiental. Congreso Nacional del Agua, Santa Fe.
- Sobrero, M. C. & A. E. Ronco. 2004. Capítulo 4.4: Protocolos de Prueba. Bioensayo de Toxicidad Aguda con Semillas de Lechuga (*Lactuca sativa*). En: Ensayos

- Toxicológicos y Métodos de Evaluación de Calidad de Aguas. Estandarización, Intercalibración, Resultados y Aplicaciones. Gabriela Castillo editora. Edición conjunta IDRC, SEMARNAT, IMTA, México. 188 pp.
- Suter, G. W. 1990. "Use of biomarkers in ecological risk assessment". In: Biomarkers of environmental contamination. Ed. Mc Carthy, JF & Shugart, LR. Lewis Publishers.
- Truhaut, R. 1977. Ecotoxicology: objectives, principles and perspectives. *Ecotoxicol. Environ. Safety* 1:151-173.
- USEPA. 1985. *Lemna* acute toxicity test. Fed. Reg. 50, 39331-39333.
- USEPA. 1989. Protocols for short term toxicity screening of hazardous waste sites. US Environmental Protection Agency, 600/3-88/029, Corvallis.
- USEPA. 1993. EPA R.E.D Facts: Glyphosate. EPA-738-F-93-011. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- <http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDS/factsheets/0178fact.pdf>
- USEPA. 1996. Ecological effects test. Guidelines OPPTS 850.4400. Aquatic plant toxicity test using *Lemna* spp, tiers I and II. Public Draft USEPA. EPA-712-C-96-156.
- Viglizzo, E. F.; A. Pordomingo; M. Castro; F. A. Lértora. 2002. La sustentabilidad ambiental del agro pampeano. Programa Nacional de Gestion Ambiental Agropecuaria. Buenos Aires: INTA. 84 pp.
- Viglizzo, E. F.; A. Pordomingo; M. Castro; F. A. Lértora; J. N. Bernardos. 2004. Scale-dependent controls on ecological functions in agroecosystems of Argentina. *Agriculture, Ecosystems and environment* 101:39-51.
- Waldhardt, R; D. Simmering; H. Albrecht. 2003. Floristic diversity at the habitat scale in agricultural landscape of central Europe –summary conclusions and perspectives. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98:79-85.
- Wang, W. 1990. Literature review on duckweed toxicity testing. *Environmental Research* 52 (1):7 -22.
- Wauchope, R. D.; T. M. Buttler; A. G. Hornsby; P. W. M. Augustijn Beckers; J. P. Burt. 1992. Pesticide properties database for environmental decision making. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 123: 1-157.

HIPOTESIS Y OBJETIVOS

Hipótesis General

Los plaguicidas aplicados sobre los cultivos extensivos de la región pampeana impactan a los ambientes acuáticos y riparios no-blanco asociados al agroecosistema.

Hipótesis específicas

-Las plantas riparias y acuáticas se ven afectadas por los plaguicidas en distintos momentos de su ciclo de vida.

-Los plaguicidas afectan la germinación y la elongación de la raíz. La magnitud de los efectos se corresponde con un intervalo amplio de variación para distintas especies. Las interacciones de los plaguicidas en las mezclas determinan variaciones en la toxicidad de los compuestos individuales y sus formulados.

-Las concentraciones de plaguicidas presentes en las muestras ambientales obtenidas en parcelas en las que se lleva a cabo la práctica agrícola convencional, afectan la germinación y la elongación de la raíz.

-Las especies *Hydrocotyle ranunculoides* y *Spirodela intermedia*, en condiciones de laboratorio, son sensibles a concentraciones de Roundup similares a las estimadas o determinadas en el ambiente.

-Las aplicaciones de pesticidas producen cambios en la vegetación riparia y acuática que evidencian la incorporación de los pesticidas a los cuerpos de agua.

-Las comunidades riparias se ven influenciadas por la sucesiva llegada de plaguicidas por la deriva de las aplicaciones.

Objetivo general

Estudiar el impacto de plaguicidas utilizados en el cultivo de soja transgénica sobre la vegetación riparia y acuática por medio de herramientas de diagnóstico ecotoxicológico en campo y en laboratorio, articulando la información obtenida en ambos niveles de evaluación.

Objetivos particulares

Seleccionar cuerpos de agua superficial adyacentes a zonas de cultivos transgénicos de la Pampa Ondulada y caracterizar su flora acuática y riparia.

Seleccionar especies indicadoras representativas de diferentes familias para la evaluación de efectos biológicos de herbicidas e insecticidas con bioensayos de laboratorio, teniendo en cuenta el impacto sobre la producción de biomasa, el desarrollo foliar, el estado fisiológico, la germinación de semillas, el desarrollo de plántulas.

Diseñar sistemas acotados que permitan evaluar los efectos de pesticidas en exposiciones en campo con especies y puntos finales similares a los estudiados sobre poblaciones de estudio en ensayos de laboratorio.

Estudiar los efectos de herbicidas e insecticidas y mezclas de los mismos sobre la germinación de semillas y plantas acuáticas expuestas. Caracterizar los efectos de formulados herbicidas y sus principios activos, diferenciando el efecto de productos coadjuvantes.

Aportar conocimiento básico para la generación de estrategias de manejo ambiental en el marco de prácticas agrícolas sustentables que contemplen la existencia de refugios naturales en el esquema productivo y el de su protección.

2 Efecto de plaguicidas sobre la germinación. Evaluación de la toxicidad de formulados y mezclas utilizados en cultivo de soja transgénica.

2.1 INTRODUCCIÓN

Las semillas tienen una importante función en la dinámica de las poblaciones, ya que influyen en la composición específica de las comunidades vegetales. Al ser el resultado de la reproducción sexual, contribuyen con la variabilidad genotípica de la población (Crawley, 1997). Permanecen en el suelo en estado latente, conforman el llamado “banco de semillas”, hasta que ocurran las condiciones apropiadas para la germinación. Representan los únicos reservorios de la comunidad cuando la misma sufre algún estrés que dificulta la reproducción asexual. Este es el caso particular de toda comunidad que recibe aplicaciones de herbicidas de amplio espectro.

La germinación está definida como el conjunto de procesos que comienzan con el ingreso de agua a la semilla (imbibición), que culmina exitosamente en la emergencia de la radícula o el hipocotile a través de las cubiertas seminales (Bewley & Black, 1978). La germinación y las primeras fases del desarrollo son las etapas más sensibles en el ciclo de vida de las plantas, por ello es esperable que la toxicidad de los compuestos plaguicidas resulte también mayor (ASTM, 1994). Se han desarrollado ensayos estándar para estudiar el efecto de los tóxicos en la germinación (OECD, 1984; Dutka, 1989; USEPA, 1989; ASTM 1994; ISO, 1995, Environment Canada, 2005).

Se ha difundido, entre los productores agropecuarios, la opinión de que el glifosato se desactiva instantáneamente al tomar contacto con el suelo. Ese punto de vista está muy generalizado y aparentemente resulta de la publicidad que llevan a cabo los representantes de algunas firmas que venden insumos. Sin embargo existen publicaciones que señalan que la vida media del glifosato en el suelo varía entre 5 y 30 días (Goldsborough & Beck, 1989; Goldsborough & Brown, 1993, Tsui & Chu, 2008). Es por ello que se utilizaron las soluciones de glifosato como medio de imbibición de las semillas, ya que existe la posibilidad de exposición a campo.

La mayor parte de los estudios de esta tesis se realizaron en cultivos donde el glifosato se utilizó como único herbicida, pero fue aplicado en conjunto con insecticidas. Por tal motivo, interesa saber cuál es el efecto de este herbicida, en mezclas con los insecticidas sobre la germinación. Es interesante estudiar específicamente el efecto que producen los plaguicidas

estando en contacto directo con las semillas de las especies no blanco. Para ello se utiliza como solución de imbibición las diluciones de las soluciones de cada formulado (herbicida) y las mezclas de los mismos con formulados de insecticidas.

El objetivo de este capítulo es evaluar el efecto de los plaguicidas sobre la germinación y la elongación de la raíz de semillas de organismos de referencia, expuestas al formulado Roundup® Max del herbicida glifosato y los formulados Shooter y Sherpa de los insecticidas clorpirifos y cipermetrina, respectivamente, por separado y en mezclas. Con el fin de analizar los efectos de los plaguicidas utilizadas en la soja transgénica se plantean los siguientes puntos:

- Evaluar si los plaguicidas afectan la germinación y la elongación de la raíz.
- Registrar la magnitud de los efectos en distintas especies.
- Evaluar los efectos de los plaguicidas cuando se ensayan de manera individual y en mezclas.
- Evaluar si los efectos de las concentraciones de plaguicidas presentes en las muestras ambientales (aguas y sedimentos), obtenidas en parcelas donde se lleva a cabo la práctica agrícola, afectan la germinación y la elongación de la raíz.

Las especies utilizadas como organismos de referencia de estos ensayos son citadas por Boutin & Rogers (2000), dentro de las diez más sensibles a plaguicidas, en un estudio que involucró las bases de datos de la Autoridad Reguladora Canadiense y la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (U.S. EPA).

2.2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.2.1 *Ensayos con el herbicida Roundup® Max sobre cinco especies de plantas vasculares.*

La evaluación de los efectos del Roundup® Max sobre la germinación, la elongación de la raíz, y el crecimiento de plántulas se realizó con las siguientes especies: *Lactuca sativa* L., *Lolium perenne* L., *Medicago sativa* L., *Allium cepa* L. y *Brassica napus* L. En la tabla 1 se indica la familia a la cual representan y su nombre vulgar.

Especie	Familia	Nombre vulgar
<i>Lactuca sativa</i> L.	Asteraceae	Lechuga
<i>Lolium perenne</i> L.	Gramineae	Rye grass
<i>Medicago sativa</i> L.	Fabaceae	Alfalfa
<i>Allium cepa</i> L.	Amarilidaceae	Cebolla
<i>Brassica napus</i> L.	Brassicaceae	Nabo

Tabla 1. Especies utilizadas en los ensayos de toxicidad

Si bien en la historia de la ecotoxicología se comenzaron a evaluar efectos con bioensayos uniespecíficos, en la búsqueda de una mayor representatividad de los resultados, más recientemente se han desarrollado estrategias con ensayos multiespecíficos. El uso de varias especies se encuentra recomendado en diversos procedimientos estandarizados para la evaluación de efectos tóxicos. La norma 208 publicada por la OECD (1984) sugiere una lista de especies, las que deben ser seleccionadas con al menos un representante de tres familias. Las representadas en la lista de especies son Gramineas, Brasicaceas, Leguminosas y Compuestas. La norma ISO 11269-2 (1995), recomienda la utilización de al menos dos especies, entre ellas una monocotiledónea y una dicotiledónea. Por su parte la norma E 1598-94 publicada por ASTM (1994) sugiere la utilización de cinco especies, entre las cuales se encuentren representadas familias de dicotiledóneas y de monocotiledóneas.

En el anexo 1 se muestran las especies recomendadas para ser ensayadas por cada una de las normas, resaltando aquellas que fueron seleccionadas en el presente estudio.

Se experimentaron distintas condiciones para la germinación de las semillas de cada especie, con el fin de encontrar las condiciones óptimas para cada una de ellas (teniendo en cuenta las siguientes variables: temperatura, cantidad de solución, fotoperíodo, humedad). A partir de esta búsqueda surgieron las condiciones de germinación para cada especie.

Las condiciones de germinación fueron las siguientes: se colocaron 20 semillas en cada caja de Petri de 9,2 cm. con dos papeles de filtro (Whatman 1) y 3,5 ml. de solución a evaluar, a 22 ± 2 °C, en oscuridad para *L. sativa* y *B. napus* y 16 horas de luz día para el resto de las especies. Los ensayos fueron realizados en triplicados utilizando un mínimo de cinco concentraciones definitivas. Las semillas fueron expuestas durante 120 horas. Los puntos finales de evaluación fueron la germinación y la elongación de la raíz. El criterio de aceptación de los ensayos fue una germinación de más del 90% para los controles negativos.

No se realizaron controles positivos con tóxicos de referencia. La norma ASTM no recomienda su utilización. Por otra parte, los lotes de semillas fueron ensayados solamente para estas experiencias.

Se realizaron ensayos preliminares para acotar las concentraciones necesarias para calcular la concentración efectiva 50 de ambos puntos finales. En la figura 1 se diagrama el ensayo y en anexo 2 se indican las concentraciones utilizadas para cada especie. En la figura 2 se observan imágenes de los controles negativos de cada una de las especies.

Los resultados de los ensayos dados como Concentración Inhibitoria 50 (IC50) (referidos a la concentración inicial), fueron estimados con el programa TOXSTAT versión 3,5 o mediante métodos gráficos (USEPA, 1993).

Se realizaron análisis de regresión con los datos de elongación de la raíz de las diferentes especies, a los cuales se les realizó una transformación logarítmica. Luego se compararon las pendientes con el método de comparaciones múltiples de Tukey, para evaluar las diferencias de la sensibilidad entre especies. Se realizó un análisis de la varianza para determinar si las pendientes eran diferentes de cero.

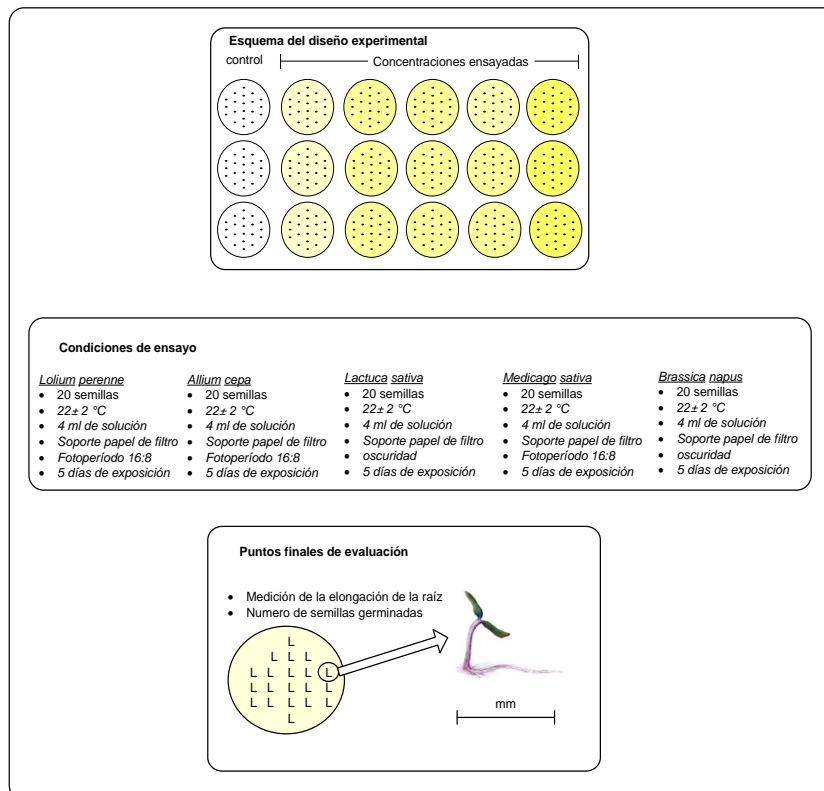


Figura 1. Esquema del diseño de bioensayo de toxicidad con el formulado Roundup Max y las cinco especies.

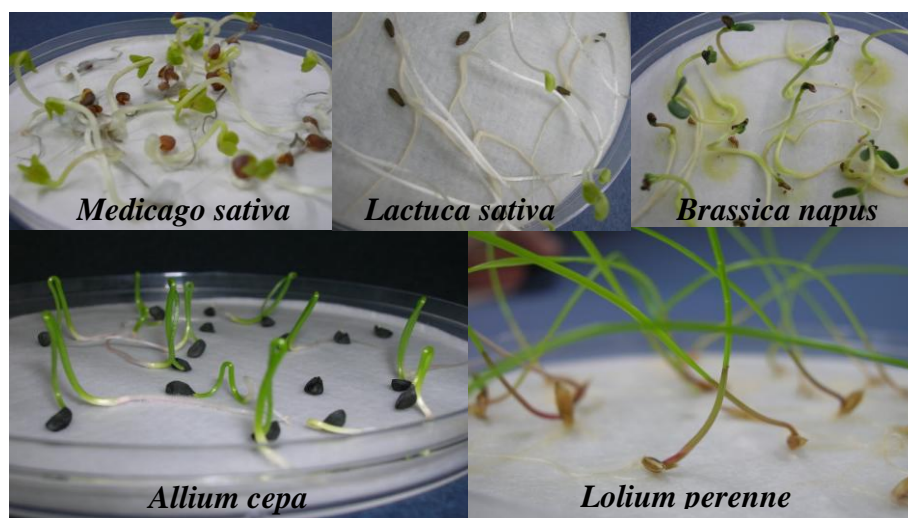


Figura 2. Imágenes de los controles negativos de cada una de las especies.

2.2.2 Ensayos con la especie *Lactuca sativa*.

La evaluación detallada de todos los compuestos se llevó a cabo mediante el ensayo estandarizado de germinación y elongación de la raíz con la especie *Lactuca sativa* L. (USEPA, 1989; Sobrero y Ronco, 2004).

Las condiciones de germinación fueron las siguientes: se colocaron 20 semillas en cada caja de Petri de 9,2 cm, con dos papeles de filtro (Whatman 1) y 3,5 ml de solución a evaluar, en una cámara en oscuridad a 22 ± 2 °C. Los ensayos fueron realizados en triplicados utilizando un mínimo de cinco concentraciones definitivas. En anexo 3 se muestran las concentraciones de cada mezcla ensayadas. El tiempo de exposición fue de 120 h. Los puntos finales de evaluación fueron la germinación y la elongación de la raíz. El criterio de aceptación de los ensayos fue una germinación de más del 90% para los controles negativos. Con el fin de controlar la sensibilidad del lote de semillas, simultáneamente a la evaluación de la toxicidad de las muestra se realizaron controles positivos, en los mismos se utilizó al Cr (VI) como tóxico de referencia. La concentración de prueba de este control es la correspondiente a la Concentración inhibitoria 50 (CI50) para la elongación de la raíz del el lote de semillas en uso de 4,3 mg/l de Cr(VI).

Independientemente de los ensayos de toxicidad con las muestras aquí analizadas, mensualmente se realizaron ensayos con Cr(VI) para la elaboración de la carta control, que

permitió corroborar que los valores de CI50 no cambiaron para este tóxico significativamente a través del tiempo, por lo tanto la sensibilidad del lote no se vio alterada (Sobrero y Ronco, 2004).

Las muestras analizadas con este bioensayo de toxicidad fueron:

- formulación líquida de Glifosato: formulado Glifoglex, principio activo y humectante (detergentes y antiespumante), por separado.
- formulación granulada del herbicida glifosato: formulado Roundup® Max, principio activo y surfactante POEA.
- Mezclas de plaguicidas: (Glifosato + Cipermetrina; Glifosato + Clorpirifos; Glifosato + Clorpirifos+ Cipermetrina; Cipermetrina + Clorpirifos)
- Insecticidas : Cipermetrina, Clorpirifos.
- Muestras ambientales (suelos y sedimentos)

Los resultados de los ensayos, dados como Concentración Inhibitoria 50 (IC50) (referidos a la concentración inicial), fueron estimados con el programa TOXSTAT versión 3,5 o mediante métodos gráficos (USEPA, 1993). Las diferencias significativas entre las IC50 se calcularon teniendo en cuenta la falta de solapamiento de los intervalos de confianza. En el caso en el cual existiera solapamiento entre los intervalos, se realizó el siguiente cálculo:

Se comparó el cociente entre la concentración inhibitoria 50 mayor (IC50 mayor) y la concentración inhibitoria 50 menor (IC50 menor) y si el $F_{1,2}$ es inferior este cociente entre las IC50, no hay diferencias significativas entre ellas (APHA, 1992).

$$F_{1,2} = \text{antilog} \sqrt{(\log f_1)^2 + (\log f_2)^2}$$

$$F_1 = \frac{IC50}{LC \text{ sup}}$$

$$F_2 = \frac{LC \text{ inf}}{IC50}$$

Ensayos con la formulación líquida del herbicida glifosato: formulado Glifoglex, principio activo y humectante (detergentes y antiespumante), por separado.

Los herbicidas se aplican en formulaciones con otros compuestos químicos, por lo tanto se pretende discriminar la toxicidad de cada componente de la formulación utilizada en la producción. Para el caso de la formulación líquida se utilizaron los componentes por

separado, además del formulado del compuesto Glifoglex, todos provistos por la empresa Gleba. La composición de la formula liquida es: 48 % de Principio activo glifosato y 10% de humectante. Se ensayaron el formulado y sus componentes por separado.

La estimación de la contribución relativa de cada uno de los componentes a la toxicidad del formulado se efectuó según Tsui and Chu (2003), con los siguientes cálculos

$$\text{Unidad tóxica (principio activo)} = \frac{IC50 \text{ formulado}}{IC50 \text{ principio activo}}$$

$$\text{Unidad tóxica (Humectante)} = \frac{IC50 \text{coadjuvante en formulado}}{IC50 \text{coadjuvante individual}}$$

Contribución Relativa de principio activo

$$\text{CR (principio activo)} = \frac{UT(\text{principio activo})}{(UT \text{ principio activo} + UT \text{coadjuvante})}$$

Contribución Relativa del Humectante

$$\text{CR (humectante)} = \frac{UT \text{coadjuvante}}{(UT \text{ glifosato} + UT \text{coadjuvante})}$$

Ensayos con la formulación granulada del herbicida glifosato: formulado Roundup® Max, principio activo y surfactante POEA.

Para el caso de la formulación granulada se utilizaron los componentes por separado, el formulado del compuesto Roundup® Max, el principio activo (glifosato) y el surfactante POEA (Polioxietilamina). La composición de la formula granulada es: 74 % de principio activo glifosato y 17% de surfactante POEA.

La estimación de la contribución relativa de cada uno de los componentes a la toxicidad del formulado se efectuó según Tsui and Chu (2003), con los siguientes cálculos:

$$\text{Unidad tóxica (principio activo)} = \frac{IC50 \text{ formulado}}{IC50 \text{ principio activo}}$$

$$\text{Unidad tóxica (Coadjuvante)} = \frac{IC50 \text{coadjuvante en formulado}}{IC50 \text{coadjuvante individual}}$$

Contribución Relativa de principio activo

$$CR (\text{principio activo}) = \frac{UT(\text{principio activo})}{(UT \text{ principio activo} + UT \text{coadjuvante})}$$

Contribución Relativa del Coadjuvante

$$CR (\text{coadjuvante}) = \frac{UT \text{coadjuvante}}{(UT \text{glifosato} + UT \text{coadjuvante})}$$

Ensayos con mezclas de plaguicidas

Las mezclas de los plaguicidas fueron preparadas en las concentraciones y proporciones recomendadas para el cultivo de soja transgénica. La tabla 2 muestra las proporciones y los tipos de formulados de plaguicidas utilizados.

Los formulados de los insecticidas Shooter (480 mg/L de clorpirifos) y Sherpa (250 mg/L de la mezcla de isómeros de cipermetrina) y el herbicida como el formulado Roundup® Max (74,4% glifosato), fueron evaluados individualmente.

Las diluciones de las mezclas de plaguicidas o de formulados se realizaron con agua destilada e inmediatamente después fueron utilizadas en los ensayos. Las concentraciones de plaguicidas en las mezclas ensayadas fueron corroboradas por análisis químicos, las correspondientes al día cero, tres y seis sobre el líquido sobrenadante y sobre el impregnado en el papel de filtro (sólo insecticidas), en dos de las diluciones ensayadas. Los insecticidas fueron analizados por cromatografía líquida de alta resolución, separación en fase reversa, con acetonitrilo: agua, en una columna de 25 cm × 4.6 ID C18, a 1 ml/min., usando un detector UV (230 nm) (Marino y Ronco, 2005). La solución libre fue analizada directamente y la absorbida en el filtro, previa extracción con diclorometano. Las muestra extraídas fueron roto-evaporadas y el solvente fue cambiado por acetonitrilo. Las concentraciones de glifosato fueron analizadas mediante cromatografía líquida de acuerdo a métodos estandarizados AOAC (1990). La recuperación de los métodos fue superior al 98%. Los solventes utilizados fueron J.T. Baker para el análisis de plaguicidas. Los patrones de glifosato, cipermetrina y clorpirifos usados en el análisis químico fueron provistos por el SENASA.

Mezcla	Glifosato (Roundup®Max) 7440 mg p.a./L	Cipermetrina (Sherpa) 250 mg p.a./L	Clorpirifos (Shooter) 3840 mg p.a./L
1	X	X	X
2	X	X	
3		X	X
4	X		X

Tabla 2. Mezclas de formulados de plaguicidas estudiados en los ensayos con semillas de *L. sativa*, de acuerdo a las proporciones utilizadas en el campo en una relación de 100 l/ ha. Se indica también la concentración de principio activo en cada formulado.

Se realizaron análisis de regresión lineal con los datos de elongación de la raíz de los diferentes tratamientos (expuestos a formulados o a mezclas de formulados), a los cuales se les realizó una transformación logarítmica, seguido de comparación de las pendientes con el método de comparaciones múltiples de Tukey, para discriminar la toxicidad de las mezclas (Zar, 1999). Se realizó un análisis de la varianza para estimar si las pendientes son diferentes de cero.

Ensayos con muestras ambientales.

Las muestras ambientales estudiadas fueron aguas superficiales y sedimentos extraídos simultáneamente de un arroyo (Tributario del Río Arrecifes, Provincia de Buenos Aires), que atraviesa un campo con cultivo de soja.

Las dosis de formulados utilizadas por el productor en las aplicaciones fueron en el primer caso 1000 g de glifosato y 100 ml de cipermetrina por hectárea y en el segundo caso 1000g de glifosato, 100 ml de cipermetrina y 800 ml de clorpirifos. Ambas aplicaciones fueron realizadas por vía terrestre. La distancia entre las aplicaciones y el arroyo se encontraba entre 0 y 3 metros. La primera lluvia luego de la aplicación de glifosato y cipermetrina ocurrió 20 días después de la misma y fue de 80 mm. En el caso de la aplicación de glifosato, cipermetrina y clorpirifos, la primera lluvia ocurrió 9 días después de la aplicación y fue de 34 mm.

Las muestras fueron tomadas en dos eventos de aplicación, tanto en el momento de las aplicaciones, como después de la primera lluvia siguiente a las mismas. En cada una de ellas se tomó una muestra de agua y una de sedimentos. Las muestras de agua fueron ensayadas

directamente y diluidas al 50% con agua destilada. Las muestras de sedimentos fueron extraídas con agua destilada en una relación sedimento: agua de 1:4. El extracto acuoso fue filtrado a través de un filtro cualitativo y posteriormente utilizado en las pruebas de toxicidad al 100%. Los controles negativos se llevaron a cabo con agua destilada.

El muestreo posterior a las lluvias permite evaluar la cantidad de plaguicidas que alcanzan al arroyo por escorrentía superficial. Las concentraciones de plaguicidas en las muestras ambientales y las aplicaciones de plaguicidas en el cultivo adyacente, relacionadas al muestreo se resumen en la tabla 3.

Evento relacionado con el muestreo	Glifosato		Cipermetrina		Clorpirifos	
	Agua (mg/L)	Sedimentos (mg/Kg)	Agua (µg/L)	Sedimentos (µg/Kg)	Agua (µg/L)	Sedimentos (µg/Kg)
Gli + Ciper aplicación	0,4	3,1	0,5	100		
Después de la primera lluvia	0,3	<0,5	<0,2	7,5		
Gli +Ciper +Clor aplicación	0,5	3,9	2,0	399	5,0	15,0
Después de la primera lluvia.	0,6	1,2	3,5	4,6	10,8	3,3

Tabla 3. Contenido de plaguicidas en las muestras ambientales relacionadas con eventos de aplicación y lluvia. Gli + Ciper = glifosato con cipermetrina; Gli + Ciper + Clor = glifosato con cipermetrina y clorpirifos.

Se compararon los datos de la elongación de la raíz de las muestras con los controles negativos mediante un análisis de la varianza simple y la prueba a posteriori de Tukey.

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Ensayos con el herbicida Roundup® Max con semillas de cinco especies

No se observaron efectos en la germinación en ninguna de las especies a ninguna de las máximas concentraciones ensayadas (2500, 1400, 1000, 1000 y 1000 mg Roundup/L para *L. sativa*, *B. napus*, *A. cepa*, *M. sativa* y *L. perenne* respectivamente).

En la tabla 4, se muestran los valores de IC50 expresados como mg/L del ingrediente activo para la elongación de la raíz. Los resultados obtenidos con el herbicida muestran que la toxicidad del mismo es variable entre las familias. El criterio que nos permite indicar que estas diferencias son significativas es la no existencia de solapamiento entre los intervalos de confianza. Los valores muestran diferencias de hasta dos órdenes de magnitud entre los extremos de sensibilidad. Respecto a este punto final, el intervalo de sensibilidad es el siguiente: *L. sativa* > *L. perenne* > *M. sativa* > *A. cepa* > *B. napus*.

El análisis de las pendientes de las curvas de dosis respuesta, indican que no existen diferencias significativas entre *L. perenne*, *M. sativa* y *B. napus*. Las semillas de *L. sativa* y *A. cepa* difieren entre ellas y con el resto de las especies (Tabla 5). Las semillas de lechuga son las más sensibles al herbicida y también exhiben un mayor efecto ante una pequeña variación en la concentración (mayor pendiente).

Especies	CI50 Análisis		Análisis de Regresión				
	CI50 mg/l	LC mg/l	r	r ²	B	A	n
<i>L. sativa</i>	9,9	8,7-12,6	0,90	0,81	-1,94*	3,14	27
<i>L. perenne</i>	15,3	12,8-19,4	0,74	0,55	-0,008*	2,82	10
<i>M. sativa</i>	56,2	45,1-76,7	0,86	0,75	-0,008*	3,07	18
<i>A. cepa</i>	131,8	-	0,71	0,51	-0,166*	2,31	18
<i>B. napus</i>	1164,3	1124,3-1195,8	0,88	0,77	-0,006*	2,93	10

Tabla 4. Resultados de los ensayos de toxicidad con el Roundup® Max. Valores de las CI50 correspondientes a inhibición de la elongación de la raíz. LC= límites de confianza r = coeficiente de correlación entre elongación de la raíz y concentración del herbicida; r² = coeficiente de determinación; b = pendiente A = ordenada al origen; n = numero de pares de valores x e y. (*) Significativamente diferente de pendiente 0.

	Hipótesis Nula		Valor crítico	Acepta/ Rechaza
Diferencias entre pendientes	$b_1=b_2=b_3=b_4=b_5$	F=46,2	F=2,5	R
Comparaciones múltiples entre pendientes	<i>M.sativa</i> / <i>A.cepa</i>	Q=4,0	q=4,1	A
	<i>M.sativa</i> / <i>L.sativa</i>	Q=12,1	q=4,1	R
	<i>M.sativa</i> / <i>L.perenne</i>	Q=0	q=4,1	A
	<i>M.sativa</i> / <i>B.napus</i>	Q=0,9	q=4,1	A
	<i>L.sativa</i> / <i>A.cepa</i>	Q=14,4	q=4,1	R
	<i>L.sativa</i> / <i>L.perenne</i>	Q=15,0	q=4,1	R
	<i>L.sativa</i> / <i>B.napus</i>	Q=17,6	q=4,1	R
	<i>L.perenne</i> / <i>B.napus</i>	Q=0	q=4,1	A
	<i>L.perenne</i> / <i>A.cepa</i>	Q=4,7	q=4,1	R
	<i>B.napus</i> / <i>A.cepa</i>	Q=5,3	q=4,1	R

Tabla 5. Comparaciones de pendientes de las regresiones lineares sobre las curvas de dosis respuesta. Tomadas de los ensayos de toxicidad con Roundup con semillas de cinco especies sobre el punto final elongación de la raíz. q=valor crítico de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

2.3.2 Ensayos con *Lactuca sativa*

Ensayos con la formulación líquida del herbicida glifosato: formulado Glifoglex, principio activo y humectante (detergentes y antiespumante), por separado.

La tabla 6 muestra los resultados obtenidos en ensayos de toxicidad con los ingredientes antes indicados.

	Formulado	Principio Activo	Humectante
CI50 mg/l	6,51	18,03	47,70
Intervalos de confianza	[6,40 – 6,55]	[9,47-30,47]	[38,9-54,8]

Tabla 6. Concentraciones inhibitorias para el punto final elongación de la raíz de la semillas de *Lactuca sativa* expuestas a formulado (Glifoglex), principio activo y humectante.

Como se observa en el cálculo para *L. sativa* en la formulación del producto Glifoglex, el surfactante contribuye con menos del 20% a la toxicidad del formulado.

$$\text{Unidad tóxica (glifosato)} = \frac{6,51}{18,03} = 0,36$$

$$\text{Unidad tóxica (Humectante)} = \frac{1,35}{47,70} = 0,07$$

$$\text{CR (glifosato)} = \frac{0,36}{(0,36 + 0,07)} = 0,82$$

$$\text{CR (humectante)} = \frac{0,07}{(0,36 + 0,07)} = 0,17$$

Ensayos con la formulación granulada del herbicida glifosato: formulado Roundup® Max, principio activo y surfactante POEA.

La tabla 7 muestra los resultados obtenidos en ensayos de toxicidad con los ingredientes antes indicados.

	Formulado	Principio Activo	Surfactante POEA
CI50 mg/l	7,3	9,8	11,6
Intervalos de confianza	[6,5 – 9,4]	[8,2-11,8]	[10,87-12,24]

Tabla 7. Concentraciones inhibitorias para el punto final elongación de la raíz de la semillas de *L. sativa* expuestas a formulado (Roundup® Max), principio activo y coadjuvante. Concentración del formulado expresado como mg de principio activo/l.

El estudio detallado realizado con *L. sativa* muestra la sensibilidad al formulado Roundup® Max (expresado como mg/L de principio activo), en comparación con el glifosato principio activo y el surfactante POEA. No se observan diferencias significativas entre las IC50 del formulado y del principio activo.

Es interesante notar que cuando ensayaron concentraciones superiores a las utilizadas para estimar la IC50 del punto final de evaluación elongación de la raíz, con el fin de encontrar las concentraciones efectivas en la germinación, los efectos en la elongación de la raíz se mantienen constantes entre los 1200 y los 2500 mg/L de Roundup® Max (máxima concentración ensayada) con un 88 % de inhibición media.

Como se observa en el cálculo para *L. sativa*, el surfactante POEA contribuye con menos del 20% a la toxicidad del formulado.

$$\text{Unidad tóxica (glifosato)} = \frac{7,3}{9,8} = 0,74 \quad \text{Unidad tóxica (POEA)} = \frac{1,83}{11,6} = 0,15$$

$$\text{CR (glifosato)} = \frac{0,74}{(0,74 + 0,15)} = 0,83$$

$$\text{CR (surfactante)} = \frac{0,15}{(0,74 + 0,15)} = 0,16$$

Ensayos con mezclas de plaguicidas

En la tabla 8 se muestra el resultado de los ensayos realizados con *L. sativa* y los plaguicidas en mezclas o individuales (tabla 2). Los mismos indican una mayor toxicidad en las mezclas. Las mismas contienen al herbicida mezclado con cipermetrina o con ambos insecticidas (tabla 8). Los resultados indican un incremento de la toxicidad de hasta siete veces cuando se mezcla el herbicida Roundup con el insecticida cipermetrina (cociente IC50 gly: IC50 gly en mezcla 2: 7,68). Aunque esta muestra aumenta el efecto en la inhibición de la raíz, este aumento no es debido a aditividad en la toxicidad de la mezcla de ambos compuestos, ya que es importante notar que el formulado de cipermetrina, ensayado de manera individual, no muestra efectos en la elongación de la raíz, incluso a las concentraciones más altas ensayadas (500 mg a.i./L), aunque si se observa a este nivel un alto impacto en la germinación. El IC50 de la cipermetrina para la inhibición de la germinación es 460,3 mg a.i./L, aunque no hay inhibición en la elongación de aquellas semillas que germinan. Sin embargo, se detecta efecto en la elongación a concentraciones 20 veces menores en la mezcla de Roundup y Cipermetrina.

Por el contrario, una toxicidad significativamente menor se observa cuando el glifosato esta mezclado con el formulado de clorpirifos (cociente IC50 gly: IC50 gly en Mezcla 4: 0,54). El formulado de clorpirifos exhibe una muy baja toxicidad cuando se analiza individualmente. No obstante, el nivel de efecto de la mezcla de los tres pesticidas es cercana al formulado del herbicida (un cociente IC50 gly: IC50 gly en mezcla 1: 1,24).

Tóxico Ensayado	Mezcla de Aplicación IC50 % v/v y IC	Mezcla de Aplicación IC50 mg p.a./L y IC	R	r ²	B	A	n
Mezcla 1	0,08 [0,073-0,09]	(Gli) 5,9 [5,4-6,9] (Clor) 3,1 [2,8-3,5] (Ciper) 0,20 [0,18-0,23]	0,89	0,79	-0,014*	3,31	18
Mezcla 2	0,01 [0,012-0,013]	(Gli) 0,95[0,93-1,11] (Ciper) 0,032[0,031-0,039]	0,71	0,50	-1,305*	3,01	18
Mezcla 3	8,06 [7,43-8,60]	(Clor) 309,5 [284,5-334,4] (Ciper) 20,1 [18,5-21,7]	0,91	0,84	-0,091*	3,43	11
Mezcla 4	0,18 [0,17-0,19]	(Gli) 13,4 [12,6-14,1] (Clor) 6,9 [6,5-7,2]	0,80	0,65	-1,547*	3,06	24
Roundup (Glifosato)	-	(Gli) 7,3 [6,4-9,4]	0,90	0,81	-1,941*	3,14	27
Sherpa (Cipermetrina)	-	(Ciper) 460,2 [#] [357,3-500,5]	0,84	0,71	-0,014*	3,59	12
Shooter (Clorpirifos)	-	(Clor) 489,7 [451,0-498,4]	0,82	0,68	-0,036*	3,59	12

Tabla 8. Resultados de los ensayos de toxicidad realizados con *Lactuca sativa* con mezclas de plaguicidas.

Los valores de IC50 corresponden a la inhibición de la elongación de la raíz expresada como % de dilución de la mezcla y como concentración del principio activo para cada tóxico. r= coeficiente de correlación; r²= coeficiente de determinación; b= pendiente; A= ordenada al origen; n= número de pares de valores x e y. (*) Significativamente diferente de pendiente 0. (#) Estos datos corresponden a la inhibición en la germinación. Gli= Glyphosato; Clor= Clorpirifos; Ciper = Cipermetrina, IC= Intervalo de confianza.

En la Tabla 9, se muestra la comparación de las pendientes de las curvas dosis respuesta del Roundup® Max. Las mezclas que contienen al herbicida no difieren significativamente entre si, ni con el herbicida sin mezclar. Por el contrario, el Roundup sin mezclar difiere significativamente con los insecticidas por separado (Cipermetrina y Clorpirifos), o de la mezcla de ambos (Cipermetrina + Clorpirifos).

	Hipótesis Nula		Valor crítico	Acepta / Rechaza
Diferencias entre pendientes	$b_1=b_2=b_3=b_4=b_5=b_6=b_7$	$F=104,59$	$F=2,19$	R
Roundup / Mezcla 1	$q= 1,79$		$q= 4,16$	A
Roundup / Mezcla 2	$q= 2,87$		$q= 4,16$	A
Roundup / Mezcla 3	$q= 14,62$		$q= 4,16$	R
Roundup / Mezcla 4	$q= 1,75$		$q= 4,16$	A
Roundup / Shooter	$q= 16,42$		$q= 4,16$	R
Roundup / Sherpa	$q= 15,76$		$q= 4,16$	R
Mezcla 1 / Mezcla 2	$q= 3,30$		$q= 4,16$	A
Mezcla 1 / Mezcla 3	$q= 11,38$		$q= 4,16$	R
Mezcla 1 / Mezcla 4	$q= 2,49$		$q= 4,16$	A
Mezcla 1 / Sherpa	$q= 12,28$		$q= 4,16$	R
Mezcla 1 / Shooter	$q= 12,15$		$q= 4,16$	R
Mezcla 2 / Mezcla 3	$q= 7,81$		$q= 4,16$	R
Mezcla 2 / Mezcla 4	$q= 0,97$		$q= 4,16$	A
Mezcla 2 / Shooter	$q= 8,67$		$q= 4,16$	R
Mezcla 2 / Sherpa	$q= 8,59$		$q= 4,16$	R
Mezcla 3 / Mezcla 4	$q= 9,58$		$q= 4,16$	R
Mezcla 3 / Shooter	$q= 7,13$		$q= 4,16$	R
Mezcla 3 / Sherpa	$q= 8,58$		$q= 4,16$	R
Mezcla 4 / Shooter	$q= 10,40$		$q= 4,16$	R
Mezcla 4 / Sherpa	$q= 10,38$		$q= 4,16$	R
Sherpa / Shooter	$q= 3,02$		$q= 4,16$	A

Tabla 9. Comparación de las pendientes de las regresiones lineales de las curvas de dosis respuesta a partir de las mezclas de plaguicidas y compuestos individuales usando el ensayo con *L. sativa*. q =valor crítico de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

La mayor pendiente corresponde a las mezclas que contienen al herbicida solo o en mezclas (Tabla 8). Los formulados de insecticidas difieren entre ellos y con su mezcla. Estas comparaciones tomadas conjuntamente con los valores de IC50, nos permiten realizar las siguientes observaciones: el glifosato es quien aporta la mayor parte de la toxicidad (ya que las pendientes de las mezclas que contienen al herbicida no difieren de la pendiente del herbicida por separado), no obstante la presencia de los formulados insecticidas en las mezclas, provee un efecto adicional sobre la elongación de la raíz.

Los resultados de los análisis químicos durante el tiempo de exposición indican que la concentración de glifosato no difiere entre el primer y el tercer día de exposición. Se detectó una reducción del 65 % para la concentración de cipermetrina y sólo del 5% para el clorpirifos (considerando el contenido en el líquido sobrenadante y el impregnado en el papel de filtro).

Ensayos con muestras ambientales

Los resultados de los ensayos de toxicidad realizados con las muestras de aguas del arroyo y los eluriados de los sedimentos (1:4 sedimento: agua) se observan en la tabla 10. Los efectos no mostraron diferencias significativas con el control en ambos puntos finales, para ambas aplicaciones y sus posteriores lluvias.

Evento	Muestra	Dilución ensayada	Germinación			Elongación de la raíz (mm)		
			Muestra	control	% de efecto	muestra	control	% de efecto
Glifosato + cipermetrina	Agua	100%	60	59	1,66	34,89	34,41	1,39
		50%	60	59	1,66	37,07	34,41	7,73
	Eluriado de sedimento	100%	58	60	-3,33	34,31	35,84	-4,26
lluvia posterior a la aplicación	Agua	100%	57	60	-5,00	34,17	35,84	-4,65
		50%	60	60	0	35,10	35,84	-2,06
	Eluriado de sedimento	100%	59	60	1,66	37,58	35,84	4,85
Glifosato + cipermetrina + clorpirifos	Agua	100%	60	59	1,66	35,63	34,41	3,54
		50%	58	59	1,69	34,69	34,41	0,81
	Eluriado de sedimento	100%	59	60	1,66	35,10	35,84	-2,06
lluvia posterior a la aplicación	Agua	100%	58	59	1,69	33,72	34,41	-2,00
		50%	60	59	1,66	34,34	34,41	-0,20
	Eluriado de sedimento	100%	60	60	0	32,51	34,41	-5,52

Tabla 10. Resultados de los ensayos de toxicidad con la especie *Lactuca sativa* y las muestras ambientales. Se muestra la cantidad de semillas germinadas en las tres repeticiones de cada dilución y en el control para el punto final germinación. Para el punto final elongación de la raíz se muestran el valor promedios de las tres repeticiones para cada dilución en comparación con los valores de los controles negativos.

2.4 DISCUSIÓN

El uso de semillas como organismos diagnóstico en ensayos de toxicidad para evaluar potenciales efectos biológicos en el ambiente ha sido extendido desde hace varias décadas (Wang, 1991, Lewis, 1995, Wang & Freemark 1995). Boutin y Rogers (2000), trabajando con bases de datos toxicológicas encontraron que las especies cultivadas utilizadas por estos ensayos no son, ni más ni menos sensibles, que las especies no cultivadas. Por otra parte estudios realizados sobre la toxicidad de once herbicidas, comparando la sensibilidad de especies cultivables y no cultivables, permiten concluir que las especies cultivadas tienen una sensibilidad tal, que pueden ser utilizadas como organismos representativos de la respuestas esperables de plantas no blanco, sin importar la clase de compuesto químico, el modo de acción y la magnitud, ni la ruta de exposición al mismo (McKelvey et al., 2002). Consistentemente, Clark et al. (2004), no observaron diferencias significativas en la toxicidad a los plaguicidas entre plantas cultivadas y las especies no blanco. Es por ello que los procedimientos estandarizados sugieren para el desarrollo de estudios como el aquí planteado, la utilización de semillas de plantas cultivadas. La ventaja es que no sólo las condiciones de germinación de estas plantas son bien conocidas, sino además que al tratarse de semillas comerciales, los lotes son homogéneos, por lo cual la variabilidad de la respuesta dentro de un mismo tratamiento es baja, facilitando la lectura de la variabilidad asignable al efecto de compuestos tóxicos. Este hecho, se podría dificultar si se trabajara con semillas de plantas no blanco, cuya homogeneidad es inferior ya que la recolección, conservación, estaría supeditada a los conocimientos sobre la especie que eventualmente se encuentren disponibles. Sin embargo, cabe enfatizar que si se contara con potencial acceso a bancos de semillas de especies no blanco, siempre es recomendable su uso por el grado de representatividad en los ecosistemas estudiados.

El estudio desarrollado con semillas en este capítulo, permitió observar diferencias en la sensibilidad al glifosato en las distintas especies solamente para el punto final elongación de la raíz. Los resultados coinciden con la necesidad de trabajar con baterías de ensayos de distintas especies para tener una aproximación más fiel de lo que ocurre en el ambiente. Particularmente, los resultados obtenidos en el presente estudio, indican que la sensibilidad de las semillas de lechuga, dentro de la batería ensayada, favorece la elección de esta especie para el tipo de aplicaciones aquí analizadas.

Blackburn & Boutin (2003) realizaron una revisión de los efectos del glifosato sobre la germinación y el crecimiento de las plántulas, aunque en estos análisis las aplicaciones del herbicida se realizaron sobre la planta madre y luego se evaluaron los efectos en la germinación de las semillas producidas por estas plantas (F1). Los tratamientos fueron al 100, 10, 1 y al 0% de una dosis de 890 g. p.a./ ha. Esta dosis coincide con el 20 % de la dosis recomendada para la aplicación, cuando se quieren controlar malezas perennes. En sus resultados, especies de las familias Gramineae y Leguminoseae fueron afectadas en la generación F1 en todas las especies ensayadas para la mayoría de las concentraciones. Las especies de las familias Asteraceae, Primulaceae, Lamiaceae, Linaceae fueron afectadas en la germinación o en el crecimiento de las plántulas o en ambas. Sus resultados indican que dependiendo de las especies, cuando el glifosato es aplicado en algunos estadios de producción de semillas, resultan sustanciales la inhibición de la germinación y los efectos en el crecimiento de los plantines. Aunque la vía de exposición (aplicación a plantas madres), el estado de madurez de las plantas en el momento de las aplicaciones y aún las concentraciones utilizadas fueron diferentes a las realizadas en el presente trabajo, igualmente se puede observar una amplia variabilidad en la respuesta de las especies expuestas al glifosato.

Gange et al. (1992), observaron diferencias en la sensibilidad a plaguicidas entre especies anuales y perennes. Ello estaría asociado a la diferencia en los compuestos de reserva en las distintas especies. Las plantas anuales tienen como reservas carbohidratos que deben ser hidrolizados por enzimas (como la amilasa) durante la germinación, y se ven afectadas en la germinación si esta vía se viera afectada. En cambio las perennes tienen menos dependencia de las amilasas para utilizar sus reservas. Coincidentemente, Penner (1968), explica que la tolerancia encontrada en las semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*) a los herbicidas, está relacionada con los bajos niveles de reserva de carbohidratos comparada con la cebada (*Hordeum vulgare*), en la cual se observó toxicidad, y la acción herbicida redujo la actividad de la enzima amilasa. Otra explicación para la diferencia en la sensibilidad es la permeabilidad de la cubierta seminal que también es muy variable entre especies.

El análisis de los efectos de los formulados y de sus componentes individualmente demostró que en la especie *L. sativa* la toxicidad está dada principalmente por el principio activo en ambos formulados (Glifoglex y Roundup®Max), ya que los coadyuvantes no contribuyen con altos porcentajes a la toxicidad. Esto podría deberse a que las plantas son el organismo blanco de este herbicida.

El formulado Roundup®Max no es significativamente más tóxico que el principio activo. En el caso del formulado Glifoglex, la diferencia entre el principio activo y el formulado es significativa, aunque no puede ser asignada al coadyuvante dado que tampoco aporta toxicidad al formulado, por lo tanto la misma puede ser explicada debido a que los coadyuvantes, entre otras funciones, contribuyen con el mejor ingreso del herbicida a las plantas.

En la figura 3 se muestran los resultados obtenidos en pruebas de toxicidad con *L. sativa*, sumados a los publicados por Tsui and Chu (2003) para otras especies expuestas al mismo principio activo y el mismo coadyuvante. Se observa que el coadyuvante POEA tiene una menor contribución a la toxicidad del formulado de acuerdo a los resultados obtenidos con la especie *L. sativa*.

El análisis de las mezclas de plaguicidas aquí realizados, muestra que no hay efectos significativos en la germinación de las semillas de *L. sativa*. Estos resultados son consistentes con los de Hanley & Whiting (2005), quienes estudiaron el efecto de la deltametrina y el dimetoato sobre la germinación de seis especies de malezas y encuentran que la germinación no se ve afectada por exposición a los mismo, aunque si se observan efectos en el crecimiento de los plantines.

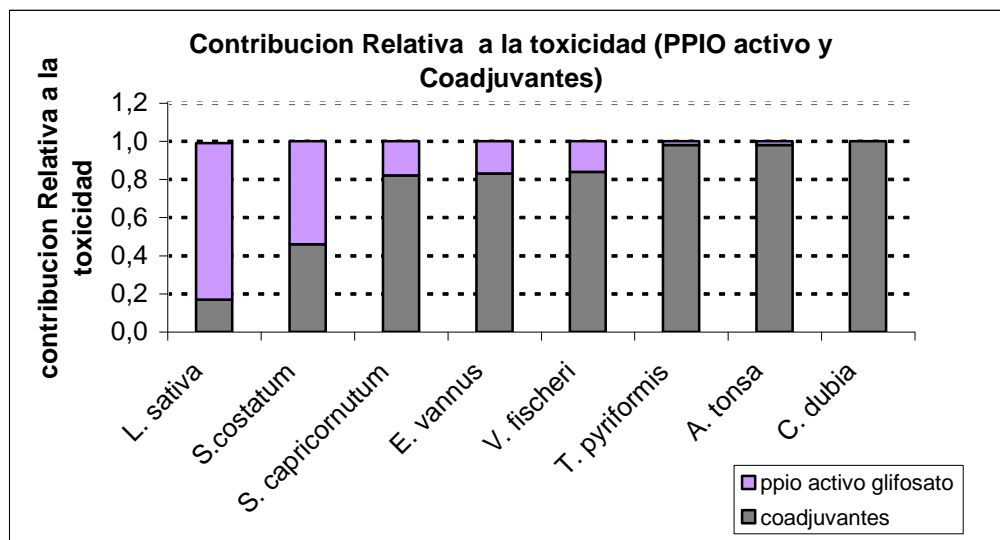


Figura 3. Contribución relativa a la toxicidad de los coadyuvantes. Comparación de los resultados obtenidos con el formulado Glifoglex (para *L. sativa*) con datos bibliográficos (Tsui and Chu, 2003) para el formulado Roundup Max con otros organismos [*Skeletonema costatum*, *Selenastrum capricornutum* (Algas Verdes); *Vibrio fischeri* (Bacteria); *Euplotes vannus* y *Tetrahymena pyriformis* (Protozoa); *Acartia tonsa*, *Ceriodaphnia dubia* (Crustáceos)].

El análisis de los resultados aquí obtenidos con las mezclas de plaguicidas, muestra que los insecticidas analizados individualmente no presentan efectos en la elongación de la raíz, evidenciándose mayores efectos en las mezclas de éstos conjuntamente con el glifosato. Estos resultados son consistentes con los de Gange et al. (1992), quienes estudiaron los efectos en la germinación de semillas de malezas de los insecticidas clorpirifos y dimeteoato y el fungicida iprodion. En este trabajo, cuando los insecticidas se ensayan individualmente, no se observan efectos en la germinación de las semillas de veinte especies de malezas. Sin embargo, cuando fueron evaluados conjuntamente, se evidenciaba toxicidad. Estos y otros autores (Dalvi & Salunkhe, 1975) proponen, como una de las explicaciones a los resultados de los estudios, en acuerdo con los aquí observados, que los insecticidas que actúan por contacto facilitarían el ingreso al interior de las semillas a aquellos plaguicidas que actúan de manera sistémica. Esta podría ser a la razón por la cual las mezclas con los herbicidas y los insecticidas, aunque presenten una pendiente similar en la relación concentración- respuesta a la del herbicida solo, resulten ser más tóxicas.

Los efectos observados en la germinación de las semillas por exposición a aguas de arroyos de zonas de aplicación de plaguicidas, en pruebas de laboratorio no fueron significativos, como así tampoco los correspondientes a eluriados de muestras de sedimento que recibieron una aplicación de plaguicida. Si tuviéramos en cuenta, que la mezcla de aplicación tiene una concentración de 7440 mg/L de glifosato, 250 mg/L de cipermetrina y 3840 mg/L de clorpirifos, aplicándose a una proporción de 120 litros por hectárea, se podría inferir que serían esperables elevados efectos tóxicos. Sin embargo, los resultados de los ensayos con eluriados no exhibieron toxicidad. Ello estaría asociado, a la baja biodisponibilidad de los tóxicos en la matriz acuosa, producto de la extracción del sedimento o la fuerte retención de los tóxicos por componentes de la matriz del sedimento que lo hacen poco intercambiable. Por lo tanto, es esperable que el efecto de las aplicaciones no produzca impactos en este nivel del ciclo de vida de las plantas, aunque si podría hacerlo antes o durante la formación de las semillas en las plantas madres.

2.5 BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 1990. Official methods of analysis of the AOAC. Method 983.10. Association of Official Analytical Chemists Inc. Virginia. 205 pp.
- APHA. 1992. Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. Madrid.
- ASTM. 1994. Standard practice for conducting early seedling growth test. Method E 1598-94. American Society for testing and Materials. Philadelphia. 1493 pp.
- Bewley, J. D. & M. Black. 1978. Development, germination and Growth. In: Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg. New York. Vol. I.
- Blackburn, L. & C. Boutin. 2003. Subtle effects of herbicide use in the context of genetically modified crops: A case study with glyphosate (Roundup R) *Ecotoxicology*, 12:271-285.
- Boutin, C. & C. A. Rogers. 2000. Pattern of sensitivity of plant species to various herbicides- An analysis with two databases. *Ecotoxicology*, 9:255-271.
- Clark, J.; L. S. Ortego; A. Fairbrother. 2004. Sources of variability in plant toxicity testing. *Chemosphere*, 57:1599-1612.
- Crawley, M. J. (Ed.).1997. *Plant Ecology*. Second edition. Blackwell Science, Oxford. 717 pp.
- Dalvi, R. R. & D. K. Salunkhe. 1975. Toxicological implications of pesticides: their toxic effects on seeds of food plants. *Toxicology*, 3:269-285.
- Dutka, B. 1989. Short-term root elongation toxicity bioassay. *Methods for Toxicological Analysis of Waters, Wastewaters and Sediments*. National Water Research Institute (NWRI). Environment Canada.
- Environment Canada. 2005. Biological test methods for measuring emergence and growth of terrestrial plants exposed to contaminants soils. Environmental Protection Series. EPS 1/RM/45.
- Gange, A. C.; V. K. Brown; L. M. Farmer. 1992. Effects of pesticides on the germination of weed seeds: implications for manipulative experiments. *Journal of applied ecology*, 29(2):303-310.

- Goldsborough, L. G. & A. E. Beck. 1989. Rapid dissipation of glyphosate in small forest ponds. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 18:537-544.
- Goldsborough, L. G. & D. J. Brown. 1993. Dissipation of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in water and sediments of boreal forest ponds. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 12:1139-1147.
- Hanley, M. E. & M. D. Whiting. 2005. Insecticides and arable weeds: Effects on germination and seedling growth. *Ecotoxicology*, 14:483-490.
- ISO. 1993. Soil quality- Determination of the effects of pollutants on soil flora. Part 1: Method for the measurement of inhibition of root growth. Method 11269-1. International Organization for Standardization.
- ISO. 1995. Soil quality- Determination of the effects of pollutants on soil flora. Part 2: Effects of chemicals on the emergence and growth of higher plants. Method 11269-2. International Organization for Standardization.
- Lewis, M. A. 1995. Use of freshwater plants for phytotoxicity testing: a Review. *Environmental Pollution* 87:319-336.
- Marino, D. & A. E. Ronco. 2005. Cypermethrin and chlorpyrifos concentration levels in surface water bodies of the Pampa Ondulada, Argentina. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 75:820-826.
- McKelvey, R. A.; J. P. Wright; J. L. Honegger. 2002. A comparison of crop and non crop plants as sensitive indicator species for regulatory testing. *Pest. Manage. Sci.*, 58:1161-1174.
- OECD. 1984. Terrestrial plants, growth test. Guideline for testing of chemicals. Organization for Economic Cooperation and Development, París.
- Penner, D. 1968. Herbicidal influence on amylase in barley and squash seedlings *Weed Science*, 16:519-522.
- Sobrero, M. C. & A. E. Ronco. 2004. Ensayos de toxicidad aguda con semillas de lechuga *Lactuca sativa* L. en: Castillo Morales, G. (Ed.) Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas: estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones. México, 71 pp.
- Tsui, M. T. K. & L. M. Chu. 2003. Aquatic toxicity of glyphosate-based formulations: comparison between different organisms and the effects of environmental factors *Chemosphere*, 52:1189-1197.

- Tsui, M. T. K. & L. M. Chu. 2008. Environmental fate and non-target impact glyphosate-based herbicide (Roundup[®]) in a subtropical wetland. *Chemosphere* 71(3): 439-446.
- USEPA. 1989. Protocols for short term toxicity screening of hazardous waste sites. 600/3-88/029. United States Environmental Protection Agency, Corvallis.
- USEPA. 1993. Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms. 600/4-90/027F. United States Environmental Protection Agency, Washington.
- Wang, W. 1991. Literature review on higher plants for toxicity testing. *Water, Air and Soil Pollution* 59: 381-400.
- Wang, W & K. Freemark. 1995. The use of plants for environmental monitoring and assesment. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 30: 289-301.
- Zar, J. H. 1999. *Bioestadistical analysis*. Prentice Hall. New Jersey. 408 pp.

Anexo 1.

Categoría	Nombre vulgar	Nombre científico
1 Gramineae	Ryegrass	<i>Lolium perenne</i>
	Arroz	<i>Oriza sativa</i>
	Avena	<i>Avena sativa</i>
	Trigo	<i>Triticum aestivum</i>
	Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>
2 Cruciferae	Mostaza	<i>Brassica alba</i>
	Colza	<i>Brassica napus</i>
	Rábano	<i>Raphanus sativus</i>
	Nabo	<i>Brassica rapa</i>
	Repollo chino	<i>Brassica campestris var. chinensis</i>
3 Leguminoseae	Vicia	<i>Vicia sativa</i>
	Poroto	<i>Phaseolus aureus</i>
	Trébol rojo	<i>Trifolium pretense</i>
	Trébol	<i>Trifolium ornithopodioides</i>
	Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>
	Berro	<i>Lepidium sativum</i>

Especies recomendadas por la norma OECD 208 (1984)

Categoría	Especies ensayadas
1	
Centeno	<i>Secale cereale</i> L.
Rye gras perenne	<i>Lolium perenne</i> L.
Arroz	<i>Oryza sativa</i> L.
Avena	<i>Avena sativa</i> L.
Trigo	<i>Triticum aestivum</i> L.
Cebada	<i>Hordeum vulgare</i> L.
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench
Maíz	<i>Zea mays</i> L.
2	
Mostaza blanca	<i>Sinapis alba</i>
Colza	<i>Brassica napus</i> L.
Nabo	<i>Raphanus sativus</i> L.
Repollo	<i>Brassica campestris</i> L.
Repollo chino	<i>Brassica campestris</i> L. var <i>chinensis</i>
Trébol	<i>Trifolium ornithopodioides</i> L.
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i> L.
Berro	<i>Lepidium sativum</i> L.
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> Millar
Poroto	<i>Phaseolus aureus</i> Roxb.

Especies para seleccionar de la norma ISO 11.269 (1995).

Dicotiledóneas		
Familia	Especies	Nombre vulgar
Compositae	<i>Lactuca sativa</i>	Lechuga
Cruciferae	<i>Brassica alba</i>	Mostaza
Cruciferae	<i>Brassica campestris var. Chilensis</i>	Repollo chino
Cruciferae	<i>Brassica napus</i>	Colza
Cruciferae	<i>Brassica oleracea</i>	Brócoli
Cruciferae	<i>Lepidium sativum</i>	Berro
Cruciferae	<i>Raphanus sativum</i>	Nabo
Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativa</i>	Pepino
Leguminosae	<i>Glycine max</i>	Soja
Leguminosae	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Poroto
Leguminosae	<i>Phaseolus aureus</i>	Poroto
Leguminosae	<i>Trifolium pratense</i>	Trébol
Leguminosae	<i>Trifolium ornithopodioides</i>	Trébol
Leguminosae	<i>Vicia faba</i>	Haba
Solanaceae	<i>Lycopersicon esculentum</i>	Tomate
Umbeliferae	<i>Daucus carota</i>	Zanahoria
Monocotiledóneas		
Familia	Especies	Nombre vulgar
Amarylidaceae	<i>Allium cepa</i>	Cebolla
Gramineae	<i>Avena sativa</i>	Avena
Gramineae	<i>Lolium perenne</i>	Rye grass perenne
Gramineae	<i>Zea mays</i>	Maiz
Gramineae	<i>Oryza sativa</i>	Arroz
Gramineae	<i>Triticum aestivum</i>	Trigo
Gramineae	<i>Sorghum bicolor</i>	Sorgo

Especies recomendadas para realizar ensayos por la norma ASTM E: 1598 (1994)

Anexo 2

Especie	Concentraciones de Roundup ® Max (mg/l)						
<i>L. sativa</i>	1	2,5	5	10	15	20	
	(30, 40, 50, 70, 100, 1000, 1200, 1300, 1400, 1500, 1700, 1800, 1900, 2100, 2300, 2400 2500)*						
<i>L. perenne</i>	6,25	12,5	25	50	100		
	(125, 250, 500, 1000)*						
<i>M. sativa</i>	12,5	25	50	60	70	80	100
	(125, 250, 500, 1000)*						
<i>A. cepa</i>	50	100	200	300	400		
	(125, 250, 500, 1000)*						
<i>B. napus</i>	1000	1100	1200	1300	1400		

Tabla. Concentraciones Definitivas para calcular las Concentración inhibitoria 50 para el punto final elongación de la raíz en las distintas especies.

*Se indican las concentraciones superiores a las utilizadas para calcular el punto final IC50 para la elongación de la raíz, en busca de efectos en la germinación.

Anexo 3

Porcentaje de mezclas ensayados (v/v de mezcla en agua)	
Mezcla 1 [Glifosato, Cipermetrina, Clorpirifos]	0,0125/ 0,018/ 0,025 / 0,037/ 0,05 /0,10/ 0,30/ 0,5/ 1
Mezcla 2 [Glifosato, Cipermetrina]	0,0125/ 0,018 / 0,025/ 0,037/ 0,05/ 0,10/ 0,30/ 0,5/ 1
Mezcla 3 [Clorpirifos, Cipermetrina]	0,025/ 0,05/ 0,10/ 0,30/ 0,5/ 1/ 2/ 4/ 8/ 16
Mezcla 4 [Glifosato, Clorpirifos]	0,025/ 0,05/ 0,1/ 0,25/ 0,5/ 1

Concentraciones definitivas ensayadas de formulados (mg de formulado/L)	
Roundup (Glifosato)	1 / 2,5 / 5/ 10/ 15/ 20
Glifoglex (Glifosato)	1/10/100/1000
Sherpa (Cipermetrina)	1/ 10/ 100/ 1000
Shooter (Clorpirifos)	250/ 300/ 350/ 400/ 500

Concentraciones definitivas ensayadas (mg/L)	
Glifosato Técnico	1,87/ 3,75/ 7,5/ 15
POEA	1,87/ 3,75/ 7,5/ 15
Humectante	1 / 10/ 100/ 1000

3 Bioensayos de toxicidad utilizando como tóxico al herbicida Roundup® Max y como especies diagnóstico a las macrófitas *Hydrocotyle ranunculoides* y *Spirodela intermedia* en laboratorio.

3.1 INTRODUCCIÓN

En el campo de la Ecotoxicología, los efectos se estudian en el nivel de los organismos, de las poblaciones y de las comunidades. A pesar del limitado alcance de la información proveniente de los ensayos de toxicidad para su extrapolación a escala ambiental, los estudios con organismos en laboratorio, en condiciones controladas y estandarizadas para la evaluación de respuestas, han venido siendo las fuentes de información predominantes para la evaluación ecológica de los efectos de los contaminantes.

Las agencias de protección ambiental de diversos países (*Environment Canada*, *Environmental Protection Agency*, etc.) y los organismos de estandarización (ASTM, OECD, AOAC, ISO, entre otros) han concretado la elaboración e implementación de herramientas de diagnóstico, que funcionan como base para la generación de estrategias ecosistémicas de protección. Ello, orientado a la obtención de respuestas estandarizadas de laboratorio (bioensayos) que permiten asegurar, dentro de cierto grado de confiabilidad, la medida obtenida.

Existen antecedentes de bioensayos realizados con plantas macrófitas y glifosato (Hartman & Martín, 1984, Lockhart, 1989, Cedergreen et al, 2005, Sobrero et al, 2007). Las concentraciones inhibitorias 50 (IC50) para el herbicida glifosato en distintas especies del género *Lemna*, presentes en la base de datos ecotoxicológicos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA) y en los trabajos citados para el punto final que evalúa el crecimiento, los cuales se distribuyen en un extenso intervalo entre 2 a 88 mg/l de glifosato, en ensayos que utilizaron distintos tiempos de exposición y distintos protocolos. Este intervalo de valores de IC50, se solapa con las concentraciones esperadas en el ambiente, en los momentos de las aplicaciones. El método utilizado para estimar estas concentraciones se incluye en la sección de metodología del presente capítulo.

El objetivo de este capítulo es evaluar mediante ensayos de laboratorio si las especies *Hydrocotyle ranunculoides* y *Spirodela intermedia*, son sensibles a concentraciones de Roundup similares a las estimadas o determinadas en el ambiente.

La realización de los ensayos en nuestro laboratorio nos permite recurrir a los mismos clones que se utilizaron para las evaluaciones a campo y de esta manera poder comparar la diferencia en la sensibilidad en ambos escenarios de estudio.

Las especies seleccionadas representan, una de ellas a las plantas arraigadas y la otra a las flotantes, para evaluar si existe diferencia en la sensibilidad en función de las vías de exposición resultantes de distintos hábitos de vida.

Hydrocotyle ranunculoides L. f.

La especie *H. ranunculoides* que se muestra en la figura 1, pertenece a la familia de las Umbelíferas y se encuentra distribuida en la región Neotropical. En nuestro país su distribución alcanza todas las provincias excepto Tierra del Fuego (Zuloaga & Morrone, 1999). Recientemente Feijoo & Lombardo (2007), caracterizaron los arroyos de la provincia de Buenos Aires y destacaron su presencia entre las más frecuentes.

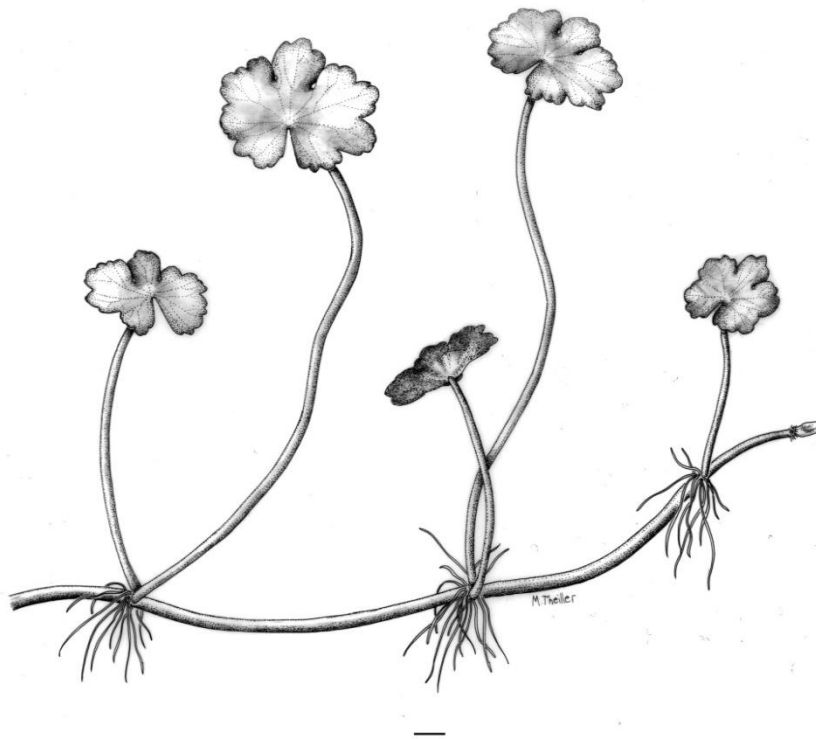


Figura 1.- Aspecto general de la especie *Hydrocotyle ranunculoides*. La escala es 1 cm. Ilustración realizada para la presente tesis por la Lic. Mariela Theiller.

Es una hierba perenne, flotante arraigada, glabra, con tallos rastreros o flotantes. Hojas largamente pecioladas, láminas reniformes, palmatilobadas, de 1 a 5 cm de diámetro, con base

emarginada y lóbulos crenados. Posee flores amarillentas, diminutas, en umbelas simples. El fruto es un esquizocarpo, de 2 a 3 mm de diámetro, pardo amarillento, con 2 mericarpos reniformes, muy comprimidos.

Spirodela intermedia W. Koch

La especie *S. intermedia* que se muestra en la figura 2, pertenece a la familia Lemnaceae, su distribución es neotropical, solapándose en México con la especie *S. polyrhiza* de distribución norteamericana. En nuestro país *S. intermedia* se encuentra en las siguientes provincias: Buenos Aires, Chaco, Corrientes, Entre Ríos, Jujuy, Mendoza, Misiones, Neuquén, Salta, Santa Fe y Tucumán (Zuloaga & Morrone, 1999). Se caracteriza por tener frondes suborbiculares, de 3-8 mm de diámetro, generalmente reunidas de a 3, con raíces pequeñas, numerosas.

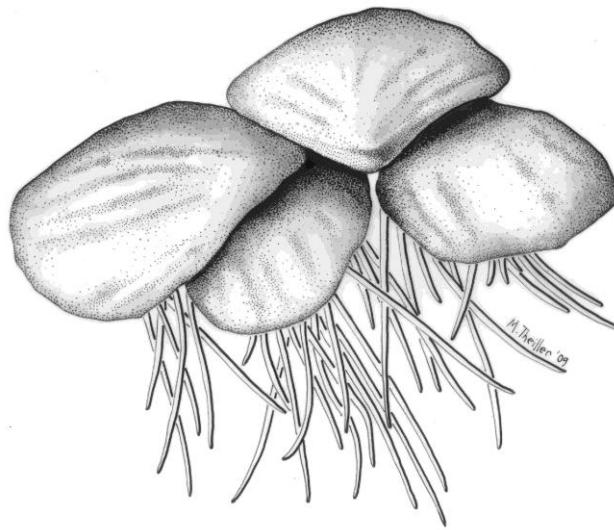


Figura 2. Aspecto general de la macrófita *Spirodela intermedia*. La escala es 1 cm. Ilustración realizada para la presente tesis por la Lic. Mariela Theiller.

En particular dentro de las lentejas de agua, esta especie fue seleccionada debido a su practicidad para utilizarla tanto en laboratorio como en sistemas confinados, ya que su mayor tamaño, en relación a las demás lemnáceas, hace posible retenerlas fácilmente en los aquellos sistemas, permitiendo así mejor confiabilidad en los resultados de las pruebas.

3.2 MATERIALES Y MÉTODOS

3.2.1 Ensayo con la especie *Hydrocotyle ranunculoides*

Los individuos de la especie fueron recolectados en un arroyo de primer orden tributario del Río Arrecifes, Provincia de Buenos Aires. En el laboratorio, se identificaron las condiciones de cultivo de la misma (solución nutritiva, temperatura, fotoperíodo), para su posterior uso en experimentos. Previo a la realización de los ensayos, las plantas se aclimataron durante un mes en las condiciones de exposición en laboratorio.

Los ensayos de toxicidad se realizaron en condiciones controladas de laboratorio (24 ± 2 °C, con fotoperíodo, 16 h de luz; 40 $\mu\text{M}\cdot\text{m}^2\cdot\text{seg}$ aportada por tubos fluorescentes luz día, con aireación permanente). Se utilizaron 1000 ml de solución nutritiva Hoagland 1:10, sin renovación (Hoagland & Arnon, 1950). La fitotoxicidad del Roundup® se evaluó al nivel de 1,34 mg/l valor promedio de Concentraciones Esperadas en el Ambiente (CEA) para las dosis utilizadas a campo en nuestro país y a un orden de magnitud superior (20 mg/l), considerando una situación extrema de exposición.

Se utilizaron 6 replicas por concentración con 9 individuos por réplica. Se consideró como individuo a la porción de un nudo que lleva una hoja y un grupo de raíces. En la figura 4 se observa una representación esquemática del ensayo.

La estimación teórica de la concentración del herbicida en solución esperada en el ambiente (CEA), debida a deriva o escurrimiento superficial, se calculó como la concentración resultante de aplicar la dosis de producto recomendada, en un área de 1 m^2 con 15 cm de profundidad (Boutin *et al.*, 1993; 1995). Se consideró para las dosis mínima (0,8 kg/ha) y máxima (3,2 kg/ha) de aplicación de Roundup®Max, las recomendadas para diferentes usos en Argentina (Monsanto, 2002).

Se seleccionaron como puntos finales de los ensayos, el Contenido Total de Clorofila (CTC) expresada como μg de clorofila/ cm^2 , la Biomasa Aérea (BA) expresada como peso seco y la Biomasa de la Raíz (BR) expresada como peso seco. Los mismos fueron seleccionados por ser técnicas de laboratorio simples de bajo costo y aportar datos fisiológicos importantes en el desarrollo de las plantas. Ambos puntos finales se midieron a los 2 y a los 7 días de exposición. Como las técnicas de medición no son conservativas, los ejemplares se reducen en cada réplica a lo largo del ensayo. En cada tiempo de exposición se extrajeron 3 ejemplares para la evaluación de biomasa y uno para el CTC.

El CTC se estimó a partir del extracto del material vegetal con N, N-dimetilformamida mediante medición espectrofotométrica (Shimadzu UV-1203) a, 647 y 664 nm (Moran, 1982). La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$\text{Contenido Total de Clorofila} = \frac{(7.04 * aa_{664} + 20.27 * aa_{647}) * \text{Volumen de solvente}}{\text{area}}$$

Los resultados se analizaron estadísticamente mediante ANOVA simple comparándose las medias de los diferentes tratamientos mediante el método LSD. Previo al ANOVA se verificó la normalidad y homocedasticidad de los datos.

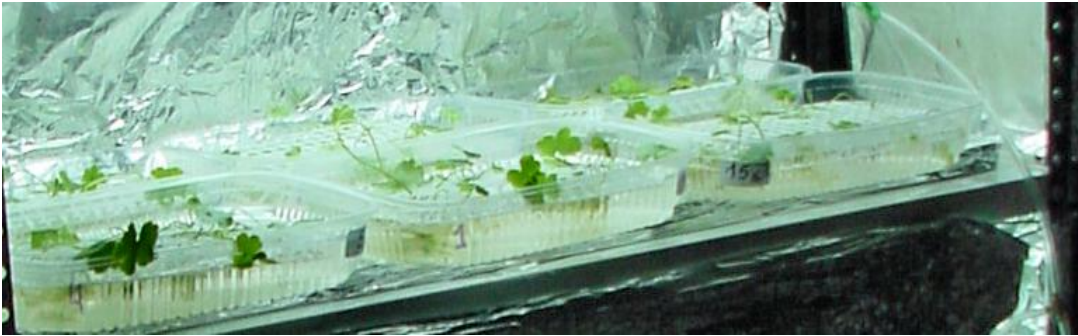


Figura 3. Ensayo con la especie *H. ranunculoides*

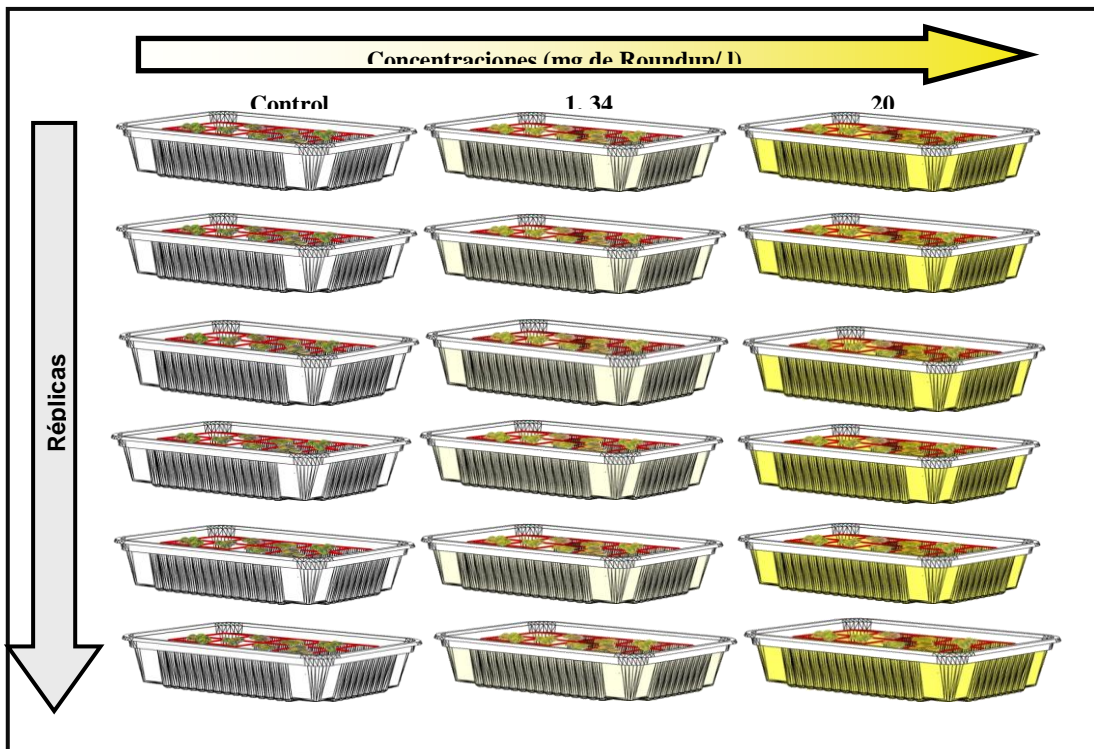


Figura 4. Diseño experimental del ensayo con la especie *H. ranunculoides* utilizando como tóxico al herbicida Roundup.

3.2.2 Ensayo con la especie *Spirodela intermedia*

Los individuos de la especie fueron colectados de zonas aledañas al arroyo del Sauce, La Plata, Provincia de Buenos Aires. Se trasladaron al laboratorio donde fueron aclimatadas, y paulatinamente se les cambió el medio a solución nutritiva. Se seleccionó una colonia que se aisló por medio de enjuagues sucesivos con hipoclorito de sodio y a partir de ella se obtuvieron todas las colonias hijas que fueron utilizadas en el ensayo.

El ensayo se realizó conservando el medio axénico. Para lo cual se trabajó con soluciones nutritivas previamente autoclavadas a 1,5 kPa de presión, en autoclave marca Lutz Ferrando, por lapsos de 15 minutos. Las colonias se trasladaron a la solución nutritiva en un equipo de flujo laminar horizontal marca Filtrar (modelo FHP, 1e), adicionándoles glifosato en el mismo momento que se agregaban las colonias.

Las condiciones de durante el ensayo fueron las siguientes: 24 ± 2 °C, con fotoperíodo 16 h de luz; $40 \text{ uM.m}^2\text{.seg}$. Se utilizaron 250 ml de solución nutritiva Hoagland 1:10, sin renovación. Se midió el pH durante los días de exposición. Se hicieron 6 réplicas por concentración, para lograr una biomasa suficiente que nos permitió realizar las remociones necesarias en los diferentes tiempos de exposición. Se ensayaron las siguientes concentraciones (0,5; 1; 5; 7,5; 12; 25; 60 mg i.a glifosato/l) preparadas en solución nutritiva. Los puntos finales evaluados fueron, Contenido Total de Pigmentos (contenido total de clorofila, clorofila *a*, clorofila *b*, protoclorofila, Feofitina total, feofitina *a* y feofitina *b*), Tasa de Multiplicación (TM) y Número de Frondes Totales (NFT). Las medidas se realizaron a los 2, 5 y 7 días de la exposición. En la figura 6 se observa una representación esquemática del ensayo

El contenido de los pigmentos se estimaron a partir del extracto de biomasa vegetal fresca (peso fresco de 10 frondes, 4 ml solvente), utilizando N, N-dimetilformamida, mediante medición espectrofotométrica (Shimadzu UV-1203) a 603, 625, 647, 654, 664 y 666 nm (Moran, 1982). Los contenidos de los pigmentos se calcularon según las siguientes fórmulas:

$$\text{Clorofila a} = \frac{(12,7 * aa_{661} - 2,79 * aa_{645}) * \text{volumen de solvente}}{\text{peso fresco}}$$

$$\text{Clorofila b} = \frac{(20,7 * aa_{645} - 4,62 * aa_{661}) * \text{volumen de solvente}}{\text{peso fresco}}$$

$$\text{Contenido Total de Clorofila} = \frac{(7,04 * aa\ 664 + 20,27 * aa\ 647) * \text{volumen de solvente}}{\text{peso fresco}}$$

$$\text{Feofitina a} = \frac{(23,91 * aa\ 666 - 7,22 * aa\ 654) * \text{volumen de solvente}}{\text{peso fresco}}$$

$$\text{Feofitina b} = \frac{(37,41 * aa\ 654 - 16,38 * aa\ 666) * \text{volumen de solvente}}{\text{peso fresco}}$$

$$\text{Feofitina Total} = \frac{(7,53 * aa\ 666 - 30,19 * aa\ 654) * \text{volumen de solvente}}{\text{peso fresco}}$$

$$\text{Protoclorofila} = \frac{(28,3 * aa\ 625 - 3,49 * aa\ 664 - 5,25 * aa\ 647) * \text{volumen de solvente}}{\text{peso fresco}}$$

La tasa de multiplicación se calculó según la siguiente fórmula (Environment Canada, 1999):

$$TM_{(\text{día } x)} = \frac{1000 * [(Log\ Frondes\ dia\ X) - (Log\ frondes\ dia\ 0)]}{X\ dias}$$

Los porcentajes de efectos resultaron de la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de efecto} = \frac{(\text{respuesta toxico} - \text{respuesta control})}{\text{respuesta control}} * 100$$



Figura 5. Ensayo con la especie *Spirodela intermedia*.

Se realizará en el capítulo siguiente, una vez presentados los resultados obtenidos en condiciones de campo para las mismas especies con los mismos clones, el análisis comparativo entre los resultados de ambos escenarios de estudio.

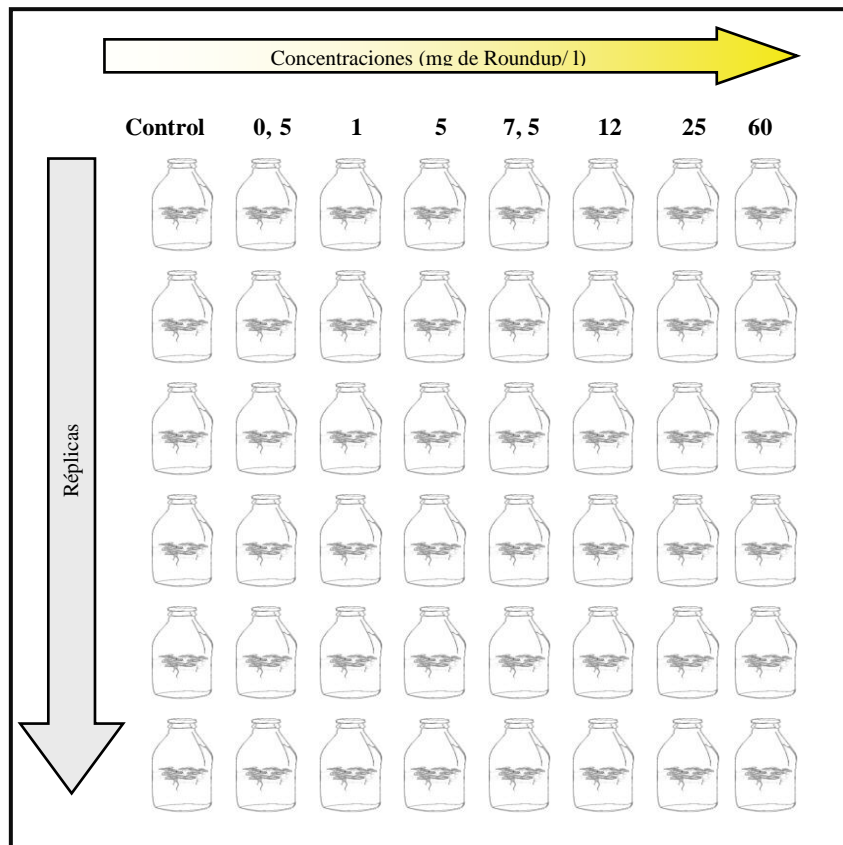


Figura 6. Diseño experimental del ensayo con la especie *S. intermedia*, utilizando como tóxico al herbicida Roundup.

Los resultados se analizaron estadísticamente mediante ANOVA simple comparándose las medias de los diferentes tratamientos a posteriori mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). Previo al ANOVA se verificó la normalidad y homocedasticidad de los datos. En el análisis de los efectos en el número de frondes se aplicó la transformación de la raíz cuadrada, debido a que se trata de datos discretos.

Los valores de concentración Inhibitoria 10 (CI10) y concentración Inhibitoria 25 (CI25) se estiman mediante un método no paramétrico de interpolación lineal, obteniéndose los límites de confianza mediante “bootstrapping” por remuestreos al azar de los datos experimentales (Environment Canada, 1999). Estas estimaciones se realizaron con el programa Toxstat versión 3,5.

3.3 RESULTADOS

Considerando las dosis máximas (3,2 kg/ha) y mínima (0,8 kg/ha) de aplicación del Roundup® Max recomendadas para diferentes usos en la Argentina, la estimación teórica realizada siguiendo la metodología propuesta por Boutin et al (1993, 1995) es de 2,13 y 0,53 mg de Roundup/l, respectivamente, en el agua de un arroyo adyacente. A raíz de estos cálculos se ensayo la concentración promedio entre estas dos concentraciones estimadas (1,34 mg Roundup/l).

Cálculo de la concentración esperada en el ambiente

Dosis 0,8 kg/ha

0,8 kg de Roundup $\xrightarrow{\text{se aplican en}}$ 1 hectárea

Por lo tanto

Si 800 g de Roundup $\xrightarrow{\text{se aplican en}}$ 10000 m²

0,08 g de Roundup $\xrightarrow{\text{se aplican en}}$ 1 m²

El volumen de 1 m² x 15 cm de profundidad es 150 l

Entonces 0,08 g de Roundup diluidos en 150 l

Resulta una concentración de $5,3 \times 10^{-4}$ g de Roundup en 1 l
 = 0,53 mg de Roundup/l

Cálculo de la concentración esperada en el ambiente

Dosis 3,2 kg/ha

3,2 kg de Roundup $\xrightarrow{\text{se aplican en}}$ 1 hectárea

Por lo tanto

Si 3200 g de Roundup $\xrightarrow{\text{se aplican en}}$ 10000 m²

0,32 g de Roundup $\xrightarrow{\text{se aplican en}}$ 1 m²

El volumen de 1 m² x 15 cm de profundidad es 150 l

Entonces 0,32 g de Roundup diluidos en 150 l

Resulta una concentración de 0,0021 g de Roundup en 1 l
 = 2,13 mg de Roundup/l

3.3.1 *Hydrocotyle ranunculoides*

Los efectos en la biomasa aérea y de raíz no fueron significativos en las concentraciones ensayadas para esta especie. En la Tabla 1 se muestran los resultados de los ensayos de toxicidad para *H. ranunculoides* para el punto final CTC en los diferentes tiempos de exposición. Sólo se observó efecto en el CTC a la máxima concentración ensayada, a los siete días de la exposición. Los datos en bruto de los tres puntos finales se muestran en el anexo I.

Contenido Total de Clorofila ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)			
Concentraciones y tiempos de exposición		Media (Desvío estándar)	% inhibición.
Control	3 días	16,8 (4,3)	-
	7 días	18,3 (3,1)	-
1,34 mg/L	3 días	18,3 (0,9)	0
	7 días	21,2 (1,5)	0
20,1 mg/L	3 días	15,6 (2,2)	0
	7 días	4,1 (1,9) *	81

Tabla 1. Contenido total de clorofila en el ensayo con Roundup®Max y la especie *H. ranunculoides*. Se muestran los valores promedio y los desvíos entre paréntesis. También el porcentaje de inhibición. * Significativamente diferente del tratamiento control $p \leq 0,05$

3.3.2 *Spirodela intermedia*

En la tabla 2 se observan la Concentración Inhibitoria 10 (IC10) y la Concentración Inhibitoria 25 (IC25) del crecimiento de frondes a través del tiempo. En ambos casos los efectos observados alcanzan la mayor inhibición a los cinco días de exposición y a los siete días se observa una disminución del efecto inhibitorio.

Tiempo de exposición / Concentración Inhibitoria	CI10 (mg de Roundup® /l) [intervalos de confianza]	CI25 (mg de Roundup® /l) [intervalos de confianza]
2 días	35,1 [29,9-46,1]	50,2 [31,2-58,9]
5 días	17,0 [19,5-28,2]	29,5 [18,6-51,5]
7 días	24,5 [19,5-31,7]	39,7 [28,9-51,7]

Tabla 2. Concentraciones inhibitorias para la especie *S. intermedia* para el punto final número de frondes totales expuesta a Roundup® max, a los 2, 5 y 7 días de exposición.

En la figura 7 se observa el crecimiento en el número de frondes para cada concentración durante el tiempo de exposición. El efecto es significativo en las concentraciones superiores (25 y 60 mg/l).

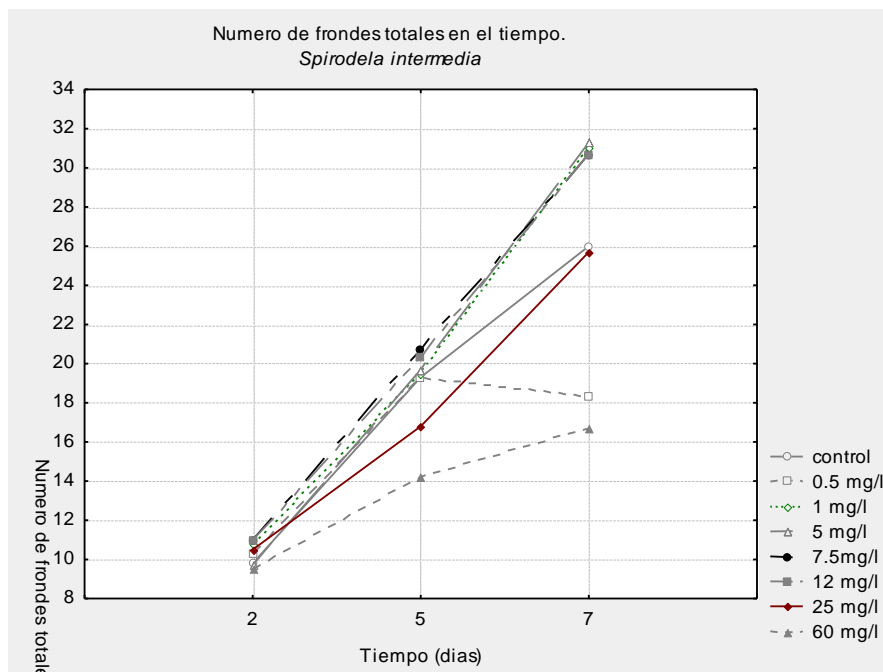


Figura 7. Efectos del Roundup® Max en el tiempo para *S. intermedia* sobre el crecimiento del número de frondes totales.

En la figura 8 se observa el mismo punto final expresado como el porcentaje de efecto por concentración de Roundup. A concentraciones bajas se observa un aumento del número de frondes y a concentraciones más altas una inhibición en el crecimiento de las mismas.

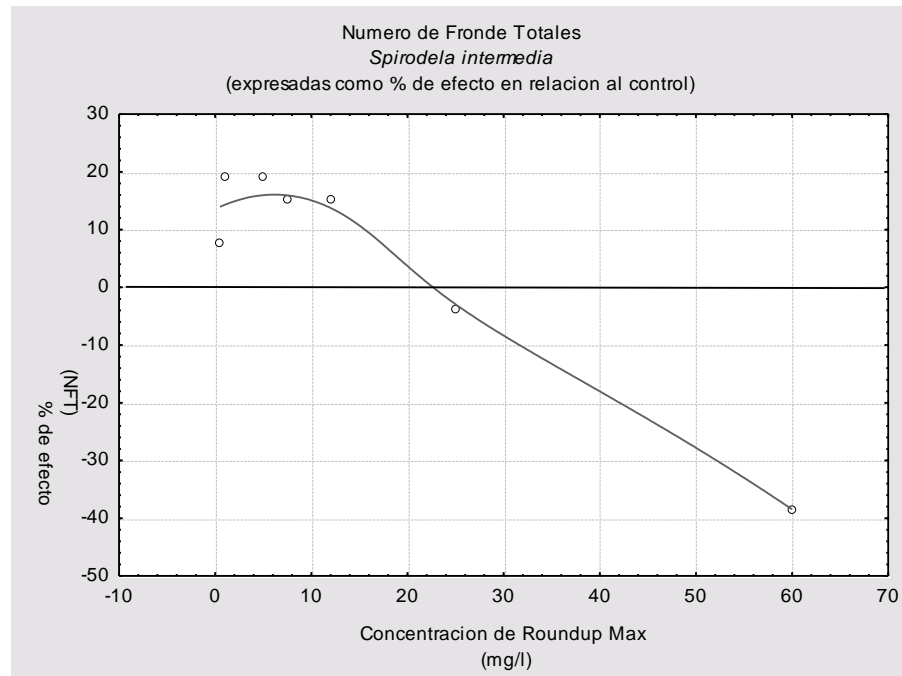


Figura 8. Porcentaje de efectos de las distintas concentración de Roundup® Max a través del tiempo en *S. intermedia* para el número de frondes totales

En las tablas 3 y 4 se muestran los resultados del contenido de pigmentos en los días 2 y 7 de ensayo respectivamente, en ambos las diferencias entre el control y las concentraciones ensayadas no resultaron significativas.

Contenido de Pigmentos							
	Clorofila Total ($\mu\text{g/g}$)	Clorofila A ($\mu\text{g/g}$)	Clorofila B ($\mu\text{g/g}$)	Proto-clorofila ($\mu\text{g/g}$)	Feofitina Total ($\mu\text{g/g}$)	Feofitina A ($\mu\text{g/g}$)	Feofitina B ($\mu\text{g/g}$)
0 mg/l	736,9	543,4	192,2	42,2	1269,4	860,5	408,9
0,5 mg/l	715,6	540,2	174,5	29,1	1237,0	860,4	376,6
1 mg/l	719,9	527,2	171,9	32,1	1208,7	841,7	367,0
5 mg/l	714,4	535,3	178,1	31,2	1235,2	854,6	380,6
7,5 mg/l	689,1	519,6	168,6	29,6	1189,8	834,4	355,4
12 mg/l	890,5	553,4	171,8	27,4	1255,2	890,5	364,7
25 mg/l	957,8	595,5	183,4	29,9	1348,3	957,8	390,5
60 mg/l	710,20	292,4	167,6	27,0	1228,8	869,3	359,5

Tabla 3. Valores promedio del contenido de pigmentos de la especie *S. intermedia* en cada concentración ensayada al segundo día de exposición. No existen diferencias significativas entre el control y las concentraciones en ninguno de los casos.

Contenido de Pigmentos							
	Clorofila Total (µg/g)	Clorofila A (µg/g)	Clorofila B (µg/g)	Proto-clorofila (µg/g)	Feofitina Total (µg/g)	Feofitina A (µg/g)	Feofitina B (µg/g)
0 mg/l	710,5	516,8	192,3	42,0	1221,1	816,7	404,4
0,5 mg/l	695,5	512,3	182,3	29,6	1200,8	806,7	394,1
1 mg/l	675,1	498,2	175,1	27,5	1167,2	787,0	380,2
5 mg/l	698,5	516,6	180,9	30,8	1203,9	817,9	386,0
7,5 mg/l	706,5	520,6	184,9	31,2	1218,6	821,1	397,4
12 mg/l	795,6	586,0	208,4	34,5	1374,1	924,3	449,7
25 mg/l	731,3	540,1	190,1	31,1	1263,2	855,3	407,1
60 mg/l	716,1	534,1	181,1	26,5	1239,7	842,6	397,2

Tabla 4. Valores promedio del contenido de Pigmentos de la especie *S. intermedia* en cada concentración ensayada al séptimo día de exposición. No existen diferencias significativas entre el control y las concentraciones en ninguno de los casos.

Los datos brutos del número de frondes totales y la concentración de pigmentos para todas las concentraciones y todas las réplicas se muestran en anexo I.

3.4 DISCUSIÓN

En la especie *H. ranunculoides* los efectos observados en el laboratorio fueron de muy baja magnitud. Sólo se observaron efectos en el CTC, para la máxima concentración ensayada (20 mg de Roundup/l). No obstante la inhibición observada en el CTC es mayor a la registrada para *L. gibba* a la misma concentración (Martin et al, 2003).

En la especie *S. intermedia* los efectos observados fueron solamente en el número total de frondes para las concentraciones ensayadas. Los efectos en el número total de frondes se registraron a partir del segundo día de exposición, observándose la máxima inhibición a los cinco días. En la figura 6, donde se grafica el porcentaje de efecto en el punto final número de frondes totales, se observa un fenómeno conocido como hormesis. La hormesis es considerada como una respuesta caracterizada por una curva dosis-respuesta bifásica. En las mismas se observa estimulación a bajas concentraciones de tóxico y una inhibición a las más elevadas (Calabrese & Baldwin, 2002, Calabrese, 2008, 2009).

Este concepto fue desarrollado por Schultz en 1887 en sus experimentos con levaduras (Schultz, 1887 citado por Calabrese, 2008). En la comunidad científica el concepto fue

generando considerable interés porque se comenzó a observar su dispersión y generalización en muchos casos. Esto desarrolló un interés particular dado que resultó que a bajas dosis los plaguicidas pueden estimular el crecimiento de malezas y/o de los cultivos vía mecanismos horméticos como resultado de la deriva de los mismos (Appleby, 1998). En realidad, la ocurrencia de este fenómeno en plantas ha sido observada desde hace mucho tiempo (Jensen, 1907). Calabrese et al. (2005) realizaron una revisión de la ocurrencia de hormesis en microorganismos, plantas y animales concluyendo que el 38% de las citas de hormesis corresponden a plantas. Dentro de este porcentaje un 70% de los puntos finales están en relación al crecimiento.

Cedergreen et al. (2007) evaluaron en particular la ocurrencia de hormesis en dos especies acuáticas *Lemna minor* (plantae) y *Pseudokirchneriella subcapitata* (algae) y dos especies de plantas terrestres *Tripleurospermum inodorum* y *Stellaria media*, en relación a algunos herbicidas. En particular para el herbicida glifosato hallaron que el 70% de las curvas incluían tratamientos que crecieron más que el control. Todas las curvas de dosis respuesta editas que tuvieron al glifosato como tóxico mostraron un mejor ajuste al modelo hormético.

Los efectos horméticos observados en la especie *S. intermedia* en el punto final número total de frondes son semejantes a los hallados por diversos autores: Lockhart et al. (1989) para *L. minor* (Lemanaceae, Plantae), Peterson et al. (1994) para *Microcystis aeruginosa* y *Oscillatoria sp.* (Cyanofitas, Algae), Sobrero et al. (2007) para *L. gibba* (Lemanaceae, Plantae).

En la tabla 5 se observa el intervalo de concentraciones a las que se registran efectos de inhibición y de exaltación en el crecimiento en especies de la familia Lemnaceae.

Especie	Efecto	Concentraciones (mg de glifosato /L)	Autor y año
<i>Lemna minor</i>	Inhibitorio	[2 - 10]	Hartman&Martin,1984
<i>Lemna minor</i>	Exaltación	[2,3 - 22,8]	Lockart et al, 1989
<i>Lemna minor</i>	Sin efecto	[2,8]	Peterson et al, 1994
<i>Lemna gibba</i>	Inhibitorio	[35,6 y 356]	Jawbroski, 1972
<i>Lemna gibba</i>	Exaltación	[1-60]	Sobrero et al, 2007
	Inhibición	> 80	
<i>S. intermedia</i>	Exaltación	[0,5-12]	Presente estudio
	Inhibición	[25-60]	

Tabla 5. Efectos del herbicida glifosato en especies de la Familia Lemnaceae.

Estos intervalos son concordantes con los que produjeron efectos en el ensayo con *S. intermedia*. Los efectos inhibitorios se generan a partir de concentraciones variables. Estas variaciones pueden depender tanto de las especies como de las condiciones de ensayo. Lo mismo ocurre con las concentraciones a partir de las cuales se producen efectos de exaltación. Es importante resaltar que aunque las respuestas son variables los intervalos de concentraciones en los que hay efectos son muy cercanos para todos los ensayos.

3. 5 BIBLIOGRAFÍA

- Appleby, A. P. 1998. The practical implications of hormetic effects of herbicides on plant. *Human & Experimental Toxicology*, 17:270-271.
- Boutin, C.; K. Freemark; C. Keddy. 1993. Proposed Guidelines for Registration of Chemical Pesticides: Non-target Plant Testing and Evaluation. Technical Report Series 145. Canadian Wildlife Service (Headquarters), Environment Canada. Ottawa. 91 pp.
- Boutin, C.; K. Freemark; C. Keddy. 1995. Overview and rationale for developing regulatory guidelines for non-target plant testing with chemical pesticides. *Environ. Toxicol. Chem.*, 14:1465-1475.
- Calabrese, E. J. 2008. Critical Review: Hormesis: Why it is important to toxicology and toxicologists? *Environmental Toxicology and Chemistry*, 27(7):1451-1474.
- Calabrese, E. J. & L. A. Baldwin. 2002. Defining Hormesis. *Human & Experimental Toxicology*, 21:91-97.
- Calabrese, E. J. & R. Blain. 2005. The occurrence of hormetic dose responses in the toxicological literature, the hormesis database: an overview. *Toxicology and applied pharmacology*, 202:289-301.
- Calabrese, E. J. & R. B. Blain. 2009. Hormesis and plant biology. *Environmental Pollution*, 157:42-48.
- Cedergreen, N.; C. Ritz; J. C. Streibig. 2005. Improved empirical models describing hormesis. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 24:3166-3172.
- Cedergreen, N.; J. Streibig; P. Kudsk; S. Mathiassen; S. O. Duke. 2007. The occurrence of hormesis in plants and algae. *Dose-Response*, 5:150-162.

- Environment Canada. 1999. Biological test methods test for measuring the inhibition growth using the freshwater macrophyte *Lemna minor*. Environmental Protection Service. EPS1/RM/37. Ottawa.
- Feijoo, C. & R. Lombardo. 2007. Baseline water quality and macrophyte assemblages in Pampean streams: A regional approach. *Water Research*, 41:1399-1410.
- Hartman, W. A. & D. B. Martin. 1984. Effect of suspended bentonite clay on the acute toxicity of glyphosate to *Daphnia pulex* and *Lemna minor*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 33:355-361.
- Hoagland, D. R. & D. I. Arnon (Revised by Arnon D. I.). 1950. The water-culture methods for growing plants without soil. Circular 347. California Agric. Exp. St, The College of Agric. Univ. of California, Berkely.
- Jaworsky, E. G. 1972. Mode of action of *N*-phosphonomethylglycine. Inhibition of aromatic amino acid biosynthesis. *J. Agric. Food Chem.*20(6):1195-1198.
- Jensen, G. H. 1907. Toxic limits and stimulation effects of some salts and poisons on Wheat. *Botanical Gazette*, 43.11-44.
- Lockhart, W. L.; B. N. Billeck, C. L. Baron. 1989. Bioassays with a floating aquatic plant (*Lemna minor*) for the effects of sprayed and dissolved glyphosate. *Hydrobiología*, 188/189:353-359.
- Martin, M. L.; C. Sobrero; C. Rivas; F. Rimoldi; A. E. Ronco. 2003. Impacto del uso de pesticidas asociado a la siembra directa sobre especies no-blanco. Flora riparia y acuática. Memorias Conferencia Internacional Usos del Agua, Agua 2003, Cartagena de Indias, 27-31.
- Moran, R. 1982. Formulae for determination of chlorophyllous pigments extracted with N, N-Dimetilformamide. *Plant Physiology*, 69:1376-1381.
- Peruzzo, P.; M. Marino; C. Cremonese; M. Da Silva; A. Porta; A. Ronco. 2003. Impacto de pesticidas en aguas superficiales y sedimentos asociado a cultivos por siembra directa. Evento Agua 2003. Cartagena de Indias.
- Peruzzo, P.; A. A. Porta; A. E. Ronco. 2008. Levels of glyphosate in surface waters, sediments and soils associated with direct sowing soybean cultivation in north pampasic region of Argentina. *Environmental Pollution*, 156:61-66.

- Peterson, H.; C. Boutin; P. Martin; K. Freemark; N. Ruecker; M. Moody. 1994. Aquatic phyto-toxicity of 23 pesticides applied at expected environmental concentrations. *Aquatic Toxicol.*, 28:275-292.
- Sobrero, M. C.; F. Rimoldi; A. E. Ronco. 2007. Effects of the glyphosate active ingredient and a formulation on *Lemna gibba* at different exposure levels and assessment endpoints. *Bull. Environ. Contam. and Toxicol.*, 79(5):537-543.
- Zuloaga, F. O. & O. Morrone. 1999. Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina II. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.*, 74:495-500.

Anexo I. Datos brutos de los ensayos con *Hydrocotyle ranunculoides* y *Spirodela intermedia* .

Datos del ensayo con la especie *Hydrocotyle ranunculoides*

Biomasa Aérea						
Replica	Control		1,34 mg/L		20,1 mg /L	
	2 días	7 días	2 días	7 días	2 días	7 días
1	0,024	0,027	0,013	0,012	0,016	0,019
	0,015	0,016	0,008	0,017	0,01	0,011
	0,009	0,014	0,012	0,015	0,018	
2	0,014	0,015	0,007	0,015	0,023	0,025
	0,021	0,023	0,013	0,018	0,027	0,02
	0,016	0,012	0,011	0,012	0,008	0,015
3	0,019	0,018	0,003	0,012	0,006	0,008
	0,009	0,01	0,011	0,016	0,019	0,02
	0,014	0,016	0,015	0,014	0,012	0,015
4	0,018	0,015	0,026	0,017	0,031	0,024
	0,019	0,018	0,022	0,021	0,008	0,01
	0,025	0,011	0,017	0,015	0,008	0,012
5	0,015	0,021	0,013	0,018	0,03	0,02
	0,013	0,014	0,014	0,011	0,01	0,011
	0,029	0,017	0,006	0,01	0,018	0,017
6	0,026	0,021	0,006	0,01	0,018	0,021
	0,024	0,017	0,016	0,02	0,005	0,008
	0,015	0,015	0,024	0,015	0,019	0,024

Biomasa raíz						
Réplica	Control		1,34 mg/L		20,1 mg /L	
	2 días	7 días	2 días	7 días	2 días	7 días
1	0,015	0,006	0,005	0,004	0,004	0,003
	0,002	0,002	0,01	0,013	0,002	0,002
	0,01	0,01	0,001	0,007	0,002	0,005
2	0,001	0,003	0,001	0,003	0,004	0,001
	0,005	0,002	0,003	0,005	0,002	0,003
	0,005	0,004	0,002	0,008	0,003	0,07
3	0,004	0,002	0,001	0,003	0,002	0,003
	0,002	0,005	0,003	0,005	0,002	0,004
	0,006	0,007	0,007	0,001	0,001	0,007
4	0,006	0,004	0,007	0,008	0,006	0,006
	0,005	0,008	0,003	0,002	0,001	0,003
	0,004	0,009	0,005	0,007	0,003	0,008
5	0,008	0,007	0,013	0,011	0,003	0,004
	0,003	0,01	0,001	0,009	0,002	0,006
	0,016	0,012	0,005	0,003	0,002	0,005
6	0,005	0,008	0,01	0,008	0,03	0,006
	0,011	0,014	0,001	0,005	0,05	0,002
	0,003	0,006	0,006	0,01	0,004	0,007

Contenido total de clorofila ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)						
	Control		1,34 mg/L		20,1 mg/L	
Réplica	2 días	7 días	2 días	7 días	2 días	7 días
1	14,8	19,4	18,8	18,9	12,4	5,6
2	24,5	20,0	19,6	23,4	15,7	3,4
3	12,5	19,1	17,7	20,7	14,6	1,5
4	18,5	20,9	18,8	21,1	17,3	2,5
5	16,5	18,0	17,9	20,9	18,6	5,5
6	14,0	12,4	17,1	22,1	15,6	5,9
Promedio	16,8	18,3	18,3	21,2	15,7	4,1
Desvío estandar	4,3	3,1	0,9	1,5	2,2	1,9

Datos del ensayo con *S. intermedia*.

Número de frondes totales por concentración y por replica a los 2, 5 y 7 días de la exposición.

	Réplicas	día 0	día 2	día 5	Día 7
control	1	8	10	22	
	2	8	8	19	
	3	8	9	18	
	4	8	10	19	26
	5	8	10	17	27
	6	8	12	21	25
0,5	1	8	10	22	
	2	8	11	22	
	3	8	12	23	
	4	8	10	21	27
	5	8	9	20	29
	6	8	10	21	29
1	1	8	9	18	
	2	8	11	17	
	3	8	13	22	
	4	8	9	19	29
	5	8	11	18	28
	6	8	12	23	36
5	1	8	9	19	
	2	8	10	18	
	3	8	8	18	
	4	8	10	20	30
	5	8	9	20	30
	6	8	12	23	34
7,5	1	8	11	23	
	2	8	12	22	
	3	8	10	20	
	4	8	11	20	30
	5	8	12	21	36
	6	8	10	18	26
12	1	8	9	17	
	2	8	12	22	
	3	8	9	17	
	4	8	9	17	20
	5	8	14	21	32
	6	8	13	28	40
25	1	8	12	13	
	2	8	11	21	
	3	8	10	21	
	4	8	11	19	29
	5	8	10	15	26
	6	8	9	12	22
60	1	8	10	13	
	2	8	9	14	
	3	8	11	19	
	4	8	9	15	18
	5	8	10	15	20
	6	8	8	9	12

Contenido total de pigmentos a los dos días de la exposición.

	Replica	Cl Total	FeoA	FeoB	FeoTotal	Cl a	Cl b	PCI
control	6	708,8	825,4	392,5	1217,9	520,6	186,8	43,6
	2	765,1	895,5	425,4	1320,9	566,2	197,6	40,8
	1	393,7	467,5	213,6	681,1	295,6	97,5	20,6
0,5	1	695,2	823,8	373,5	1197,3	517,1	176,9	35,7
	2	757,3	901,8	403,3	1305,1	564,1	192,0	39,8
	3	646,6	780,8	335,3	1116,0	489,7	156,2	23,6
1	1	680,6	815,2	358,4	1173,5	510,5	169,1	33,3
	2	673,9	814,8	351,9	1166,7	510,4	162,7	25,5
	3	746,1	895,2	390,7	1285,9	560,7	184,2	37,4
51	1	664,7	801,2	346,0	1147,2	501,6	162,2	27,4
	2	748,9	900,2	394,4	1294,6	565,8	182,1	30,2
	3	729,6	862,3	401,3	1263,6	538,5	189,9	36,1
7,5	1	679,3	815,6	357,6	1173,2	508,8	169,4	32,4
	2	699,2	848,8	360,5	1209,4	528,7	169,8	23,9
	3	688,8	838,7	348,1	1186,7	521,1	166,6	32,5
12	1	725,3	892,3	362,6	1254,9	554,8	169,8	24,1
	2	693,7	840,6	353,5	1194,1	521,7	170,9	34,3
	3	759,2	938,7	378,0	1316,7	583,8	174,7	23,6
25	1	794,1	967,7	401,6	1369,3	600,7	192,1	39,7
	2	750,0	928,0	372,8	1300,8	575,8	173,4	25,5
	3	795,5	977,8	397,0	1374,8	610,2	184,5	24,4
60	1	680,8	837,4	339,6	1177,0	521,3	158,6	29,1
	2	701,8	869,9	349,7	1219,6	542,8	158,5	16,5
	3	748,0	900,7	389,1	1289,7	561,1	185,8	35,5

Contenido Total de Pigmentos a los siete días de la exposición

	Replica	Cl Total	FeoA	FeoB	FeoTotal	Cla	Clb	PCI
control	4	718,8	823,7	410,2	1233,9	522,0	195,2	45,4
	5	702,3	809,7	398,6	1208,3	511,6	189,3	38,6
0,5	4	695,1	810,1	392,6	1202,7	515,1	179,2	27,1
	5	688,1	789,5	395,0	1184,5	500,9	186,1	35,3
	6	703,3	820,7	394,7	1215,3	521,0	181,5	26,4
1	4	687,9	790,7	393,3	1184,0	501,3	185,5	35,2
	5	733,9	858,4	409,7	1268,1	544,5	188,5	27,3
	6	697,8	814,2	389,4	1203,6	516,1	180,6	31,3
5	4	639,7	739,6	360,7	1100,3	471,6	167,1	28,9
	5	782,1	922,0	438,2	1360,2	580,4	200,8	28,4
	6	603,5	699,4	341,6	1041,0	442,7	160,0	25,2
7,5	4	684,6	804,9	373,8	1178,7	506,7	176,9	31,6
	5	680,6	803,1	375,4	1178,4	508,5	171,4	21,4
	6	730,3	845,7	408,9	1254,5	534,6	194,4	39,4
12	4	825,9	958,0	467,2	1425,2	606,7	218,1	34,4
	5	887,0	1034,9	498,7	1533,6	658,7	227,1	37,9
	6	673,8	780,1	383,3	1163,4	492,7	180,1	31,3
25	4	767,3	893,1	430,9	1323,9	565,1	201,1	33,6
	5	780,3	909,4	436,9	1346,3	573,6	205,5	37,3
	6	646,3	763,4	356,1	1119,4	481,8	163,8	22,6
60	4	737,5	871,8	405,7	1277,6	552,9	184,1	19,8
	5	714,3	827,9	400,7	1228,6	524,2	188,9	39,4
	6	696,3	828,0	385,0	1213,0	525,2	170,5	20,4

4. Evaluación del efecto de los plaguicidas sobre la vegetación en arroyos aledaños a explotaciones agropecuarias.

4.1 INTRODUCCIÓN

La intensificación de la producción agrícola en los últimos años, asociada con el aumento de la rentabilidad de ciertos cultivos, ha generado una expansión del área cultivada. Esta expansión de la frontera agropecuaria, ha incorporado tierras al sector productivo que anteriormente representaban áreas marginales para la agricultura, siendo fundamentalmente áreas de monte o selváticas. Sin embargo, el paquete tecnológico sumado a la rentabilidad del cultivo de soja transgénica y la falta de regulación gubernamental han dado como resultado ese avance.

Este escenario resultó en millones de hectáreas desmontadas y desforestadas, así como también, en toneladas de insumos vertidos en estos sistemas artificiales cada vez más homogéneos y extensos.

Es por ello que resulta de creciente interés evaluar el impacto de los plaguicidas sobre los cuerpos de agua. La primera barrera que puede minimizar su ingreso a los arroyos, es la flora riparia y acuática. La flora riparia y acuática, no sólo actúa como sistema de amortiguación entre los cultivos y los arroyos, sino que tiene una importante función en estos ecosistemas. Es un sitio de refugio para la vida silvestre, así como también para los enemigos naturales de las plagas que afectan a los cultivos.

En otros países, existen estudios sobre el efecto de los plaguicidas en éstas comunidades, alguno de los cuales evalúan los efectos sobre las especies que componen la vegetación regional (Boutin et al, 1993; Freemark & Boutin, 1995; Boutin et al, 2003) y otros sobre comunidades artificiales o naturales (Marrs et al, 1989; Pflieger & Zobel, 1995; Kleijn & Snoeijs, 1997; Ferenc, 2001; Waldhardt et al, 2003; Hietala-Koivu et al, 2004), así como también existen reglamentaciones para los propietarios de los campos (Ducros y Joyce, 2003).

Debido a su ubicación en el terreno, no apto para el cultivo, los componentes de la flora riparia y acuática se convierten en organismos no blanco. Se reconocen como organismos no blanco en relación a los plaguicidas, ya que su presencia no afecta al rendimiento de los cultivos, los plaguicidas no están destinados a eliminarlos. Muchas de las especies de la franja riparia, una vez en el cultivo, cuando afectan los objetivos de producción

agrícola son consideradas malezas y por lo tanto pasan a ser organismos blanco. Consecuentemente, los modos de acción de los herbicidas han sido diseñados para eliminar a este tipo de organismos, siendo no selectivos sobre las especies no blanco. En particular, en el caso del glifosato, sólo quedan exentas del daño las especies transgénicas resistentes al mismo. No obstante, se han registrado en nuestro país malezas que han generado resistencia al herbicida (Vila-Aiub et al., 2008).

Existen dos posibles rutas que los plaguicidas pueden recorrer una vez aplicados sobre el cultivo, por un lado, la deriva en el momento de la aplicación y por otro, su ingreso a los cuerpos de agua por escorrentía superficial. La deriva es un efecto provocado por el viento quien transporta la masa que es pulverizada a los cultivos hacia otras zonas caracterizadas como no blanco. Conjuntamente con la restricción de espacio, son éstas los fenómenos que mas afectan a la flora riparia y acuática. Es por ello, que los métodos utilizados, tienden a medir el impacto generado por estas dos rutas de arribo de los tóxicos.

Los efectos evaluados sobre la vegetación en arroyos aledaños a cultivos que se estudiaron en esta tesis fueron subletales (asociado a concentraciones que pudieran alcanzarlas por deriva o escorrentía superficial), dado que la letalidad a las concentraciones de aplicación para este tipo de plaguicidas (herbicida) es el efecto deseado. Los efectos subletales ocurren a concentraciones o dosis por debajo de las cuales se produce la muerte celular (Rand, 1995). Son generalmente conocidos como cambios en procesos fisiológicos, de crecimiento, reproductivos, de comportamiento y de desarrollo. Se encuentran próximos a disminuir la aptitud biológica individual. En consecuencia, son considerados efectos adversos, dado que en algunas circunstancias ecológicas, las respuestas subletales pueden propiciar la muerte o disminuir la capacidad competitiva.

El concepto de mortalidad ecológica, es usado para describir la disminución del aptitud biológica individual relacionada con los tóxicos, que tiene una magnitud suficiente como para ser equivalente a la muerte somática (Newman & Unger, 2002). Es importante recordar la posibilidad real de muerte ecológica en aquellos efectos que son considerados subletales. También un efecto subletal, que resulta en la incapacidad de un individuo de producir descendencia viable, puede ser considerada un efecto letal con respecto a la aptitud biológica individual (en este caso aptitud reproductiva), y ésta puede considerarse equivalente a la muerte individual (Rand, 1995).

Los efectos subletales estudiados, dadas las concentraciones inferiores a la aplicación que llegan a estas plantas, fueron el contenido de clorofila y la disminución en la biomasa. Con el fin de evaluar el impacto que ocasionan en estas comunidades, las concentraciones de plaguicidas inferiores a las aplicadas en el campo, que llegan por vía de la deriva o el escurrimiento superficial, se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar si la práctica agrícola produce cambios en la vegetación riparia y acuática adyacente a los cultivos.
- Evaluar si hay cambios en la vegetación riparia y acuática que permitan evidenciar la incorporación de los plaguicidas a los cuerpos de agua.
- Evaluar si los plaguicidas llegan a estas comunidades por deriva o esorrentía superficial después de las lluvias.
- Evaluar si el impacto de la deriva tiene alcance sólo en los sectores del arroyo adyacentes al cultivo.

4.2 MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios fueron desarrollados en dos arroyos de la provincia de Buenos Aires, ambos con cultivos de soja en sus márgenes. Los primeros estudios se realizaron en un arroyo de primer orden de la localidad de Arrecifes, seguido de estudios en otro arroyo de primer orden, denominado Arroyo del Sauce ubicado en la localidad de Los Hornos, Partido de La Plata.

Hidrogeológicamente, ambos sitios de estudio se encuentran en la región de los tributarios del Río Paraná y Río de la Plata (Frenguelli, 1956). En la figura 1 se muestra la ubicación de los arroyos en la cuenca.



Figura 1. Mapa de la región de los tributarios del Río Paraná y Río de la Plata.

Ambos sitios de estudio comparten una región ecológicamente homogénea: la pampa ondulada. En la figura 2, se muestran las áreas ecológicamente homogéneas descritas por Viglizzo et al. (2002), delimitadas por las isohietas y las isobaras.

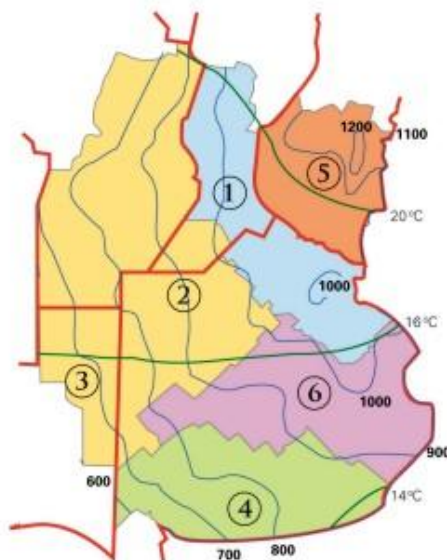


Figura 2. Localización de áreas ecológicas homogéneas en la pradera pampeana: (1) pampa ondulada, (2) pampa sub-húmeda central, (3) pampa semiárida central, (4) pampa austral, (5) pampa mesopotámica y (6) pampa deprimida. En azul: isohietas (en mm /año). En verde: isoterma (en grados centígrados) (Viglizzo et al., 2002).

Los usos de la tierra y la tecnología definen de manera decisiva la sustentabilidad ambiental de la agricultura. El uso de la tierra hace referencia al propósito por el cual la tierra es ocupada, junto a las tecnologías utilizadas que afectan en grado mayor la funcionalidad de los ecosistemas (Viglizzo et al, 2002). Ambos arroyos se encuentran en zonas de influencia con diferentes historias de uso de la tierra.

El arroyo de Arrecifes, tributario del Río homónimo, se encuentra en una zona que históricamente se ha dedicado a los cultivos extensivos, denominada zona núcleo de la agricultura argentina (Pengue, 2000).

El Arroyo del Sauce, en cambio se encuentra en una zona de cultivos intensivos, integrando lo que se conoce como el Cinturón Hortícola Platense (Hurtado et al, 2006), al cual ha llegado recientemente el cultivo de soja, debido a la rentabilidad máxima de la unidad económica mínima anteriormente mencionada. El Cinturón Hortícola Platense es el de mayor importancia, dentro del Cinturón Hortícola Bonaerense, en cuanto a la producción regional, con 4.753,2 hectáreas (26,7% de la superficie del cinturón), donde se producen anualmente más de 75.000 toneladas de productos hortícolas (Censo Hortícola Bonaerense, 1998).

4.2.1 Arroyo de Arrecifes

Al momento de realizar los estudios, el arroyo de Arrecifes nace entre dos lotes cultivados con soja transgénica, sobre rastrojo de maíz. Debido a las prácticas que aquellos cultivos requieren, desde el mes de mayo hasta noviembre el suelo queda cubierto sólo por rastrojo de maíz, en lo que se denomina barbecho químico, ya que la invasión de malezas es impedida por medio de las aplicaciones del herbicida glifosato aplicado previo a la siembra. Al barbecho químico le siguió una aplicación de pre-emergencia, para evitar cualquier competencia de malezas y luego aplicaciones de post-emergencia relacionadas a las necesidades específicas de cada lote.

El arroyo queda distanciado del cultivo mediante una franja riparia variable aunque siempre muy estrecha [entre 0 y 3 m]. Este arroyo conserva su cauce natural y no presenta albardones en sus márgenes. En la figura 3 se muestra los lotes aledaños al arroyo y la franja riparia. Se puede observar el cultivo de soja en ambas márgenes del arroyo. El lote de la margen derecha es de 56 hectáreas y el de la margen izquierda de 68 hectáreas.



Figura 3. Sitio de estudio en Arrecifes: Arroyo de primer orden entre dos lotes de cultivo de soja. Ciclo de cosecha 2002/2003. Diciembre 2002, luego de la aplicación del herbicida (post-emergencia).

En la tabla 1 se observan los eventos de posible contaminación analizados en este arroyo conjuntamente con las dosis utilizadas en cada caso.

Sitio de estudio	Eventos de aplicación evaluados	Dosis utilizadas		
		Glifosato Formulaci3n Granulada (74% i.a.)	Cipermetrina (25 % i.a)	Clorpirifos (48% i.a.)
Arroyo Arrecifes	Glifosato + Cipermetrina (Noviembre de 2002)	1000 g/ha	100 ml/ha	
	Glifosato + Clorpirifos (Enero de 2003)	1000 g /ha		1000g/ha
	Glifosato + Cipermetrina (Enero de 2004)	1000 g/ha	100 ml/ha	
	Glifosato + Cipermetrina + Clorpirifos (Febrero de 2004)	1000 g/ha	100 ml/ha	800 ml/ha

Tabla 1. Eventos de posible contaminaci3n en el arroyo de Arrecifes. Se especifican las aplicaciones conjuntamente con las dosis utilizadas por los productores.

4.2.2 Arroyo del Sauce

El arroyo del sauce es un cauce de primer orden, afluente del arroyo del Pescado. Las nacientes se encuentran entre parcelas de cultivos de hortalizas. En el sitio en el cual se realizaron las investigaciones, el arroyo atraviesa parcelas cultivadas con soja y presenta albardones en sus márgenes como resultado de tareas de canalización. El arroyo presenta una franja riparia variable, aunque la distancia media es de 6,2 m [entre 3-16 m], en muchos casos estas distancias se generan a causa de la imposibilidad de transitar esas zonas con la maquinaria.

En la figura 4 se ven los dos lotes aledaños al arroyo y la franja riparia desde el puente de la ruta 36 el limite oeste de ambos lotes. El lote de la derecha es de 19,7 hectáreas y el de la izquierda de 87,5 hectáreas.

En la figura 5 se observa el ancho de esta franja realizado en un muestreo de primavera, tomando puntos cada 20 metros en una de las márgenes del arroyo en todo el lote. Los eventos de posible contaminación analizados en este arroyo conjuntamente con las dosis utilizadas en cada caso se observan en la tabla 2.



Figura 4. Arroyo del Sauce. Ciclo de producción. 2005/2006.

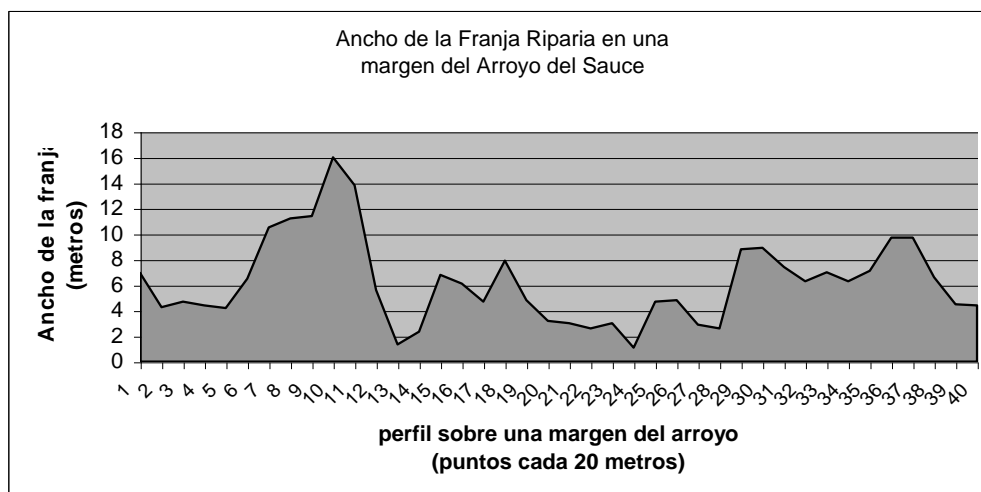


Figura 5. Ancho de la franja riparia en el Arroyo del Sauce. Diciembre de 2007.

Sitio de estudio	Eventos de aplicación	Dosis utilizadas		
		Glifosato Líquido (40% i.a.)	Cipermetrina (25% i.a.)	Clorpirifos (48% i.a.)
Arroyo del Sauce	Glifosato (Noviembre de 2004)	2 l/ha		
	Glifosato + Cipermetrina + Clorpirifos (Enero de 2006)	4 l/ha	100 ml/ha	1000 ml/ha

Tabla 2 Eventos de posible contaminación en el arroyo del Sauce. Se indican las aplicaciones con sus respectivas dosis.

Descripción de las estrategias utilizadas para la evaluación

Las estrategias para evaluar los efectos fueron: evaluar el estado fisiológico de la vegetación mediante el contenido total de la clorofila en relación con la aplicación de plaguicidas (Veleminsky & Gichner, 1992); describir la comunidad y la fenología de la misma en el momento de las aplicaciones y determinar el estado fisiológico en especies acuáticas flotantes que fueron introducidas en sistemas confinados (limnocorales).

En la tabla 3 se resumen los eventos de aplicación estudiados, los días transcurridos hasta la primera lluvia luego de la aplicación junto a la cantidad de mm y la estrategia de evaluación utilizada en cada caso en particular.

Sitio de estudio	Evento de aplicación	Días hasta la primera lluvia	primer lluvia luego de la aplicación (mm)	Limno-corrals	Monitoreo de pigmentos	Descripción de la flora	Fenología
Arroyo tributario del Río Arrecifes	Glifosato + Cipermetrina	17	57		●	●	
	Glifosato + Clorpirifos	8	67	●	●	●	
	Glifosato + Cipermetrina	20	80		●	●	
	Glifosato + Cipermetrina + Clorpirifos	9	34	●	●	●	
Arroyo del Sauce	Glifosato	18	46	●		●	●
	Glifosato + Cipermetrina + Clorpirifos	10	65		●	●	●

Tabla 3. Eventos de aplicación estudiados, precipitaciones y estrategias de evaluación utilizadas en cada caso.

Monitoreo del contenido de pigmentos

Las especies utilizadas para monitorear el contenido de pigmentos fueron seleccionadas por su presencia a lo largo del curso, lo cual permitió evaluar la distancia a la que se producen los efectos de las aplicaciones. Las muestras para analizar se tomaron a campo con sacabocados, colectándose una cantidad conocida de círculos ($[0,237 \text{ cm}^2 * n]$) con el fin de determinar el área foliar y las extracciones sean comparables. Para cada sitio se tomaron tres replicas por especie, constituidas por 8 círculos de $0,237 \text{ cm}^2$, provenientes de hojas de distintos individuos. La extracción se realizó sumergiendo los círculos en 4 ml de N, N dimetilformamida, la absorción de la solución resultante fue medida en el espectrofotómetro (Shimadzu UV-1203) a 603, 625, 647, 654, 664 y 666 nm.

Con las absorbancia obtenidas se utilizaron los siguientes algoritmos propuestos por Moran (1982), para calcular el contenido de los distintos pigmentos.

$$\text{Clorofila a} = (12.7 * aa_{661} - 2.79 * aa_{645})$$

$$\text{Clorofila b} = (20.7 * aa_{645} - 4.62 * aa_{661})$$

$$\text{Contenido Total de Clorofila} = \frac{(7.04 * aa_{664} + 20.27 * aa_{647}) * \text{Volumen de solvente}}{\text{area foliar}}$$

$$\text{Feofitina a} = \frac{(23.91 * aa\ 666 - 7.22 * aa\ 654) * \text{volumen de solvente}}{\text{area foliar}}$$

$$\text{Feofitina b} = \frac{(37.41 * aa\ 654 - 16.38 * aa\ 666) * \text{volumen de solvente}}{\text{area foliar}}$$

$$\text{Feofitina Total} = \frac{(7.53 * aa\ 666 - 30.19 * aa\ 654) * \text{volumen de solvente}}{\text{area foliar}}$$

$$\text{Protoclorofila} = \frac{(28.3 * aa\ 625 - 3.49 * aa\ 664 - 5.25 * aa\ 647) * \text{volumen de solvente}}{\text{area foliar}}$$

Las medidas se hicieron antes, durante y después de las aplicaciones hasta encontrar valores similares a los iniciales cuando fuera posible y de esa manera estimar el tiempo de recuperación. El tiempo de recuperación se define como la cantidad de días que transcurren desde el máximo daño observado hasta que el valor de clorofila es semejante a los niveles que se presentaban anteriormente a las aplicaciones.

En la aplicación Glifosato + Cipermetrina de noviembre de 2002, en Arrecifes se utilizaron las siguientes especies en los dos sitios de evaluación: *Sagittaria montevidensis* Cham & Schldl (Allismataceae), *Rumex crispus* L. (Polygonaceae), *Paspalum dilatatum* Poir. (Gramineae) y *Trifolium repens* L. (Fabaceae).

Un sitio corresponde al sector adyacente al cultivo y el siguiente sitio se seleccionó 150 metros aguas abajo del mismo. En cada sitio se realizaron tres réplicas de las mediciones para cada especie.

En la aplicación Glifosato + Clorpirifos de enero de 2003 en el arroyo de Arrecifes se utilizaron las siguientes especies solamente en el sitio adyacente al cultivo: *S. montevidensis*, *Pontederia rotundifolia* L. f. (Pontederiaceae), *P. dilatatum*, *T. repens*.

En la aplicación Glifosato + Cipermetrina de enero de 2004, en Arrecifes se utilizaron las siguientes especies solamente en el sitio adyacente al cultivo: *S. montevidensis*, *P. rotundifolia*, *P. dilatatum*, *T. repens*.

En la aplicación Glifosato + Cipermetrina + Clorpirifos de febrero de 2004, en el mismo arroyo se utilizaron las siguientes especies solamente en el sitio adyacente al cultivo: *S. montevidensis*, *P. rotundifolia*, *P. dilatatum*, *T. repens*, *Hidrocotile ranunculoides* L. f. (Apiaceae).

En la aplicación Glifosato + Cipermetrina + Clorpirifos de enero de 2006 en el Arroyo el Sauce se utilizaron en el sitio adyacente al cultivo *S. montevidensis* y *Polygonum punctatum* Elliott. (Polygonaceae) En el sitio aguas abajo del cultivo se utilizaron *S. montevidensis*, *P. punctatum*, *Alternanthera philoxeroides f. philoxeroides* (Mart) Griseb (Amaranthaceae), *Ludwigia peploides* (HBK) Raven (Onagraceae).

Los resultados se analizaron estadísticamente comparando el Contenido de pigmentos que se presentaban antes y después de las aplicaciones, mediante la prueba *t* de comparaciones apareadas. En los casos en que se llevaron a cabo muestreos sucesivos a partir de la aplicación, se realizó un ANOVA y se compararon las medias de los tratamientos mediante el método de Tukey.

Especies flotantes en sistemas confinados

Se seleccionaron las especies *Lemna gibba* y *Spirodela intermedia*, ambas flotantes, pertenecientes a la familia Lemnaceae, bien representadas en la región de estudio. Las plantas utilizadas en los experimentos fueron recolectadas en los arroyos o en sitios aledaños, para evitar problemas de aclimatación durante el período de estudio (Caquet el al, 2000). Las mismas se dispusieron en canastas flotantes (limnocorrales), diseñadas de forma tal, que permitieran el contacto permanente con la solución del arroyo y con la deriva de las aplicaciones que pueden recibir por vía aérea.

En la figura 6 se muestran las canastas flotantes que se sujetan a estacas por medio de sogas, lo cual les permite tener una movilidad con las crecidas de los arroyos. La tapa, el fondo y las ventanas de las canastas, son de malla plástica, permitiendo la circulación del agua a través del mismo. El dispositivo posee flotadores, para ajustarse a las variaciones de nivel de la columna de agua y tiene una capacidad de 5 litros.

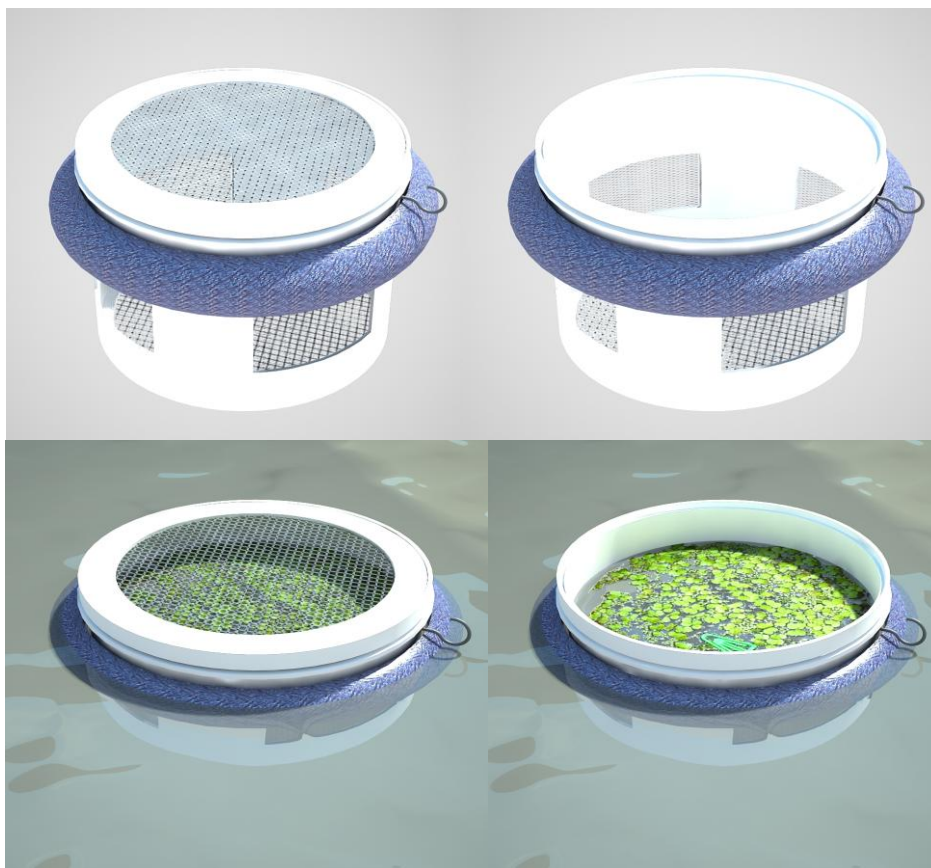


Figura 6. Limnocorral utilizado en la exposici3n de *Lemna gibba* L. al Roundup®Max a campo.

En el arroyo de Arrecifes se trabaj3 con la especie *Lemna gibba*. Se analizaron las aplicaciones de Glifosato y Clorpirifos en enero de 2003 y de Glifosato, Cipermetrina y Clorpirifos en febrero de 2004. Se colocaron 200 frondes un d3a antes de las aplicaciones.

El dise2o experimental incluy3 cuatro repeticiones por tratamiento, ubic3ndose hacia ambas m3rgenes del arroyo. Los par3metros medidos en los organismos expuestos fueron: el contenido total de clorofila (CTC) y la producci3n de biomasa seca por fronde (BS) antes (1 d3a) y despu3s (2 y 5 d3as) de las aplicaciones de plaguicidas.

La producci3n de biomasa seca por fronde se determin3 por gravimetr3a hasta peso constante (80 °C). El CTC se estim3 a partir del extracto de biomasa vegetal fresca (0,05 g biomasa, 4 ml solvente) con N, N-dimetilformamida, mediante medici3n espectrofotom3trica (Shimadzu UV-1203) a 647 y 664 nm (Moran, 1982). Los porcentajes de efecto se expresan en relaci3n con los par3metros medidos antes de la aplicaci3n.

Se realiz3 un dise2o experimental complementario para discriminar los efectos producidos por las diferentes v3as de exposici3n (en soluci3n y por deriva). Para ello, un

grupo de limnocorrales fueron cubiertos con una película plástica transparente evitando el contacto superficial de los plaguicidas que llegan por deriva a los arroyos.

En el arroyo del Sauce la especie utilizada fue *Spirodela intermedia*. Se analizó la aplicación de Glifosato de noviembre de 2004. Se colocaron en los limnocorrales 200 frondes un día antes de las aplicaciones.

El diseño experimental incluyó cuatro repeticiones por tratamiento, ubicándose los mismos hacia ambos márgenes del arroyo. Las muestras se tomaron antes (2 días) y después de las aplicaciones (2; 5 y 7 días). Los parámetros medidos en los organismos expuestos fueron el contenido total de clorofila (CTC), número de frondes por colonia (NFC) y número de frondes totales (NFT), peso seco por fronde (PS/F) y la tasa de Multiplicación (TM).

Para CTC y PS /F se utilizó la misma metodología que en el arroyo anterior. El NFC y NFT se midieron en el campo de manera directa sin realizar estimaciones. La tasa de multiplicación se calcula como: $TM = \frac{1000 * (\log Ft - \log Fo)}{t}$, donde Fo es el n° de frondes al día 0 y Ft es el n° de frondes al tiempo t de exposición en días (Environment Canada, 1999).

Los resultados del punto final Contenido Total de Clorofila se compararon antes y después de las aplicaciones mediante la prueba *t* para comparaciones apareadas.

Los puntos finales, número de frondes totales, tasa de multiplicación y peso seco, fueron comparados entre sitios. Al ser parámetros que evalúan el crecimiento carece de sentido la comparación del valor anterior a las aplicaciones. Los resultados de estos puntos finales se analizaron estadísticamente mediante ANOVA comparándose las medias de los tratamientos mediante el método de Tukey.

Estimación teórica de la concentración de glifosato esperada en el ambiente

Las concentraciones de glifosato se estimaron a partir del cálculo de la concentración esperada en el ambiente en los días en que se realizaron los experimentos. La estimación teórica de la concentración del herbicida en solución esperada en el ambiente (CEA), debida a deriva o escurrimiento superficial, se calculó como la concentración resultante de aplicar la dosis de producto recomendada, en un área de 1 m² con 15 cm de profundidad (Boutin *et al.*, 1993; 1995). Se consideró que para las dosis mínima (0,8 kg/ha) y máxima (3,2 kg/ha) de

aplicación de Roundup ®Max recomendadas para diferentes usos en Argentina, la CEA es de 0,40 y 1,59 mg p.a./l, respectivamente.

Descripción de la comunidad riparia y fenología en relación a las aplicaciones

Se realizó la descripción de la composición de la comunidad riparia según Cabrera y Zardini (1993) y Cabrera et al (2000).

Todas las medidas se efectuaron antes y después de las aplicaciones. Cuatro muestreos en la campaña 2002/2003 y cuatro en la campaña 2003/2004 en el arroyo de Arrecifes. En la tabla 4 se muestra la escala de cobertura-abundancia de Domin Krajina utilizada (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974).

Escala Domin- Krajina		% de cobertura
10	Número de individuos variable con cobertura completa	100
9	Número de individuos variable con mas del 75%, pero menos que completa	>75
8	Número de individuos variable, cobertura entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de la superficie	50-75
7	Número de individuos variable, cobertura entre $\frac{1}{3}$ y $\frac{1}{2}$ de la superficie	33-50
6	Número de individuos variable, cobertura entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{3}$ de la superficie	25-33
5	Número de individuos variable, cobertura entre $\frac{1}{10}$ y $\frac{1}{4}$ de la superficie	10-25
4	Número de individuos variable, cobertura entre $\frac{1}{20}$ y $\frac{1}{10}$	5-10
3	Dispersos con cobertura debajo del $\frac{1}{20}$	1-5
2	Muy dispersos con baja cobertura	<1
1	Poco frecuentes, con cobertura insignificante	
+	Solitarios con cobertura insignificante	

Tabla 4. Escala de cobertura-abundancia de Domin Krajina.

Para estimar la biomasa total de la zona riparia se tomaron cuatro muestras al azar de ambos márgenes del arroyo en el sitio de las aplicaciones (un total de 8 replicas antes y 8 despues de las aplicaciones). Dado la pequeña área riparia dejada por la práctica en el lote estudiado, el número de replicas para realizar este análisis fue una solución de compromiso entre la máxima cantidad para asegurar una representatividad y la mínima cantidad para que el efecto de remoción de la técnica no influyera en los resultados. Los cuadrantes utilizados fueron de 0,5 m x 0,5 m. La biomasa fue recolectada y se trasladó a laboratorio en bolsas de papel donde se separo el material seco y luego procedió a secar en estufa a 105 °C por 48 h la

biomasa verde y se pesó hasta gravimetría constante. Los datos de biomasa verde total se analizaron mediante la prueba *t* para muestras dependientes, comparando los datos antes y después de realizadas las aplicaciones.

El detalle del calendario fenológico de la comunidad riparia se ejecutó con el fin de poder realizar comparaciones en posteriores estudios, luego de un periodo prolongado de ser utilizado por el mismo tipo de cultivo. Debido a la influencia de los factores climáticos en la floración y fructificación de las especies a partir del Boletín Agrometeorológico Mensual generado por la Cátedra de Climatología y Fenología Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP), en la estación experimental Ing Agr. J Hirschhorn, se elaboraron los climatogramas de Walters. Es importante destacar que dicha estación experimental se encuentra muy próxima al arroyo estudiado (5 Km en dirección N). Se anexan los boletines con los datos climáticos de los años 2004, 2005 y 2006. (Anexo I)

La integridad de estos ecosistemas con tanta intervención antrópica, puede medirse mediante el número de especies introducidas en relación al número de especies nativas que se encuentran en estos ambientes (Boutin & Jobin, 1998). Esta situación, fue tomada en cuenta y se calculó el porcentaje de especies nativas e introducidas que se encontraron en flor y fruto durante las aplicaciones.

4.3 RESULTADOS

4.3.1 Arroyo de Arrecifes

Las características fisicoquímicas promedio y los valores mínimos y máximos del arroyo durante los eventos de aplicación de los plaguicidas fueron: temperatura 28° C [20-30], conductividad 433 μ S/cm [325-550], Oxígeno Disuelto 11,1 mg/l [5,6- 15,2], pH 8,4 [7,3-8,7].

Monitoreo del contenido de pigmentos

Las tablas 5, 6, 7 y 8 muestran los valores promedio del contenido total de clorofila (CTC) antes y después de las aplicaciones, así como también los porcentajes de efecto resultantes de las aplicaciones. En anexo pueden observarse las tablas con los valores en detalle para cada una de las aplicaciones. (Anexo II)

Los estudios muestran disminución significativa en el CTC, en la primer aplicación de dos de las especies monitoreadas (*R. crispus* y *P. dilatatum*) en los sitios adyacentes al cultivo y en aquellos que se encuentran 150 m aguas abajo del mismo disminuyó en una de las especies monitoreadas (*P. dilatatum*). En las aplicaciones donde se midieron los restantes pigmentos feofitina total, feofitinas a y b y protoclorofila se observaron diferencias significativas entre antes y después de realizadas las aplicaciones.

Efecto en el Contenido Total de Clorofila								
Aplicación Glifosato + Cipermetrina (28/11/02)								
Especies		antes aplicación ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	3 días después ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	6 días después ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	20 días después ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	30 días después ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	Máxima inhibición (%)	Tiempo de recuperación (días)
Zona adyacente al cultivo	<i>R. crispus</i>	45,0	32,2	41,8	47,6	43,0	28,5	3
	<i>P. dilatatum</i>	32,2	23,8	20,3	15,3	30,7	52,5	10
	<i>S. montevidensis</i>	43,7	44,7	34,0	47,4	47,9	SE	-
	<i>T. repens</i>	43,5	-	40,0	41,9	39,8	SE	-
Aguas abajo del cultivo	<i>R. crispus</i>	50,6	42,4	49,5	-	-	SE	-
	<i>P. dilatatum</i>	26,2	20,3	28,8	25,5	43,7	22,6	3
	<i>S. montevidensis</i>	31,0	32,1	39,0	33,0	43,4	SE	-
	<i>T. repens</i>	34,2	-	36,1	34,1	34,7	SE	-

Tabla 5. Valores promedio de las tres replicas de CTC en $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ en las distintas especies a los 3, 6, 20 y 30 días de la aplicación, en los dos sitios de estudios. Se muestran los porcentajes de disminución de CTC respecto a los valores anteriores a la aplicación cuando difieren significativamente (Tukey, $p \leq 0,05$). SE: sin efecto

Efectos en el contenido de pigmentos							
Aplicación Glifosato + Cipermetrina (23/01/04)							
	Clorofila Total	Clorofila A	Clorofila b	Proto- Clorofila	Feofitina A	Feofitina B	Feofitina Total
<i>P. rotundifolia</i>	(+)22,9	(+)28,3	(+)23,2	SE	(+)23,2	(+)35,9	(+)22,6
<i>S. montevidensis</i>	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE
<i>T. repens</i>	(+)35,6	(+)54,9	SE	SE	(+)40,0	(+)31,5	(+)37,4
<i>P. dilatatum</i>	(+)76,2	(+)52,7	(+)135,5	(+)221,9	(+)62,2	(+)103,0	(+)72,3

Tabla 6. Porcentajes de efecto en el contenido de pigmentos de las distintas especies a los 3 días de la aplicación Glifosato + Cipermetrina, en sitio adyacente al cultivo. Se indican los porcentajes de efecto cuando los valores son significativamente diferentes a los anteriores a la aplicación (t-test, $p \leq 0,05$), (+ significa aumento, - disminución respecto al valor anterior a la aplicación, y SE sin efecto).

Efectos en el Contenido Total de Clorofila				
Aplicación Glifosato + Clorpirifos (8/01/03)				
	Especies	Antes ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	5 días después ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	% de inhibición
Zona adyacente al cultivo	<i>S. montevidensis</i>	47,90	22,68	52,65
	<i>P. rotundifolia</i>	31,91	19,04	40,33
	<i>P. dilatatum</i>	30,74	36,39	SE
	<i>T. repens</i>	39,83	32,09	19,43
Zona aguas abajo del Cultivo	<i>S. montevidensis</i>	43,38	36,11	16,76
	<i>P. rotundifolia</i>	38,24	28,01	26,75
	<i>P. dilatatum</i>	43,79	31,81	27,36
	<i>T. repens</i>	34,69	30,07	SE

Tabla 7. Valores promedio de las replicas de contenido total de clorofila en $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ en las distintas especies a los 5 días de la aplicación Glifosato + Clorpirifos, en el sitio adyacente al cultivo. Se indican los porcentajes de disminución respecto al valor anterior de la aplicación cuando los valores son significativamente diferentes (t-test, $p \leq 0,05$). SE: sin efecto

Efecto en el contenido de pigmentos						
Aplicación Glifosato, Cipermetrina y Clorpirifos (20/02/04)						
	Clorofila Total	Clorofila a	Clorofila B	Feofitina a	Feofitina B	Feofitina Total
<i>P. rotundifolia</i>	(-)23,0	(-)89,0	(+)174,0	(-)78,0	(-)72,6	(-)76,0
<i>S. montevidensis</i>	SE	(-)16,1	(+)23,9	(-)13,9	(-)14,2	(-)14,0
<i>T. repens</i>	(-)30,5	(-)30,4	(-)31,3	(-)36,1	(+)60,9	SE
<i>P. dilatatum</i>	(-)21,6	(-)45,8	(+)63,7	(-)19,8	(+)178,8	(+)37,5
<i>H. rannunculoides</i>	(-)21,1	(-)43,2	(+)35,9	(-)18,1	(+)134,8	(+)32,5

Tabla 8. Porcentajes de efecto en la contenido de pigmentos de las distintas especies a los 2 días de la aplicación de Glifosato + Cipermetrina + Clorpirifos, en el sitio adyacente al cultivo. Se indican los porcentajes de efecto cuando los valores son significativamente diferentes a los anteriores a la aplicación (t-test $p \leq 0,05$) [(-) disminución, (+) aumento, SE: sin efecto].

En todas las aplicaciones, exceptuando la aplicación de glifosato + cipermetrina de enero de 2004, se observó una disminución en el contenido de clorofila en alguna de las especies estudiadas, tanto en el sitio adyacente al cultivo, como en el sitio aguas abajo del mismo. El CTC fue sensible, tanto para las especies acuáticas como para las riparias. Los porcentajes de inhibición en el sitio adyacente al cultivo se ubicaron en el intervalo 19-52, mientras que aguas abajo del sitio de cultivo el intervalo 16-28.

Los dos eventos de aplicación en los que fue posible evaluar los dos sitios, permiten observar que las mismas especies riparias (*R. crispus* y *P. dilatatum*) presentan una disminución en el CTC en ambos lugares, siendo mayor la magnitud del impacto en el más cercano al cultivo. Lo mismo se observa en la aplicación Glifosato + Clorpirifos de enero de 2003, para las especies acuáticas (*S. montevidensis* y *P. rotundifolia*). Esto nos permite confirmar que los efectos en las especies acuáticas y riparias disminuyen al alejarse de la fuente de contaminación, así como también que el alcance por deriva de los efectos de las aplicaciones llega hasta al menos 150 m aguas abajo de las mismas.

En la aplicación de Glifosato + Cipermetrina de noviembre de 2002, fue posible continuar con las medidas de CTC hasta que las plantas se recuperaron del efecto de los plaguicidas, siendo el máximo tiempo de recuperación 10 días en la especie *P. dilatatum*.

El orden de sensibilidad de las especies en las distintas aplicaciones es variable, lo que nos indica que las condiciones de aplicación son determinantes del efecto observado.

Especies Flotantes en sistemas Confinados

En la Tabla 9 se indican los resultados obtenidos en los ensayos de exposición de la especie *L. gibba* en limnocorrales a campo para la aplicación de Glifosato + Clorpirifos (8/01/03). Para una dosis de 1000 g de Glifosato y 1000 ml de Clorpirifos por hectárea y luego de cinco días de exposición, se verifica fitotoxicidad, observándose reducción significativa en el Contenido Total de Clorofila y en la biomasa seca por fronde.

Aplicación Glifosato + Clorpirifos (8/01/03)	Antes	Después	% de inhibición
contenido total de clorofila ($\mu\text{g/g}$)	437,22	66,95	84,68
	358,94	91,57	74,48
	343,18	125,14	63,53
peso seco por fronde (mg)	0,29	0,17	37,93
	0,32	0,26	18,75
	0,31	0,22	29,03

Tabla 9. CTC y peso seco de *L. gibba* confinada antes y 5 días después de la aplicación de la mezcla Glifosato – Clorpirifos. Se indican los porcentajes de disminución cuando los valores son significativamente diferentes a los anteriores a la aplicación (t -test $p \leq 0,05$)

En la tabla 10 se muestran los resultados del ensayo que se realizó para diferenciar entre las vías de exposición durante la aplicación Glifosato + Cipermetrina + Clorpirifos

(20/02/04). Para una dosis de aplicación de 1000 g de Formulado de Glifosato, 100 ml de Formulado de Cipermetrina y 800 ml de formulado de Clorpirifos, se observaron efectos en el Contenido Total de Clorofila tanto en los limnocorrales cubiertos como en los descubiertos. No se observaron efectos en el peso seco por fronde para ninguno de los dos tipos de limnocorral. Para las condiciones de aplicación en las que se realizó el ensayo, no se observaron diferencias en la toxicidad en las plantas expuestas solamente al glifosato en solución (limnocorrales cubiertos), respecto de las que lo pudieron recibir por deriva (limnocorrales sin cubrir).

Aplicación Glifosato + Cipermetrina + Clorpirifos (20/02/04)	Antes	Después cubiertos	Después descubiertos	% de inhibición
contenido total de clorofila (µg/g)	411,7	291,6	367,2	26,3
	391,1	273,5	250,3	
peso seco por fronde (mg)	0,007	0,1	0,2	SE
	0,007	0,2	0,2	SE
	0,007	0,2	0,2	SE

Tabla 10. Resultados los puntos finales de las poblaciones de *L. gibba* confinada antes y 5 días después de la aplicación de la mezcla Glifosato – Cipermetrina- Clorpirifos. Se indican los porcentajes de disminución cuando los valores son significativamente diferentes a los anteriores a la aplicación (t-test $p \leq 0,05$). SE: sin efecto.

Descripción de la comunidad

En la tabla 11 se muestra el listado de especies observadas en el arroyo, indicando la familia a la que pertenecen y el origen de las mismas.

Los resultados de la biomasa verde total no mostraron diferencias significativas entre los muestreos anteriores y posteriores a las aplicaciones durante los ciclos de cosecha 2002/2003 ($p= 0,14$) (Figura 7), así como tampoco en el ciclo 2003/2004 ($p= 0,20$) (Figura 8).

No se hallaron diferencias antes y después de realizadas las aplicaciones en los datos de cobertura-abundancia, las variaciones en los datos pueden deberse a patrones estacionales. En primavera se observa la predominancia de tres especies con valores de cobertura superiores al 33% para: *Anthemis cotula* (Compositae), *Trifolium repens* (Leguminosae) y *Echinochloa crusgalli* var. Mitis (Gramineae). *A. cotula* es reemplazada en la dominancia por *E. crusgalli* en los meses de verano, ubicándose *T. repens* siempre en el estrato inferior. Las siguientes especies, relevadas durante primavera-verano, presentan cobertura inferior al 10% y baja frecuencia de aparición: *Cyperus reflexus*, *Bromus unioloides*, *Paspalum dilatatum*, *Setaria geniculata*, *Eleusine tristachya*, *Verbena montevidensis*, *V. rigida*, *V. gracilescens*,

Melilotus indicus, *Rumex crispus*, *Polygonum hydropiperoides*. Estas especies coinciden con la descripción de la comunidad “Pastizales de *Paspalum dilatatum*” descrita por Faggi (1996), en la misma zona muestreada en 1993. No obstante, resulta de interés resaltar la ausencia en el sitio de estudio de elementos considerados como característicos de esta asociación (*Stipa hyalina*, *Stipa papposa*, *Bothriochloa laguroides*, *Bromus catharticus*), esta ausencia sugiere su carácter de ruderal.

Familia	Especie	Origen
Allismataceae	<i>Sagittaria montevidensis</i>	Argentina hasta Rio Negro
Asteraceae	<i>Anthemis cotula</i>	Europa
	<i>Cotula coronopifolia</i>	Africa
Caryophyllaceae	<i>Stellaria media</i>	Europa
Cruciferae	<i>Coronopus didymus</i>	Europa
	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Europa
Cyperaceae	<i>Cyperus reflexus</i>	América calida
	<i>Schoenoplectus californicus</i>	Argentina
Escrofulariaceae	<i>Veronica peregrina</i>	América del norte
Hydrocaritaceae	<i>Elodea ernestae</i>	NE Argentina
Juncaceae	<i>Juncus inbricatus</i>	América del sur
	<i>Juncus microcephalus</i>	América del sur
	<i>Juncus dichotomus</i>	América
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	Norte y centro de Argentina
	<i>Bromus unioloides</i>	América del sur
	<i>Lolium multiflorum</i>	Europa
	<i>Setaria geniculata</i>	América Templado calida
	<i>Eleusine tristachya</i>	América Tropical
	<i>Echinochloa crusgalli</i>	Europa
	<i>Cynodon dactylon</i>	Cosmpolita
	<i>Agrostis palustris</i>	Europa
Poligonaceae	<i>Poligonum hydropiperoides</i>	Eurasia
	<i>Poligonum aviculare sanguinaria</i>	Eurasia
	<i>Rumex crispus</i>	Europa
Pontederiaceae	<i>Pontederia rotundifolia</i>	América Tropical
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i>	Europa
	<i>A. arvensis var. coerulea</i>	Europa
Umbelliferae	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	América calida
	<i>Ammi majus</i>	Eurasia
	<i>Bowlesia incana</i>	América del Sur
Verbenaceae	<i>Verbena montevidensis</i>	Noreste de Argentina
	<i>V. gracilescens</i>	América del sur templada
	<i>V. Intermedia</i>	América del sur
	<i>Phyla canescens</i>	América del Sur

Tabla 11. Especies de la zona riparia de Arroyo de Arrecifes. Se indican a que familia pertenecen y el lugar de donde son originarias.

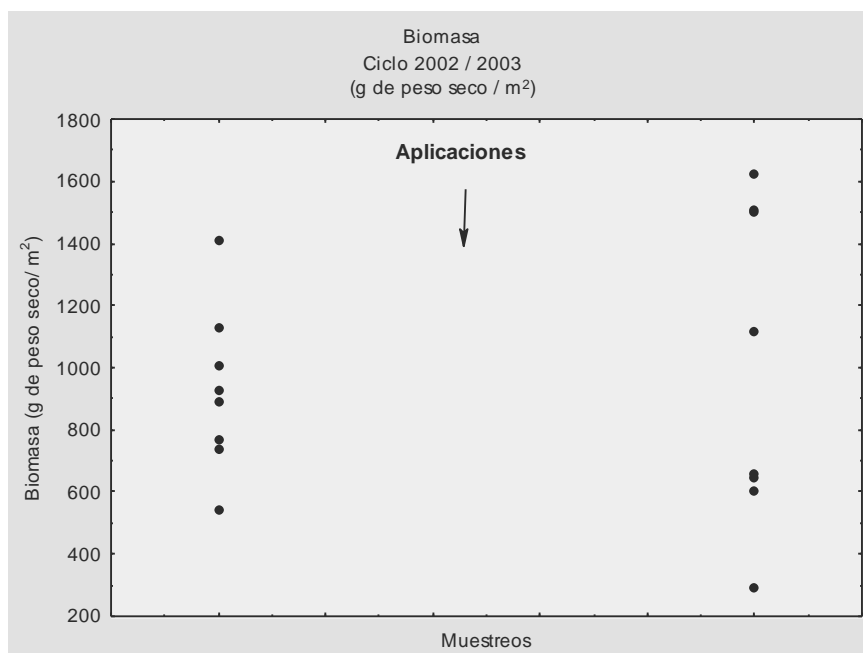


Figura 7. Biomasa de la flora riparia alledaña al cultivo durante el ciclo de 2002/2003 antes y después de realizadas las aplicaciones. Los valores se expresan como g de peso seco / m² para cada réplica. Las diferencias entre antes y después no fueron significativas.

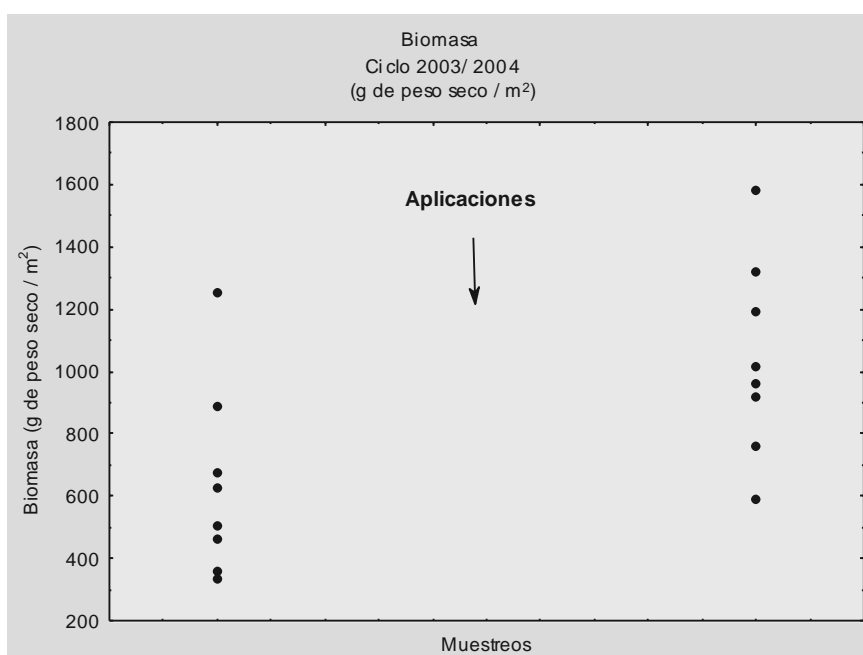


Figura 8. Biomasa de la flora riparia adyacente al cultivo durante el ciclo de 2003/2004 antes y después de realizadas las aplicaciones. Los valores se expresan como g de peso seco / m² para cada réplica. Las diferencias entre antes y después no fueron significativas.

Los resultados en el arroyo de Arrecifes demuestran que las plantas riparias y acuáticas muestran efectos en relación a la aplicación de los plaguicidas. Esto teniendo en cuenta los efectos hallados en las plantas riparias y acuáticas en el monitoreo de pigmentos y en plantas acuáticas en los limnocorales. Las medidas de CTC a distintos tiempos en la aplicación de Glifosato y Cipermetrina muestran que la recuperación ocurre en pocos días, por lo tanto resulta esperable que esta disminución no tenga efectos sobre la producción de biomasa en las plantas riparias.

La aplicación de Glifosato y Clorpirifos en la cual se midió las mismas especies aguas abajo del sitio, nos permiten afirmar que el glifosato continúa presente en solución al menos 150 metros aguas abajo del sitio de aplicación, y que el efecto se atenúa.

4.3.2. Arroyo del Sauce

Los parámetros fisicoquímicos promedio de las aguas del arroyo en el momento de las aplicaciones y valores máximos y mínimos fueron: temperatura 28° C [22-31], conductividad 161,25 $\mu\text{S}/\text{cm}$ [115-323], Oxígeno Disuelto 12,0 mg/l [8,5-15,2], pH 7,8 [7,2- 8,5].

Monitoreo del contenido de pigmentos

En la tabla 12 se muestran los valores de CTC antes y después de la aplicación de Glifosato + Cipermetrina + Clorpirifos (5/01/06). En anexo II pueden observarse los datos con mayor detalle para esta aplicación.

		Efectos en los contenidos de pigmentos						
		Aplicación Glifosato +Cipermetrina + Clorpirifos (5/01/06)						
		Clorofila total	Clorofila a	Clorofila b	Proto-clorofila	Feofitina A	Feofitina b	Feofitina Total
cultivo	<i>S. montevidensis</i>	(+)114,6	-	(+)114,6	SE	(+)41,1	(+)48,4	(+)48,4
	<i>P. punctatum</i>	(-)23,1	(-)25,4	(-)24,6	SE	(-)25,2	(-)25,6	(-)25,1
aguas abajo	<i>S. montevidensis</i>	(-)21,5	(-)22,6	(-)17,8	SE	(-)23,1	(-)19,9	(-)22,2
	<i>P. punctatum</i>	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE
	<i>A. philoxeroides</i>	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE
	<i>L. peploides</i>	(-)11,6	(-)10,5	(-)14,5	SE	(-)10,3	(-)14,1	(-)11,6

Tabla 12. Porcentajes de efecto en el contenido de los pigmentos de distintas especies a los 2 días de la aplicación Glifosato + Cipermetrina + Clorpirifos, en el sitio adyacente al cultivo y aguas abajo del mismo. Se indican los porcentajes de efecto cuando los valores son significativamente diferentes a los anteriores a la aplicación (t-test $p \leq 0,05$) [(-) disminución, (+) aumento, SE: sin efecto].

Los efectos que se muestran en la tabla 12 presentan valores de exaltación y de inhibición del contenido de los pigmentos, ambos son considerados efectos adversos para la vegetación.

Especies flotantes en sistemas confinados

En las tablas 13 y 14 se muestran los resultados del ensayo realizado en el Arroyo del Sauce con la especie *Spirodela intermedia* durante la aplicación de Glifosato en su formulación líquida para una dosis de 2 l/ha, en dos sitios, uno aledaño al cultivo y otro 500 m aguas abajo del mismo. Los puntos finales que evidenciaron un mayor impacto fueron el Contenido Total de Clorofila, el número de frondes totales y la tasa de multiplicación. Los efectos aumentan con el tiempo en todos los casos. En los puntos finales que lo admiten (CTC y PSF) se compararon los datos antes y después de las aplicaciones para cada sitio independientemente (tabla 16). En cambio en aquellos que involucran el crecimiento (NFC, NFT, TM) se compararon los datos entre sitios (tabla 17).

Efecto en Contenido total de clorofila y Peso seco por fronde						
Aplicación Glifosato (24/11/04)						
		Antes	Después			
			Día 2	Día 5	Día 7	
Contenido Total de clorofila ($\mu\text{g/g}$)	sitio 1	700,1	309,4	349,1	266,7	
		646,2	383,3	367,5	307,2	
		629,6	416,7	344,3	281,4	
		596,3	422,2	317,5	289,3	
		% de disminución a partir de la aplicación		40,4	46,4	55,5
	sitio 2	713,2	486,3	454,9	427,1	
		546,3	460,9	523,4	525,2	
		735,6	468,2	440,3	434,9	
		573,1	566,6	455,3	450,3	
		% de disminución a partir de la aplicación		22,8	27,1	28,4
Peso seco por fronde (μg)	sitio 1	0,2		1	1,4	
		1,2		0,9	0,9	
		1,1		1	1,1	
		1,1		0,9	1,5	
		% de efecto		SE	SE	
	sitio 2	0,7		1,2	0,7	
		1,2		0,6	0,5	
		1,1		0,6	0,9	
		0,8		0,7	1,4	
		% de efecto		SE	SE	

Tabla 13. Resultados de los puntos finales Contenido total de clorofila y Peso seco por fronde medidos en las poblaciones de *Spirodela intermedia* confinadas con anterioridad y posterioridad a la aplicación de glifosato. Se indican los porcentajes de disminución cuando los valores son significativamente diferentes a los anteriores a la aplicación ($t\text{-test } p \leq 0,05$). SE: sin efecto.

Efecto en Número de Frondes por Colonia, Número de Frondes Totales , Tasa de multiplicación Aplicación Glifosato (24/11/04)					
		Antes	Dia2	Dia5	Dia7
Número de Frondes por Colonia	sitio 1	2,7		4,6	4,6
		3,0		4,3	4,4
		2,5		3,9	3,8
		2,7		4,2	4,3
			2,8	4,3	4,2
			2,6	4,1	4,0
			2,8	4,2	4,2
			2,4	4,4	4,4
% de efecto				SE	SE
Número de Frondes Totales	sitio1	149		384	368
		199		321	316
		196		344	380
		201		358	331
			196	525	675
	sitio 2	193		528	568
		208		523	627
		195			
% de disminución				33,0	44,0
Tasa de multiplicación	sitio 1			47,0	31,3
				24,4	16,7
				29,6	26,3
			31,4	18,6	
	sitio 2			66,4	68,9
				64,0	51,4
				65,6	61,7
% de disminución				49,3	61,7

Tabla 14. Resultados de los puntos finales, número de Frondes por Colonia, Número de Frondes Totales, Tasa de multiplicación medidos en las poblaciones de *Spirodela intermedia* confinadas con anterioridad y posterioridad a la aplicación de glifosato. Se indican los porcentajes de disminución cuando los valores son significativamente diferentes entre sitios (t-test $p \leq 0,05$). SE: sin efecto.

En las figura 9 y 10 se observa la diferencia en el CTC y en el número de frondes totales entre el área de aplicación y el área aguas abajo de la misma.

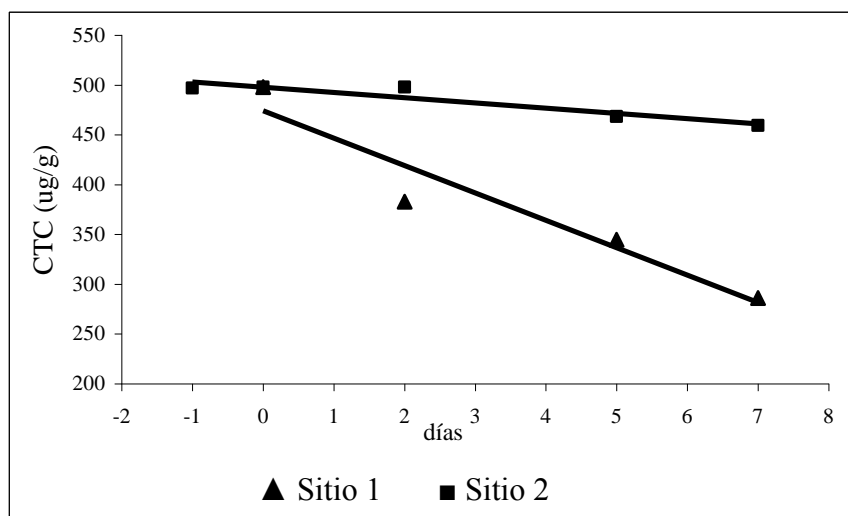


Figura 9. Contenido total de Clorofila en el área de aplicación (sitio 1) y en el área aguas abajo (sitio 2) a través del tiempo.

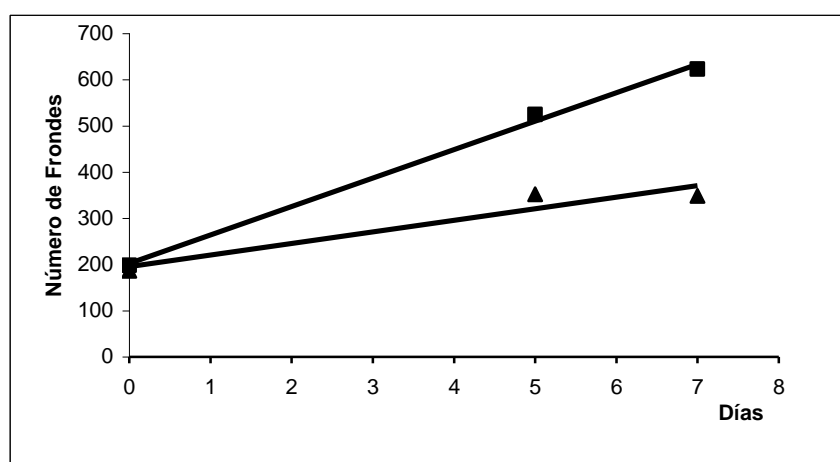


Figura 10. Número de frondes totales en el área de aplicación (Sitio 1) y en el área aguas abajo (Sitio 2) a través del tiempo.

En las dos figuras se observa como en el sitio 2 el CTC y el NFT son mayores a los observados en el sitio 1 para la misma especie y en el mismo tiempo. Por lo tanto, como sería esperable, los efectos se atenúan cuando aumenta la distancia al sitio de aplicación.

Descripción de la Comunidad

En la tabla 15 se ven las especies encontradas por familia en el sitio de estudio, así como también, el calendario fenológico de las mismas en relación a las aplicaciones. En los muestreos realizados a lo largo del año se determinaron 62 especies. La floración y la fructificación se concentran en diciembre y febrero, ambos meses coincidentes con las aplicaciones del herbicida.

Las descripciones florísticas realizadas con anterioridad en esta zona son las presentadas por Cabrera (1949), ninguna de las asociaciones citadas por el autor se corresponden con el grupo de especies encontradas en el arroyo el Sauce en los años 2004, 2005 y 2006.

Es bien conocido que las condiciones ambientales influyen directamente en la floración y fructificación de las especies vegetales. Es por ello que en las figuras 11, 12 y 13 se presentan los climatogramas de Walters en el momento de la realización de los muestreos, a fin de poder realizarse comparaciones posteriores teniendo en cuenta las condiciones climáticas.

Familia	Especie	2004/2005						2005/2006					
		S	O	N	D	E	F	N	D	E	F	M	
Acanthaceae	Dicliptera tweediana Ness.						XO					XO	
Allismataceae	Sagittaria montevidensis Cham.et Schlecht.			XO			X			X			
Amaranthaceae	Alternanthera philoxeroides(Mart.)Griseb.								X	X	X		
	Amaranthus lividus L.												
Asclepiadaceae	Oxypetalum solanoides Hook et Arn.			X			XO			X		XO	
	Araujia hortorum Fourn									X	X	XO	
Caryophyllaceae	Stellaria media (L.) Vill.	X											
Compositae	Senecio grisebachii Bak.			XO			O	XO	XO	XO			
	Cirsium vulgare (Savi) Ten.			X			XO		X	XO			
	Acmella bellidioides (Sm) R.K.Jansen						X		X				
	Senecio bonariensis Hook et Arn. .			O			XO	XO					
	Conyza floribunda H.B.K.												
	Arctium minus (Hill) Bernh.												
	Matricaria recutita L.												
	Anthemis cotula L.												
Compositae	Gymnocoronis spilanthoides (Hook & Arn) D.C.								X	XO			
Cruciferae	Raphanus satibus L.						XO		XO	XO		XO	
	Sisymbrium officinale(L.) Scope						XO		XO	XO		XO	
	Rapistrum rugosum (L) All						XO		XO	XO		XO	
	Ammi majus L.						XO		XO	X			
	Coronopus didymus (L.) Smith						XO		XO			XO	
	Lepidium bonariense L.								XO				
	Capsella bursa-pastoris (L.) Medik.	X							XO				
Cyperaceae	Cyperus reflexus Vahl.						XO			XO			
Dipsacaceae	Dipsacus fullonum L.						O		X	XO			
Euphorbiaceae	Euphorbia lorentzii Mull.Arg.								XO	XO			
Gentianaceae	Centaurium pulchellum(Sw)Druce.						XO		X	XO			
Gramineae	Stipa hialina Nees.						O		X				
	Lolium multiflorum Lam.				X		XO						
	Panicum decipiens Nees												
	Echinochloa cruss-galli												
	Cortaderia selloana (Schult.) Asch. et Graeb											XO	
Haloragaceae	Myriophyllum aquaticum (Vell.) Verdcourt.									X			
Iridaceae	Sysirinchus platense Johnst.			X					X	X			
Juncaeae	Juncus dichotomus Ell.	X							XO	X	XO		
	Juncus imbricatus Laharpe var chamissonis (Kunth) Buch												
Labiatae	Mentha pulegium L.			X			O		X	XO		X	
	Scutellaria racemosa Pers						XO		X	X			
Leguminosae	Trifolium repens L.						XO		X	XO			
Malvaceae	Anoda cristata (L) Schlecht						XO						
Onagraceae	Ludwigia peploides subespecie montevidensis (Spreng.)P.H.Raven						XO		XO	X			
Passifloraceae	Passiflora coerulea L.									XO			
Polygonaceae	Rumex fueguinus												
	Polygonum hydroperoides Mich.								X	X			
	Rumex crispus L.	X		O			XO		X	X		XO	
Portulacaceae	Portulaca oleracea L.									XO		XO	
Primulaceae	Anagallis arvensis var. coerulea									X			
	Anagallis arvensis var. Coerulea(Schreb.) Gren et Godr.	X					XO						
Plantaginaceae	Plantago australis Lam.											XO	
	Plantago myosuroides Lam.												
Rubiaceae	Borreira ocymoides (Burm. F.) DC						XO			XO			
Sapindaceae	Cardiospermum halicacabum L.									XO			
Solanaceae	Solanum diflorum Vell.						XO			XO			
	Solanum sisymbriifolium Lam.	X		X						XO			
	Nicotiana longiflora Cav.						X			XO			
	Solanum chenopodioides Lam. (S. gracile Dum.)												
	Physalis viscosa L.											XO	
	Datura ferox L												
Umbeliferae	Eryngium paniculatum Cav. Et domb				X	O	XO		X	X		XO	
	Hydrocotyle bonariensis o verticillata												
Verbenaceae	Verbena montevidensis Spr.	X								X			
Violaceae	Hybanthus parviflorus (Mut) Baill									O			

Tabla 15. Calendario Fenológico, especies halladas en el Arroyo del Sauce X: flor O: fruto.

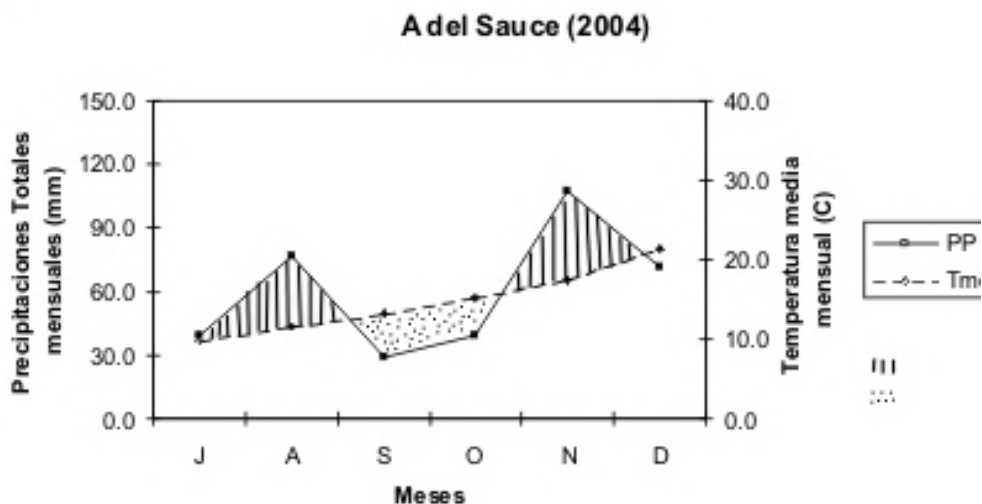


Figura 11 Climatograma correspondiente al año 2004, correspondiente al área del Arroyo del Sauce.

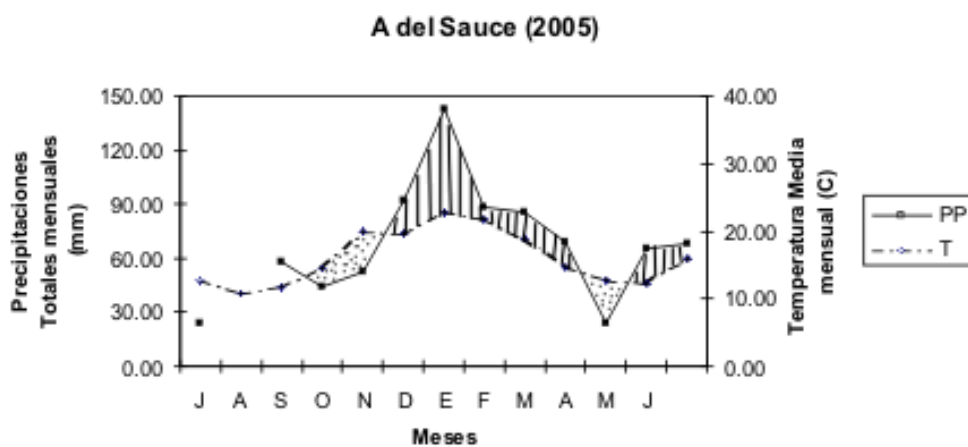


Figura 12 Climatograma correspondiente al año 2005, correspondiente al área del Arroyo del Sauce.

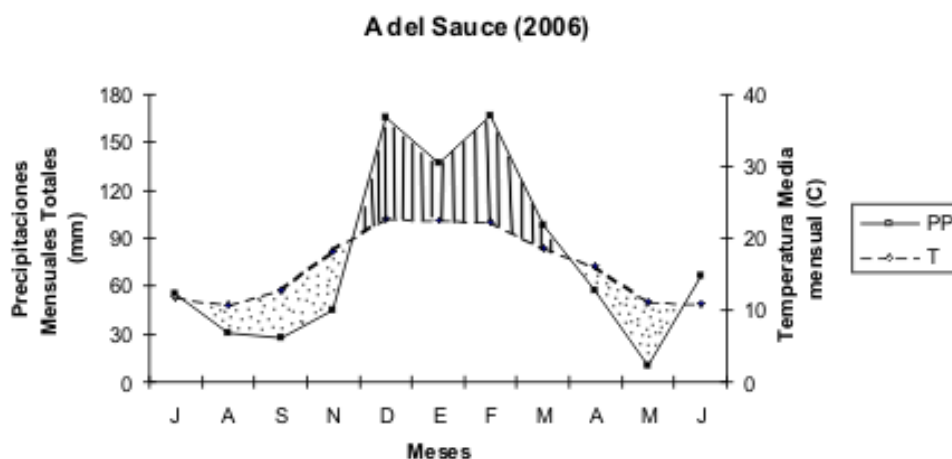


Figura 13. Climatograma correspondiente al año 2006, correspondiente al área del Arroyo del Sauce.

Los climatogramas indican que los tres años en los que se realizaron los muestreos comparten el periodo seco durante los meses de septiembre y octubre, extendiéndose en el último año de junio a noviembre. El periodo húmedo coincidente con el verano en los años 2005 y 2006 se prolongó desde el mes de noviembre hasta abril.

En la figura 14 se observa que la aplicación del herbicida durante la preemergencia del cultivo en primavera de 2004 coincide con la floración del 12 % y la fructificación del 10 % de las especies riparias. El desarrollo del cultivo en verano de 2004/2005 coincide con la floración del 50% y la fructificación del 25% de las especies. Del total de especies encontradas en este sitio, el 71 % son nativas y dentro de este porcentaje sólo el 36% son consideradas malezas de los campos aledaños.

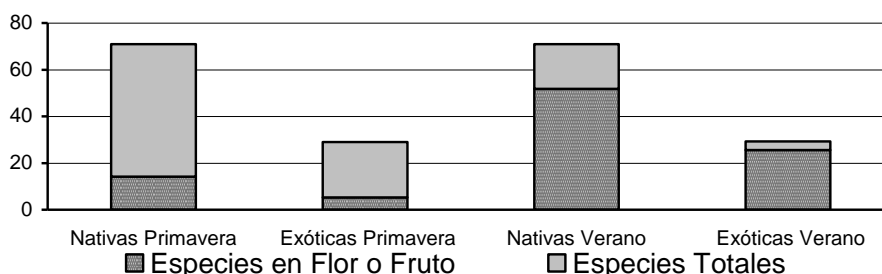


Figura 14. Porcentajes de especies exóticas y nativas observadas en el Arroyo el Sauce, que se encontraban en flor o fruto durante la primavera y el verano de 2004/2005.

4.4 DISCUSIÓN

Las estrategias de monitoreo *in situ* utilizadas permitieron registrar los efectos en la comunidad producidos por las aplicaciones de mezclas de plaguicidas. Para el caso particular de la utilización de organismos confinados, esta técnica es una herramienta de interés, ya que permite integrar las condiciones ambientales reales con la exposición a los compuestos químicos, mayoritariamente utilizada para estudios con microorganismos y animales (Caquet et al., 2000; Girling et al., 2000). Oikari (2006), realizó una revisión de la utilización de jaulas con poblaciones de peces y destaca que, además de la interacción, la ventaja de esta metodología es que, fijando el sitio en el que se confina a los organismos, se pueden atribuir los efectos observados a condiciones aguas arriba de los mismos, así como también estimar el tiempo de exposición a los tóxicos.

Los efectos en el campo son producto tanto de la exposición a determinadas concentraciones de plaguicidas, como así también responden al conjunto de variables que

condicionan su desarrollo. En particular, los valores de las concentraciones de plaguicidas en nuestros ecosistemas no se conocen. Los datos parciales, aquí presentados, pertenecen a trabajos que comparten los sitios de muestreo y los eventos de aplicación con los ensayos a campo.

En la aplicación de glifosato y clorpirifos en enero de 2003 para los lotes de Arrecifes, la concentración de glifosato en el arroyo fue no detectable (Peruzzo et al, 2003). En la aplicación de glifosato, cipermetrina y clorpirifos en febrero de 2004, las concentraciones de glifosato determinadas en el arroyo fueron 0,2 mg/l de principio activo después de la aplicación y 0,35 mg/l de principio activo después de la primera lluvia (Perruzzo et al, 2008). Estos valores son coincidentes con las estimaciones teóricas realizadas en el presente estudio para las demás aplicaciones en las cuales no se cuenta con valores de concentraciones de glifosato medidos. Los valores de estas estimaciones resultaron en el intervalo de 0,40 y 1,59 mg principio activo glifosato/l, teniendo en cuenta la máxima y la mínima dosis de aplicación recomendada, respectivamente.

Los efectos a campo en los organismos confinados (*Lemna gibba* y *Spirodela intermedia*) de ambos arroyos, presentaron una respuesta variable en las ensayos realizados. El Contenido Total de Clorofila resultó inhibido en tres de las cuatro aplicaciones estudiadas, la magnitud de la inhibición varió entre un 26% y un 75%. El peso seco por fronde disminuyó solamente en la aplicación de Glifosato + Clorpirifos en enero de 2003, para el monitoreo realizado en el arroyo de Arrecifes.

En el ensayo con *S. intermedia* se evidenció efecto en el crecimiento, indicado por la disminución en el número de frondes totales (33,4% de inhibición) y la tasa de multiplicación (49,3% inhibición). Cuando se midieron los efectos durante distintos días, se observó que la magnitud de los efectos aumentaba con el tiempo transcurrido desde la aplicación.

Los efectos observados en el campo cuando se utilizaron limnocorrales de *S. intermedia*, fueron mayores que los observados en el laboratorio con el mismo clon. De igual manera, los efectos observados en el campo en la utilización de limnocorrales de *L. gibba* fueron mayores a los determinados en el laboratorio realizados por Sobrero et al. (2007) con el mismo clon. En los ensayos con *S. intermedia* en el laboratorio una concentración de 29,5 mg /l indujo un 25 % de disminución en el número de frondes totales, por el contrario en el campo se genera un 33 % de efecto con una concentración estimada en 1 mg/l.

En los ensayos con *L. gibba* en el laboratorio, concentraciones superiores a 25 mg/l generaron clorosis en las frondes madres, mientras que en el campo se observaron efectos a concentraciones cercanas a 1 mg/l. Como enunciamos anteriormente, los efectos en los organismos no sólo dependen de las concentraciones de los tóxicos, sino también de las condiciones en las cuales se desarrollan; por lo tanto es importante resaltar que las condiciones en el laboratorio resultan óptimas con respecto al campo.

Para ejemplificar esta situación, en la tabla 16 se observan las condiciones de campo en la aplicación de Glifosato + Cipermetrina de enero de 2003 (Mugni, 2009) y de laboratorio de los ensayos realizados por Sobrero et al. (2007) para la especie *L. gibba*.

Parámetro	Campo	Laboratorio
Nitratos (NO ₃ ⁻)	0,104 mg /l	20 mg /l
Amonio (NH ₄ ⁺)	0,043 mg /l	20 mg /l
Fosfatos (PO ₄ ⁻³)	0,167 mg/l	5 mg/l
Temperatura (°C)	27 °C (±6)	24 °C (±2)
Radiación	5.125 Watt/ m ²	2.736 Watt/ m ²

Tabla 16. Condiciones de ensayos a campo durante la aplicación de Cipermetrina + Glifosato enero de 2003 y de laboratorio.

Las condiciones de campo son más rigurosas que las de laboratorio, por lo tanto, cabría esperar que los organismos posean una disminución en su capacidad de amortiguación de los efectos de los tóxicos por el estrés al que se hallan expuestos (Sprague, 1995).

Otra posible explicación para el escenario aquí estudiado es que las plantas hayan estado expuestas a la aplicación directa (por deriva), sumado al nivel del herbicida hallado en solución y en consecuencia se manifiesten mayores efectos fitotóxicos. Lockhart et al. (1989), observan que el efecto del glifosato en el crecimiento de *L. minor*, en los puntos finales número de frondes y peso seco, era relativamente insensible al glifosato disuelto. Por el contrario, a concentraciones semejantes en aplicación aérea, resultaron letales. Forney & Davis (1981), demostraron que especies de plantas sumergidas resultan más resistentes al glifosato en comparación con las flotantes y que se necesitan muy elevadas concentraciones del herbicida para producir efecto en las plantas sumergidas.

En el ensayo realizado para diferenciar las vías de exposición del presente estudio, la hipótesis que afirma “los mayores efectos se encuentran cuando el herbicida llega por ambas

vías” no pudo ser comprobada. Ello puede en parte, deberse a que las condiciones de cada aplicación bajo uso normal en campo, seguramente puedan ser diferentes (condiciones meteorológicas, dosis, distancia del tractor al arroyo, entre otras variables). Por lo tanto, para poder explicar la toxicidad es conveniente realizar la diferenciación de las vías en cada ensayo de campo.

Los efectos observados en los limnocorrales son mayores en el arroyo de Arrecifes en comparación con el Arroyo del Sauce. Esta diferencia puede deberse a la estrecha franja riparia del Arroyo Arrecifes, como así también a la diferencia en la sensibilidad de las especies comprobada en los ensayos de laboratorio. En el laboratorio, ambas especies ensayadas en similares condiciones presentaron diferentes magnitudes en los efectos. Por ejemplo, la concentración que inhibe al 25 % del número total de frondes a cinco días de exposición en *S. intermedia* fue 29,5 mg de Roundup/l. Para el mismo porcentaje de inhibición en *L. gibba*, fueron necesarios 6,1 mg de Roundup/l (Sobrero, comunicación personal). No obstante en el Arroyo del Sauce, en el que se trabaja con la especie menos sensible y una franja riparia más ancha, los efectos en el momento de las aplicaciones siguen siendo significativos.

El monitoreo del estado fisiológico de la vegetación riparia y acuática ponen en evidencia que las mismas actúan como amortiguadores de la llegada de los plaguicidas a los cuerpos de agua, en coincidencia a lo propuesto por diversos autores (Marrs et al., 1989; de Snoo, & Wit, 1998; Dabrowsky et al., 2005; Popov et al., 2006).

La reducción en el contenido de pigmentos puede provenir de una inhibición en la síntesis de los mismos, o un incremento en la degradación de los productos de síntesis (Abu-Irmaileh, 1978). Muñoz-Rueda et al. (1986), para las especies *Medicago sativa* y *Trifolium pratense* en laboratorio, informaron que para concentraciones de glifosato de 25 mg/l, 250 mg/l y 2500 mg/l se observan efectos en el contenido de clorofila en ambas especies, que varían entre 30 y 60% de disminución. Estos autores suponen que esta disminución se debe a la interferencia inhibición del glifosato en la síntesis de pigmentos, que fuera demostrada con anterioridad por Kitchen et al. (1981).

Kitchen et al. (1981), comprobaron que el glifosato, al inhibir la síntesis del ácido delta amino levulínico (ALA), bloquea tanto la síntesis de clorofila, como así también de todos los compuestos con anillos pirrólicos encontrados en las plantas superiores. Este modo de acción, se suma a la inhibición de todos los metabolitos secundarios que se producen a

partir del ácido corísmico, tales como quinonas, indoles y aminoácidos aromáticos. Estos compuestos tienen diversas funciones tales como señalar las interacciones planta-microorganismo, la fertilidad del polen o actuar como polímeros estructurales (lignina, suberina y esporopolenina) (Weaver & Hermann, 1997).

La teoría del incremento en la degradación puede ser contrastada con los resultados, ya que si el herbicida produjera un efecto degradativo de la clorofila, ante una disminución en el contenido de clorofila-a, cabría esperar un aumento en el contenido de feofitinas, debido a la sustitución del átomo central de Mg^{++} por protones (Chichester y Nakayama, 1976). Es también esperable, en el curso normal de degradación de la clorofila, que la clorofila-b disminuya y aumente la clorofila-a (Tanaka & Tanaka, 2006), debido a que uno de los primeros pasos en la degradación es la transformación de clorofila-b en clorofila-a, por el cambio del grupo funcional aldehído por metilo. Este proceso tampoco se evidencia en los resultados aquí obtenidos. De acuerdo a Ronco et al. (2008), este cambio modificaría consecuentemente la relación cl-a/cl-b. Sin embargo, en los resultados obtenidos en el curso de la presente tesis, tampoco se observan diferencias significativas en los resultados antes y después de las aplicaciones en esta relación. Los datos indican que en la mayoría de los casos en los cuales hay inhibición de la clorofila, también hay inhibición en las feofitinas y protoclorofila; en consecuencia los mismos avalan la teoría de la intervención del glifosato en la síntesis de los pigmentos inhibiendo uno de sus precursores. Más aun, en algunas exposiciones aumentó la clorofila b.

Por lo tanto, la interpretación de las disminuciones detectadas en los estudios de campo en el contenido de los pigmentos, a raíz de las aplicaciones de glifosato, nos permite inferir que las mismas no dependerían de la acción del herbicida en la ruta de degradación de la clorofila, sino en la síntesis de la misma.

La rápida recuperación de la inhibición del CTC observada en los plantas de los sistemas confinados, como en las plantas del arroyo, coincide con lo observado por Jawrosky (1972), quien trabajando con el herbicida glifosato y el género *Lemna* menciona que los efectos dependen de la concentración de glifosato, de la duración del tratamiento y de las especies estudiadas. Cedergreen et al. (2005), proponen que el efecto de los pulsos de exposición a herbicidas en *L. minor* depende del Kow, siendo mayor el ingreso a las plantas cuanto mayor es el Kow del compuesto. Estos autores también afirman que los efectos de los pulsos de herbicidas dependen fuertemente de la capacidad de recuperación de cada especie.

En el monitoreo del estado fisiológico de las plantas riparias en el cual se observó la recuperación, depende claramente de las especies, pero en ninguno de los casos la duración fue tan larga como para traducirse en un efecto letal.

Si bien no se detectaron efectos letales, la variabilidad en la respuesta específica puede cambiar la composición específica de la comunidad, en especial, si el efecto se produce en momentos en que el estado fenológico es crítico por su importancia en la reproducción y por lo tanto en la composición relativa de las distintas especies en las generaciones futuras. La información producida muestra que al menos el 50% de las especies se encuentran en estadios reproductivos en el momento de las aplicaciones.

Blackburn & Boutin (2003), estudiaron los efectos en la germinación de semillas provenientes de plantas madres de diferentes familias expuestas a glifosato. La germinación resultó afectada de una manera variable dentro de las familias. Ello dependió fuertemente del grado de madurez de las semillas en el momento de las aplicaciones.

En síntesis, las aplicaciones de glifosato en mezclas con plaguicidas que comúnmente se llevan a cabo como parte del manejo más habitual en nuestro medio, producen efectos subletales en la vegetación riparia. El efecto más conspicuo determinado fue la disminución de la concentración de clorofila, que se revirtió en poco tiempo. En ocasiones la disminución de la clorofila fue acompañada por una disminución en la biomasa y el número de frondes. Aunque los efectos fueron reversibles en poco tiempo, dado que parte de la comunidad se encuentra en estadios reproductivos en el momento de las aplicaciones, es esperable que la aplicación reiterada de plaguicidas produzca algún impacto sobre la composición específica de la misma.

4.5 BIBLIOGRAFÍA

- Abu-Irmaileh, B. E. & L. S. Jordan. 1978. Some aspects of glyphosate action in purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). *Weed Science*, 26(6):700-703.
- Blackburn, L & C. Boutin. 2003. Subtle effects of herbicide use in the context of genetically modified Crops: A Case Study with Glyphosate (Roundup®). *Ecotoxicology*, 12:271-285.
- Boutin, C. & B. Jobin. 1998. Intensity of agricultural practices and effects on adjacent habitats. *Ecological Application*, 8(2):544-557.
- Boutin, C.; B. Jobin; L. Bélanger. 2003. Importance of riparian habitats to flora conservation in farming landscape of southern Québec, Canada. *Agriculture. Ecosystems and environment*, 94: 73-87.
- Boutin, C.; K. Freemark; C. Keddy. 1993. Proposed guidelines for registration of chemical pesticides: Nontarget plant testing and evaluation, Technical Report Series NO. 145. Canadian Wildlife Service (Headquarters), Environment Canada, Ottawa.
- Boutin, C.; K. Freemark; C. Keddy. 1995. Overview and rationale for developing regulatory guidelines for nontarget plant testing with chemical pesticides. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 14:1465-1475.
- Cabrera A. L. & E. M. Zardini. 1993. Manual de la flora de los alrededores de Buenos Aires. Ed. ACME SACI. Buenos Aires.
- Cabrera, A. et al. 2000. Catálogo ilustrado de las compuestas (Asteraceae) de la Provincia de Buenos aires, Argentina: Sistemática, Ecología y Usos. ISSN N 1514-2841.
- Cabrera, A. L. 1949. Las comunidades vegetales de los alrededores de La Plata. (Provincia de Buenos Aires, Rep. Argentina). *Lilloa* XX:269-347.
- Caquet, T; L. Logadic; S. R. Shueffield. 2000. Mesocosms in ecotoxicology (1): Outdoor aquatic systems. *Review of environmental contamination and toxicology* 165:1-38.
- Cedergreen, N; L. Andersen; Ch. Frihaug Olesen; H. Henrik Spliid; J.C. Streibig. 2005. Does the effect of herbicide pulse exposure on aquatic plants depend on Kow or mode of action? *Aquatic Toxicology* 71:261–271.
- Censo Hortícola Bonaerense. 1998. Cinturón verde del Gran Buenos Aires. INDEC. Ministerio de Asuntos Agrarios. Buenos Aires. Argentina.

- Chichester, C. O. & Y. O. M. Nakayama. 1976. Pigments changes in senescent and stored tissue en: Goodwin, T. W (Ed.). Chemistry and Biochemistry of plant pigments. Accademic Press, London.
- Dabrowsky, J. M.; A. Bollen; E. R. Bennet; R. Schulz. 2005. Pesticide interception by emergent aquatic macrophytes: Potential to mitigate spray-drift input in agricultural streams. Agriculture, Ecosystems and Environment, 111:340-348.
- de Snoo, G. R. & P. J. Wit. 1998. Buffer Zones for reducing pesticide drift to ditches and risks to aquatic organisms. Ecotoxicology and Environmental safety, 41:112-118.
- Ducros, C. & C. Joyce. 2003. Environmental assessment. Field-based evaluation tool for riparian buffer zones in agricultural catchments. Environmental Management, 32.2: 252-267.
- Environment Canada. 1999. Biological Test Method: Test for Measuring the Inhibition of Growth Using the Freshwater Macrophyte *Lemna minor*. EPS 1/RM/37, Environmental Canada, Environmental Protection Service, Ottawa, 98 pp.
- Faggi, A. M. 1996. La vegetación espontánea en un área del norte de la provincia de Buenos Aires. Parodiana, 9(1-2):125-137.
- Ferenec, S. 2001. Impacts of Low-Dose, High-Potency Herbicides on Nontarget and Unintended Plant species. Pensacola, F.L: Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) 198p.
- Forney, D. R. & D. E. Davis. 1981. Effects of low concentration of herbicides on submersed aquatic plants. Weed Science, 29:677-685.
- Freemark, K. & C. Boutin. 1995. Impacts of agricultural herbicide use on terrestrial wildlife in temperate landscape: a review with special reference to North America. Agriculture. Ecosystems and Environment, 52:67-91.
- Frenguelli, J. 1956. Rasgos generales de la hidrografía de la Provincia de Buenos Aires .Serie 11 n 62. Laboratorio de ensayo de materiales e investigaciones tecnológicas. Ministerio de Obras Públicas. Provincia de Buenos Aires.
- Girling, A. E; D. Pascoe; R. Janssen; A. Peither; A. Wenzel. 2000. Development of methods for evaluating toxicity to freshwater ecosystems. Ecotoxicology and Environmental Safety 45:148-178.

- Hietala-Koivu, R.; T. Järvenpää; J. Helenius. 2004. Value of semi-natural areas as biodiversity indicators in agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 101:9-19.
- Hurtado, M. A.; J. E. Jiménez; M. G. Cabral. 2006. Análisis ambiental del Partido de La Plata. Aportes al ordenamiento territorial.. Consejo federal de inversiones. ISBN: 987-510-062-5. 134 pp.
- Jaworsky, E. G. 1972. Mode of action of *N*-phosphonomethylglycine. Inhibition of aromatic amino acid biosynthesis. *J. Agric. Food Chem.* 20 (6):1195-1198.
- Kitchen, L. M.; W. Witt; Ch. E. Rieck. 1981. Inhibition of δ -aminolevulinic acid synthesis by glyphosate. *Weed Science*, 29:571-577.
- Kleijn, D & G Snoeiijing. 1997. Field boundary vegetation and the effects of agrochemical drift: botanical change caused by low levels of herbicide and fertilizer. *Journal of Applied Ecology* , 34:1413-1425.
- Lockhart, W. L.; B. N. Billeck; C. L. Baron. 1989. Bioassays with a floating aquatic plant (*Lemna minor*) for the effects of sprayed and dissolved glyphosate. *Hydrobiología*, 188/189:353-359.
- Marrs, R. H.; C. T. Williams; A. J. Frost; R. A. Plant. 1989. Assessment of the effects of herbicide spray drift on a range of plant species of conservation interest. *Environmental Pollution*, 59:71-86.
- Moran, R. 1982. Formulae for determination of chlorophyllous pigments extracted with *N,N*-Dimethylformamide. *Plant Physiology*, 69:1376-1381.
- Mueller-Dombois, D. & H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. J. Willey. New York. US.
- Mugni, H. 2009. Concentración de nutrientes y toxicidad de pesticidas en aguas superficiales de cuencas rurales. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP.
- Muñoz-Rueda, A.; C. González-Murua; J. M. Bcerril; M. Sánchez Díaz. 1986. Effects of glyphosate [*N*- (Phosphonomethyl) glycine] on photosynthetic pigments, stomatal response and photosynthetic electron transport in *Medicago sativa* and *Trifolium pratense*. *Physiol. Plant*, 66:63-68.
- Newman, M. C. & M. A. Unger. 2002. Fundamentals of ecotoxicology. Lewis publishers. Florida. 458 pp.

- Oikari, A. 2006. Caging techniques for field exposures of fish chemical contaminants. *Aquatic toxicology*, 78:370-381.
- Pengue, W. A. 2000. Cultivos transgénicos. ¿Hacia donde vamos? Editorial Lugar Buenos Aires. 190 pp.
- Peruzzo, P.; M. Marino; C. Cremonese; M. da Silva; A. Porta; A. Ronco. 2003. Impacto de pesticidas en aguas superficiales y sedimentos asociado a cultivos por siembra directa. Evento Agua 2003. Cartagena de Indias.
- Peruzzo, P. J.; A. A. Porta; A. E. Ronco. 2008. Levels of glyphosate in surface waters, sediments and soils associated with direct sowing soybean cultivation in north pampasic region of Argentina. *Environmental Pollution*, 156:60-61.
- Pfleeger, T & D. Zobel. 1995. Organic pesticide modification of species interactions in annual plant communities. *Ecotoxicology* 4:15 –37
- Popov, V. H.; P. S. Cornish; H. Sun. 2006. Vegetated biofilters: The relative importance of infiltration and absorption in reducing loads of water –soluble herbicides in agricultural runoff. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 114:351-359.
- Rand, G. 1995. Fundamentals of aquatic toxicology. Effects, environmental fate, and risk assessment. Second edition. Taylor & Francis. Washington. 1125 pp.
- Ronco, M. G.; M. F. Ruscitti; M. C. Arango; J. Beltrano. 2008. Glyphosate and mycorrhization induce changes in plant growth and in root morphology and architecture in pepper plants (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 83 (4):497-505.
- Sobrero, M. C.; F. Rimoldi; A. E. Ronco. 2007. Effects of the glyphosate active ingredient and a formulation on *Lemna gibba* L. at different exposure levels and assessment endpoints. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 79.5:537-543.
- Sprague, JB. 1995. Factors that modify toxicity. [Appendix C]. Pp 1012-1051. In Rand, G. (Ed) *Fundamentals of aquatic toxicology. Effects, environmental fate, and risk assessment*. Second edition. Taylor & Francis. Washington. 1125 pp.
- Tanaka, A. & R. Tanaka. 2006. Chlorophyll metabolism. *Current opinion in Plant Biology*, 9: 248-255.
- Veleminsky, J & T. Gichner. 1992. “Methods to assess adverse effects on plants”. In: *Methods to assess adverse effects of pesticides on Non-target organisms*. Ed. Tardiff.

- Viglizzo, E. F.; A. J. Pordomingo; M. G. Castro; F. A. Lértora. 2002. La sustentabilidad del agro pampeano. The environmental sustainability of agriculture in the Argentine pampas. Buenos Aires. INTA. ISBN 987-521-052-8. 84 pp.
- Vila–Aiub, M.; A. Ribas; M. C. Balbi; P. E. Gundel; F. Trucco; C. Ghersa. 2008. Glyphosate – resistant weeds of South American cropping systems: an overview. *Pest Manag Sci.*, 64 (4):366-371.
- Waldhardt, R.; D. Simmering; H. Albrecht. 2003. Floristic diversity at the habitat scale in agricultural landscape of Central Europe-summary, conclusions and perspectives. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 98:79-85.
- Weaver, L. M. & K. M. Herrmann. 1997. Dynamics of the shikimate pathway in plants. *Trends in Plant Science*, 2:346-351.

Anexo I

Boletín Agrometeorológico Mensual
Estación experimental Ing Agr. J Hirschhorn
Cátedra de Climatología y Fenología Agrícola
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP)

Boletín Agrometeorológico Mensual - Mayo de 2004

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo	Radiación	Presión	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P.	Humedad
	Media	Máx.	Mín.	h=(-0,05 m)	Solar	Barométrica	Velocidad	Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C	Wat./m2	Hpa.	Km/H.		mm.	mm/h	mm	%
5/1/2004	11.4	17.0	4.8	13.6	3301.0	1013.1	5.3	N	0.0	0.0	2.0	91
5/2/2004	12.9	17.7	9.4	14.3	1953.0	1014.2	4.0	S	0.0	0.0	1.2	97
5/3/2004	11.8	15.3	8.1	13.9	1125.0	1025.9	9.0	S	0.0	0.0	0.9	94
5/4/2004	12.1	17.1	8.9	14.2	2043.0	1030.2	4.8	S	0.0	0.0	1.3	96
5/5/2004	11.2	16.6	7.3	14.0	1438.0	1028.4	2.7	S	10.8	1.0	0.8	100
5/6/2004	12.1	19.5	7.1	13.7	2591.0	1025.5	2.7	SE	0.4	0.0	1.5	95
5/7/2004	12.4	19.8	7.9	13.8	2324.0	1019.6	0.2	SSO	0.4	0.0	1.3	98
5/8/2004	13.7	19.7	8.8	14.5	1956.0	1015.5	3.2	N	0.2	0.0	1.1	98
5/9/2004	16.0	21.4	12.2	15.2	2624.0	1012.2	5.4	N	0.4	0.0	1.7	94
5/10/2004	15.0	21.9	9.5	14.8	2771.0	1014.1	1.6	ESE	0.2	0.0	1.7	93
5/11/2004	14.9	19.7	10.4	15.5	2502.0	1014.5	2.8	ESE	0.0	0.0	1.5	98
5/12/2004	13.9	17.4	10.7	15.5	2359.0	1016.7	7.2	S	0.0	0.0	1.5	94
5/13/2004	11.2	14.6	7.0	14.0	1336.0	1021.8	10.4	S	0.2	0.0	0.8	95
5/14/2004	7.3	14.4	1.2	12.4	2676.0	1021.3	4.7	SSO	0.0	0.0	1.4	93
5/15/2004	7.3	15.1	0.8	11.2	2916.0	1017.0	1.1	N	0.2	0.0	1.5	93
5/16/2004	8.1	15.2	1.9	10.9	1728.0	1016.1	1.8	NO	0.0	0.0	1.0	94
5/17/2004	8.1	12.9	4.7	11.2	2567.0	1019.0	3.8	SSO	0.2	0.0	1.4	92
5/18/2004	6.6	13.2	1.4	10.8	2854.0	1023.5	1.8	S	0.0	0.0	1.2	91
5/19/2004	6.9	13.7	1.7	10.1	2859.0	1026.8	1.0	E	0.0	0.0	1.4	88
5/20/2004	7.0	14.2	1.0	9.9	1582.0	1028.8	3.2	SSE	0.2	0.0	0.9	94
5/21/2004	10.9	16.6	6.4	11.4	1836.0	1025.1	5.0	ESE	0.2	0.0	1.2	97
5/22/2004	13.6	17.3	10.3	12.8	1443.0	1022.3	7.9	ESE	0.2	0.0	0.9	99
5/23/2004	14.0	15.6	13.1	13.6	248.0	1019.7	9.6	ESE	9.4	0.5	0.2	100
5/24/2004	13.9	15.1	12.8	13.6	486.0	1016.7	9.9	ESE	15.2	2.8	0.4	100
5/25/2004	14.5	15.9	13.4	14.4	675.0	1009.8	5.0	ENE	2.8	0.0	0.6	100
5/26/2004	10.4	14.8	4.7	13.2	1749.0	1012.3	6.1	SO	0.4	0.0	1.1	92
5/27/2004	7.4	14.6	2.1	11.1	2674.0	1021.2	1.7	SO	0.2	0.0	1.3	92
5/28/2004	7.7	13.6	1.6	10.1	2687.0	1020.0	5.4	N	0.6	0.0	1.4	94
5/29/2004	9.8	14.2	5.2	10.6	1287.0	1018.1	1.9	NNE	0.0	0.0	0.7	97
5/30/2004	7.7	15.6	1.2	10.2	2232.0	1021.4	1.8	SSO	0.2	0.0	1.2	98
5/31/2004	10.4	15.1	6.6	11.4	1479.0	1023.6	2.2	S	0.2	0.0	0.5	97
Media Mensual	11.0	16.3	6.5	12.8	2009.7	1019.8	4.3	SO				95
Total de Mes					62301.0				42.6	2.8	35.6	
Normal de Mes	13.9								86.7			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno e Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Junio de 2004

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo	Radiación	Presión	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P.	Humedad
	Media	Máx.	Mín.	h=(-0,05 m)	Solar	Barométrica	Velocidad	Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C	Wat./m2	Hpa.	Km/H.	Dom.	mm.	mm/h	mm	%
6/1/2004	9.2	14.3	5.8	11.3	1243.0	1022.5	1.5	SSO	0.2	0.0	0.2	100
6/2/2004	10.1	13.2	6.4	11.8	773.0	1023.3	0.9	OSO	0.0	0.0	0.3	100
6/3/2004	12.1	15.7	9.7	12.3	1569.0	1022.4	2.1	N	0.2	0.0	0.9	99
6/4/2004	11.9	14.1	7.6	11.9	740.0	1019.3	6.2	NNE	0.2	0.0	0.5	100
6/5/2004	13.3	17.6	11.1	12.8	1975.0	1015.7	6.0	N	0.0	0.0	1.2	98
6/6/2004	9.1	15.6	3.3	12.0	2454.0	1020.1	2.2	SO	0.0	0.0	1.3	86
6/7/2004	7.3	14.4	-0.2	9.5	2545.0	1018.8	5.5	N	0.2	0.0	1.5	84
6/8/2004	12.6	17.9	9.6	10.9	1459.0	1010.7	9.9	N	0.0	0.0	1.0	93
6/9/2004	14.4	17.9	10.3	12.5	668.0	1003.0	9.1	N	0.2	0.0	0.5	99
6/10/2004	11.0	15.5	7.6	12.5	850.0	1007.6	6.2	SO	0.2	0.0	0.7	95
6/11/2004	7.6	11.8	4.2	10.8	2219.0	1019.1	4.9	SO	0.0	0.0	1.2	91
6/12/2004	7.4	14.1	1.3	9.7	2541.0	1022.2	8.8	NO	0.0	0.0	1.6	84
6/13/2004	8.9	14.9	2.8	9.4	2460.0	1019.6	8.1	N	0.0	0.0	1.6	81
6/14/2004	9.9	15.0	5.6	10.1	1764.0	1017.5	7.4	N	0.0	0.0	1.0	93
6/15/2004	10.8	14.7	7.1	10.1	1738.0	1013.1	6.1	NNE	0.2	0.0	1.0	93
6/16/2004	12.7	17.1	6.7	11.0	1019.0	1008.3	4.1	N	0.2	0.0	0.7	98
6/17/2004	10.8	15.9	5.2	11.6	2515.0	1013.7	4.4	SO	0.0	0.0	1.4	91
6/18/2004	8.4	15.1	1.6	9.6	2179.0	1017.4	6.0	ENE	0.0	0.0	1.4	89
6/19/2004	16.0	19.9	12.6	12.1	951.0	1012.7	6.9	NE	0.0	0.0	0.9	94
6/20/2004	18.7	21.7	15.7	14.7	910.0	1008.2	10.0	NNE	13.0	1.3	1.0	95
6/21/2004	11.9	15.7	6.9	13.9	2424.0	1015.0	4.0	SO	10.4	0.3	1.3	97
6/22/2004	8.5	12.6	3.6	11.2	1436.0	1015.4	4.2	ENE	0.2	0.0	0.6	100
6/23/2004	10.9	14.1	6.3	11.9	1698.0	1016.1	3.5	SO	4.8	0.0	0.8	99
6/24/2004	8.4	16.1	2.4	10.4	2197.0	1016.4	1.9	ENE	0.2	0.0	1.1	96
6/25/2004	12.0	14.4	9.1	11.6	602.0	1012.3	3.4	NE	0.2	0.0	0.4	100
6/26/2004	12.6	14.1	11.7	12.5	380.0	1011.3	0.8	SSO	0.0	0.0	0.4	100
6/27/2004	12.7	16.1	10.2	12.8	1924.0	1012.2	7.7	N	0.2	0.0	1.1	100
6/28/2004	13.0	14.4	11.3	12.9	502.0	1010.3	12.2	N	0.2	0.0	0.3	100
6/29/2004	15.7	18.2	12.8	13.9	444.0	1009.3	8.2	N	0.6	0.0	0.4	100
6/30/2004	10.7	12.8	8.3	13.0	478.0	1013.0	6.7	S	0.6	0.0	0.4	99
Media	11.3	15.5	7.2	11.7	1488.6	1014.9	5.6	SO				95
Total					44657.0				32.0	1.3	26.8	
Normal de Mes	10.9								55.3			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno e Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Julio de 2004

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo	Radiación	Presión	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P.	Humedad
	Media	Máx.	Mín.	h=(-0,05 m)	Solar	Barométrica	Velocidad	Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C	Wat./m2	Hpa.	Km/H.		mm.	mm/h	mm	%
7/1/2004	8.5	13.3	2.6	11.3	869.0	1008.9	7.0	N	0.2	0.0	0.6	100
7/2/2004	14.4	16.3	10.5	13.0	760.0	1004.8	8.4	SO	0.4	0.0	0.6	95
7/3/2004	8.9	15.0	4.4	11.6	2101.0	1015.0	3.3	O	0.0	0.0	1.4	78
7/4/2004	9.0	14.9	3.2	10.1	1366.0	1017.6	3.7	N	0.2	0.0	0.8	90
7/5/2004	10.1	14.2	5.9	10.7	1795.0	1018.0	3.6	SSE	0.0	0.0	1.1	92
7/6/2004	13.9	20.8	8.8	11.3	2068.0	1008.7	10.5	NO	0.2	0.0	1.9	86
7/7/2004	7.2	11.3	1.6	10.7	821.0	1008.4	2.5	ONO	0.0	0.0	0.5	94
7/8/2004	4.7	12.2	-1.4	8.4	2404.0	1012.7	4.3	ONO	0.0	0.0	1.5	79
7/9/2004	6.2	9.3	4.2	7.9	355.0	1006.7	8.3	NNO	3.8	0.3	0.5	85
7/10/2004	3.6	9.4	-1.1	7.0	2401.0	1015.1	5.9	O	0.0	0.0	1.2	88
7/11/2004	4.7	10.6	-2.1	6.7	2335.0	1018.5	6.5	NNE	0.0	0.0	1.4	84
7/12/2004	8.3	11.6	5.6	7.7	2146.0	1010.3	9.5	NNE	0.0	0.0	1.4	85
7/13/2004	9.4	16.8	2.2	8.7	1507.0	1003.5	2.7	NE	0.0	0.0	1.0	96
7/14/2004	9.5	17.3	4.3	9.1	2178.0	1009.8	4.1	SO	0.2	0.0	1.5	89
7/15/2004	5.1	10.9	0.7	8.3	2360.0	1022.1	4.7	SSO	0.0	0.0	1.1	95
7/16/2004	4.7	11.0	-0.1	7.5	2257.0	1030.4	4.0	SSO	0.0	0.0	1.1	94
7/17/2004	2.0	8.3	-3.3	6.2	2492.0	1032.8	2.6	SSE	0.0	0.0	1.1	93
7/18/2004	4.5	9.6	-0.8	6.6	2353.0	1030.1	3.6	ESE	0.0	0.0	1.1	95
7/19/2004	8.6	14.3	0.5	7.6	2162.0	1025.7	8.0	ENE	0.2	0.0	1.2	95
7/20/2004	12.6	17.1	9.4	10.0	2084.0	1024.1	12.8	ENE	0.0	0.0	1.3	96
7/21/2004	13.4	18.0	9.9	11.0	1779.0	1019.3	13.7	ENE	0.0	0.0	1.3	93
7/22/2004	14.1	15.8	12.7	11.7	418.0	1014.8	12.2	NNE	0.2	0.0	0.5	94
7/23/2004	15.3	18.3	12.7	12.3	1460.0	1013.1	12.0	NNE	11.1	0.3	1.4	92
7/24/2004	14.8	18.7	11.4	13.2	2231.0	1018.0	5.1	N	13.4	0.0	1.5	98
7/25/2004	16.5	19.7	13.7	13.6	1888.0	1013.9	12.4	NNE	0.4	0.0	1.5	91
7/26/2004	16.9	21.2	13.7	14.2	2576.0	1017.2	6.3	ENE	0.2	0.0	1.9	89
7/27/2004	16.0	19.6	10.5	13.9	2414.0	1014.9	9.0	ENE	0.8	45.7	1.8	89
7/28/2004	13.5	15.7	10.5	13.5	129.0	1011.2	6.8	NE	6.6	0.8	0.2	98
7/29/2004	9.8	14.4	5.8	12.0	3039.0	1020.7	5.0	SO	0.6	0.0	1.7	91
7/30/2004	7.1	13.8	1.8	10.1	3119.0	1025.5	2.8	SSO	0.2	0.0	1.4	93
7/31/2004	7.7	15.5	2.2	9.6	2741.0	1022.1	1.7	SSO	0.2	0.0	1.3	96
Media Mensual	9.7	14.7	5.2	10.2	1890.6	1016.6	6.5	N				91
Total de Mes					58608.0				38.9	45.7	36.6	
Normal de Mes	10.5								64.2			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno e Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Agosto de 2004

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo	Radiación	Presión	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P.	Humedad
	Media	Máx.	Mín.	h=(-0,05 m)	Solar	Barométrica	Velocidad	Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C	Wat./m2	Hpa.	Km/H.		mm.	mm/h	mm	%
8/1/2004	11.3	14.9	6.5	10.7	850.0	1017.4	4.1	E	0.2	0.0	0.4	100
8/2/2004	14.5	17.7	11.8	12.5	2322.0	1010.7	11.3	ENE	0.2	0.0	1.4	98
8/3/2004	17.3	22.5	14.3	13.9	2097.0	1005.5	8.3	NE	0.0	0.0	1.5	93
8/4/2004	14.7	18.9	11.0	14.2	1100.0	1008.9	6.0	S	0.0	0.0	0.7	100
8/5/2004	9.3	13.3	6.8	11.9	557.0	1014.4	12.2	SO	25.3	10.7	0.4	100
8/6/2004	6.7	10.1	3.5	9.8	1670.0	1027.6	4.6	SO	0.0	0.0	0.9	98
8/7/2004	6.1	9.9	2.0	9.4	2580.0	1031.7	4.5	SO	0.4	0.0	1.4	94
8/8/2004	4.5	11.6	-1.5	7.9	3336.0	1030.4	1.9	NNE	0.2	0.0	1.6	93
8/9/2004	7.5	13.3	1.9	8.0	3352.0	1024.7	5.4	N	0.0	0.0	1.9	88
8/10/2004	9.3	17.9	2.7	8.7	3212.0	1023.7	0.3	N	0.2	0.0	1.6	92
8/11/2004	11.3	16.4	6.9	10.1	2778.0	1022.2	5.3	ENE	0.2	0.0	1.6	94
8/12/2004	13.7	18.4	10.1	11.8	3043.0	1019.0	7.0	N	0.0	0.0	1.9	96
8/13/2004	16.7	23.6	10.4	12.8	2866.0	1013.0	7.4	NE	0.2	0.0	2.1	91
8/14/2004	19.4	23.5	16.6	14.4	2230.0	1007.4	12.3	NNE	0.0	0.0	2.3	81
8/15/2004	18.5	21.7	15.8	14.6	1834.0	1007.6	10.8	N	1.4	0.5	1.9	85
8/16/2004	12.6	16.7	11.3	13.7	112.0	1009.4	7.6	SSE	24.2	7.9	0.2	100
8/17/2004	11.4	12.3	9.2	12.5	466.0	1013.0	11.3	SSE	2.2	0.0	0.4	100
8/18/2004	8.9	10.7	7.8	11.0	1163.0	1020.6	10.4	S	0.6	0.0	0.7	100
8/19/2004	9.1	11.1	7.0	10.6	523.0	1020.6	6.9	SSE	6.2	0.0	0.4	100
8/20/2004	11.0	12.7	9.1	11.3	956.0	1011.4	7.3	SSE	8.0	0.3	0.7	100
8/21/2004	7.5	9.6	4.6	10.0	1167.0	1015.1	6.7	OSO	3.0	0.3	0.7	100
8/22/2004	7.6	9.8	4.4	9.9	1849.0	1019.5	1.9	O	0.0	0.0	1.0	97
8/23/2004	9.6	15.9	2.9	9.7	3583.0	1016.4	8.0	NO	3.1	18.3	2.3	88
8/24/2004	13.8	19.8	9.3	10.9	3552.0	1010.9	8.7	NNO	0.6	26.2	2.6	81
8/25/2004	10.3	17.1	4.9	10.6	3892.0	1015.4	2.0	SSO	0.0	0.0	2.2	87
8/26/2004	9.0	15.2	1.2	9.8	3813.0	1017.8	4.2	NNE	0.2	0.0	2.3	87
8/27/2004	13.3	18.7	9.1	11.2	2473.0	1012.2	6.0	N	0.0	0.0	1.8	90
8/28/2004	13.0	20.7	6.1	11.3	2967.0	1012.9	2.2	ONO	0.0	0.0	2.1	88
8/29/2004	17.2	24.9	12.4	12.7	3633.0	1009.0	8.3	N	0.0	0.0	3.1	80
8/30/2004	11.1	16.8	5.3	12.6	3418.0	1014.6	4.3	S	0.0	0.0	2.2	90
8/31/2004	11.0	15.1	9.8	12.0	608.0	1015.7	8.6	ESE	0.0	0.0	0.5	94
Media Mensual	11.5	16.2	7.5	11.3	2193.6	1016.1	6.6	N				93
Total de Mes					68002.0				76.4	26.2	44.7	
Normal de Mes	10.9								55.6			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno e Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Setiembre de 2004

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo	Radiación	Presión	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P.	Humedad
	Media	Máx.	Mín.	h=(-0,05 m)	Solar	Barométrica	Velocidad	Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C	Wat./m2	Hpa.	Km/H.	Dom.	mm.	mm/h	mm	%
9/1/2004	13.3	15.0	12.3	12.7	197.0	1010.8	9.0	ENE	15.6	9.7	0.3	100
9/2/2004	12.8	19.4	8.6	12.6	3154.0	1015.1	3.5	SSO	0.2	0.0	2.0	98
9/3/2004	13.2	17.0	8.8	12.8	3564.0	1016.5	9.1	E	0.2	0.0	2.2	96
9/4/2004	19.5	26.3	14.6	14.6	3360.0	1002.9	15.9	NE	0.6	0.8	2.9	89
9/5/2004	16.7	20.9	12.5	15.7	3733.0	1003.8	8.2	SSE	3.6	3.8	2.8	89
9/6/2004	15.8	19.7	11.7	15.0	1727.0	998.5	10.1	S	6.4	7.4	1.3	96
9/7/2004	12.3	18.1	7.6	13.4	3147.0	1010.3	7.8	SSO	0.4	0.0	2.3	86
9/8/2004	9.1	13.6	4.7	11.9	3674.0	1020.2	7.2	SSE	0.2	0.0	2.3	83
9/9/2004	7.7	15.9	0.5	10.7	4468.0	1023.4	3.3	SSE	0.0	0.0	2.6	82
9/10/2004	8.9	16.2	1.9	10.2	3623.0	1024.3	1.5	S	0.0	0.0	2.1	83
9/11/2004	7.6	12.8	2.2	10.1	4179.0	1032.2	5.4	S	0.0	0.0	2.2	90
9/12/2004	7.6	13.7	0.4	9.7	4168.0	1033.2	2.1	N	0.0	0.0	2.2	90
9/13/2004	11.8	16.9	4.2	10.8	4271.0	1021.6	6.7	NE	0.2	0.0	2.7	89
9/14/2004	15.2	18.1	12.2	13.2	1818.0	1013.6	5.2	N	0.0	0.0	1.1	98
9/15/2004	10.4	14.7	5.6	12.3	4206.0	1017.0	6.1	SO	0.0	0.0	2.4	90
9/16/2004	11.4	19.2	2.9	11.1	4514.0	1016.5	5.8	ONO	0.0	0.0	3.2	81
9/17/2004	15.5	21.0	10.3	12.6	4049.0	1010.4	10.5	N	0.0	0.0	3.3	80
9/18/2004	18.1	25.0	14.1	14.1	3696.0	1005.4	8.5	NNE	0.0	0.0	3.3	80
9/19/2004	12.9	15.7	6.4	13.9	791.0	1011.3	7.8	S	0.8	0.5	0.6	96
9/20/2004	9.2	15.9	4.2	11.9	4891.0	1018.8	5.8	ESE	0.0	0.0	3.0	85
9/21/2004	11.6	16.4	6.0	12.2	1372.0	1012.2	4.5	SSE	0.0	0.0	0.8	99
9/22/2004	13.4	22.9	5.9	12.4	4906.0	1016.5	3.3	ONO	0.2	0.0	3.6	76
9/23/2004	14.8	23.1	4.8	12.3	4827.0	1015.4	6.8	N	0.0	0.0	4.3	64
9/24/2004	17.2	23.3	10.2	13.8	4817.0	1013.9	9.0	N	0.0	0.0	3.9	73
9/25/2004	14.4	23.2	4.4	13.9	4734.0	1013.7	6.0	NE	0.0	0.0	3.4	85
9/26/2004	19.0	26.6	14.6	15.5	4734.0	1013.0	7.4	ESE	0.0	0.0	3.5	87
9/27/2004	16.3	20.8	14.2	15.6	1634.0	1012.3	10.3	ENE	0.0	0.0	1.2	97
9/28/2004	15.9	21.5	11.5	15.3	4680.0	1012.1	7.0	SSO	0.4	0.0	3.6	79
9/29/2004	10.3	15.8	5.4	13.2	4304.0	1019.6	5.8	SO	0.0	0.0	2.8	81
9/30/2004	11.2	15.8	5.6	12.5	4124.0	1019.0	7.8	NNE	0.0	0.0	2.8	85
Media Mensual	13.1	18.8	7.6	12.9	3578.7	1015.1	6.9	N				87
Total de Mes					107362.0				28.8		74.5	
Normal de Mes	13.9								71.1			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno y Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Octubre de 2004

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo	Radiación	Presión	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P.	Humedad
	Media	Máx.	Mín.	h=(-0,05 m)	Solar	Barométrica	Velocidad	Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C	Wat./m2	Hpa.	Km/H.		mm.	mm/h	mm	%
10/1/2004	17.3	25.4	11.6	13.8	4871.0	1013.0	10.0	NO	0.0	0.0	4.2	74
10/2/2004	11.6	18.1	6.2	13.9	5044.0	1016.9	3.9	S	0.0	0.0	3.0	92
10/3/2004	10.4	17.3	3.7	13.0	3691.0	1019.8	2.5	ESE	0.2	0.0	2.2	94
10/4/2004	12.8	18.8	7.3	13.5	4331.0	1020.0	5.7	ESE	0.6	0.0	2.7	95
10/5/2004	12.5	18.2	5.8	13.9	5077.0	1021.7	5.6	ESE	0.0	0.0	3.3	91
10/6/2004	14.0	19.3	9.4	14.2	5352.0	1020.5	8.7	ENE	0.0	0.0	3.7	88
10/7/2004	15.8	20.7	12.2	14.7	5132.0	1016.1	12.9	NE	0.0	0.0	3.7	86
10/8/2004	14.3	16.7	12.3	14.8	1405.0	1011.2	7.7	ENE	0.6	0.8	0.9	98
10/9/2004	15.8	20.2	13.6	15.2	2003.0	1005.0	3.7	SSO	11.4	1.5	1.4	99
10/10/2004	13.5	17.0	10.1	15.2	2609.0	1009.6	4.8	SSO	0.0	0.0	1.7	98
10/11/2004	12.6	17.3	7.1	14.0	2172.0	1011.7	7.6	ESE	0.0	0.0	1.4	99
10/12/2004	14.7	15.6	13.6	14.5	579.0	1007.0	10.3	E	8.2	3.8	0.5	98
10/13/2004	12.7	16.3	8.8	13.6	2291.0	1004.0	13.4	NO	0.8	0.5	1.6	96
10/14/2004	14.2	21.4	7.2	13.5	5750.0	1009.9	4.9	NO	0.0	0.0	4.0	84
10/15/2004	17.3	24.2	11.0	15.0	3603.0	1007.3	4.9	ENE	0.0	0.0	2.7	89
10/16/2004	18.4	23.0	14.6	16.3	4253.0	1002.2	6.2	SO	4.0	0.5	3.2	88
10/17/2004	16.5	23.3	8.8	15.5	5879.0	1009.0	4.4	ONO	0.2	0.0	4.2	77
10/18/2004	15.8	20.7	10.1	15.5	5669.0	1011.1	7.6	N	3.6	0.8	4.2	77
10/19/2004	13.4	20.6	5.3	14.4	5973.0	1020.1	2.9	SSO	0.0	0.0	4.0	71
10/20/2004	15.8	21.7	10.8	14.7	5932.0	1019.9	6.3	N	0.0	0.0	4.4	78
10/21/2004	18.4	23.5	12.3	15.6	6038.0	1014.8	9.3	NNE	0.0	0.0	4.8	73
10/22/2004	19.0	24.1	15.4	16.6	3047.0	1009.6	8.1	N	1.4	0.8	2.4	87
10/23/2004	17.0	21.4	8.6	16.5	4213.0	1006.6	7.2	SO	3.8	0.5	3.3	83
10/24/2004	13.1	20.8	3.6	14.0	5330.0	1010.2	6.2	NNO	0.0	0.0	4.2	70
10/25/2004	16.5	22.7	10.8	14.6	4478.0	1004.2	9.8	NNO	0.0	0.0	4.1	71
10/26/2004	14.4	17.7	6.1	14.7	2086.0	1006.7	7.2	NO	0.0	0.0	1.8	80
10/27/2004	13.4	20.3	2.9	13.1	6106.0	1014.9	12.0	N	0.0	0.0	5.0	76
10/28/2004	19.4	25.2	11.7	15.4	5517.0	1011.9	11.3	N	0.0	0.0	5.1	66
10/29/2004	18.1	19.9	15.5	16.2	1033.0	1008.7	6.1	NE	4.0	0.5	1.1	87
10/30/2004	15.6	21.7	10.8	15.7	3496.0	1011.7	4.0	ESE	0.0	0.0	2.4	96
10/31/2004	17.4	25.2	9.2	16.1	5990.0	1013.5	5.2	N	0.2	0.0	4.4	85
Media Mensual	15.2	20.6	9.6	14.8	4159.7	1011.9	7.1	SSO				85
Total de Mes					128950.0				39.0	3.8	95.6	
Normal de Mes	16.8								101.6			

Boletín Agrometeorológico Mensual - Noviembre de 2004

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo	Radiación	Presión	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P.	Humedad
	Media	Máx.	Mín.	h=(-0,05 m)	Solar	Barométrica	Velocidad	Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C	Wat./m2	Hpa.	Km/H.	Dom.	mm.	mm/h	mm	%
11/1/2004	22.5	28.0	17.4	18.1	5654.0	1009.7	11.1	N	0.0	0.0	5.0	78
11/2/2004	23.4	29.4	17.4	18.8	5092.0	1003.4	8.3	N	0.0	0.0	4.7	74
11/3/2004	19.0	22.9	13.5	18.8	4757.0	1003.0	9.0	SSE	18.8	16.5	3.8	88
11/4/2004	14.5	17.6	9.6	16.9	397.0	1006.2	2.8	S	26.8	4.6	0.2	100
11/5/2004	11.0	16.4	8.3	13.5	4063.0	1012.6	12.1	SSO	10.6	7.9	2.7	93
11/6/2004	11.8	18.0	5.5	13.9	6624.0	1017.9	4.2	SSO	0.0	0.0	4.0	89
11/7/2004	14.4	21.2	6.6	14.5	6511.0	1018.5	4.4	E	0.2	0.0	4.4	86
11/8/2004	17.8	22.4	11.6	16.1	4812.0	1014.2	8.0	NE	0.0	0.0	3.5	91
11/9/2004	18.5	20.9	16.6	17.5	1702.0	1009.3	3.4	ESE	16.8	5.8	1.2	100
11/10/2004	16.1	19.2	14.1	17.0	2775.0	1012.0	10.8	S	8.8	2.8	2.0	98
11/11/2004	14.1	17.1	12.1	15.9	2755.0	1011.4	12.5	S	5.0	2.3	1.8	100
11/12/2004	13.4	18.3	9.7	15.4	4859.0	1011.7	6.4	S	0.2	0.0	3.2	90
11/13/2004	14.1	19.1	7.7	15.2	5388.0	1013.6	7.5	ESE	0.0	0.0	3.8	90
11/14/2004	16.2	18.4	14.7	16.2	1853.0	1012.2	8.4	NNE	2.6	0.3	1.3	100
11/15/2004	16.3	20.7	11.3	16.5	2047.0	1011.1	2.3	E	10.0	20.3	1.5	99
11/16/2004	17.3	23.3	12.6	16.7	6534.0	1011.1	3.9	OSO	0.2	0.0	4.8	84
11/17/2004	14.7	19.0	10.5	15.9	3633.0	1010.3	6.0	ONO	0.0	0.0	2.4	88
11/18/2004	14.3	19.4	8.7	15.6	4300.0	1012.1	4.8	SO	0.0	0.0	2.8	89
11/19/2004	14.7	20.8	8.7	16.0	5033.0	1015.8	4.4	SSE	0.0	0.0	3.3	94
11/20/2004	14.7	21.1	7.8	16.1	6370.0	1016.7	4.2	E	0.2	0.0	4.2	90
11/21/2004	18.2	23.6	12.3	17.1	5816.0	1014.5	5.4	E	0.2	0.0	4.1	88
11/22/2004	21.2	28.2	15.2	18.4	5730.0	1012.9	4.8	N	0.0	0.0	4.4	83
11/23/2004	20.4	26.4	16.6	19.1	4045.0	1011.4	4.5	ESE	0.6	0.0	3.2	93
11/24/2004	20.2	23.8	17.7	19.5	2597.0	1010.4	3.2	ESE	4.0	0.3	2.0	99
11/25/2004	20.9	25.7	18.1	20.2	4600.0	1011.2	3.1	NE	0.6	0.0	3.5	97
11/26/2004	20.7	24.9	17.3	20.6	4884.0	1010.1	4.1	E	0.2	0.0	3.6	96
11/27/2004	20.6	24.7	16.5	20.8	3803.0	1007.9	3.3	ESE	0.2	0.0	2.9	95
11/28/2004	19.7	26.1	12.8	19.9	6309.0	1009.2	3.1	ESE	0.2	0.0	4.6	92
11/29/2004	21.1	28.1	13.2	20.5	6287.0	1011.2	3.4	N	1.2	0.5	4.8	87
11/30/2004	22.2	29.2	14.2	21.0	6308.0	1011.8	3.5	E	0.2	0.0	5.0	88
Media Mensual	17.5	22.5	12.6	17.4	4517.9	1011.4	5.8	ESE		2.0		91
Total de Mes					135538.0				107.6		98.7	
Normal de Mes	19.6								100.6			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno e Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Diciembre de 2004

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo	Radiación	Presión	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P.	Humedad
	Media	Máx.	Mín.	h=(-0,05 m)	Solar	Barométrica	Velocidad	Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C	Wat./m2	Hpa.	Km/H.		mm.	mm/h	mm	%
12/1/2004	22.6	27.1	19.6	21.4	5709.0	1011.1	8.6	NE	0.0	0.0	4.4	87
12/2/2004	24.7	29.9	20.1	22.1	5860.0	1008.7	7.4	ENE	0.0	0.0	4.4	89
12/3/2004	23.8	28.5	17.9	22.6	2460.0	1003.0	10.3	SO	0.8	0.0	2.1	91
12/4/2004	21.4	28.6	15.3	20.8	6471.0	1010.1	4.5	SO	0.0	0.0	5.3	74
12/5/2004	22.1	28.7	15.7	20.5	5242.0	1010.5	5.2	N	0.0	0.0	4.7	71
12/6/2004	21.1	27.7	15.2	20.7	5856.0	1010.2	7.0	ESE	0.0	0.0	4.7	90
12/7/2004	21.8	27.8	15.3	21.3	6043.0	1010.7	5.1	SE	0.0	0.0	4.8	89
12/8/2004	20.2	23.8	17.7	21.0	2834.0	1010.8	6.2	SE	10.6	3.8	2.1	97
12/9/2004	19.2	23.2	16.6	19.6	4037.0	1013.8	7.8	ESE	46.0	12.2	2.9	96
12/10/2004	20.2	24.7	16.4	20.0	6361.0	1017.4	8.5	ENE	0.0	0.0	4.7	89
12/11/2004	20.5	24.8	16.8	20.3	6183.0	1015.5	8.6	NE	0.0	0.0	4.6	86
12/12/2004	22.6	26.8	18.3	20.8	6333.0	1011.6	9.1	N	0.0	0.0	5.1	82
12/13/2004	22.2	27.8	17.0	21.6	5773.0	1011.6	5.1	ESE	0.0	0.0	4.4	94
12/14/2004	22.9	29.0	16.1	22.0	6258.0	1009.4	8.0	E	6.6	1.3	5.0	91
12/15/2004	22.0	26.4	17.8	22.0	2468.0	1004.6	7.6	NNE	5.6	0.3	2.1	92
12/16/2004	20.4	26.9	13.3	20.6	7162.0	1010.5	4.8	SSO	0.6	0.0	5.5	76
12/17/2004	22.0	26.9	15.7	20.5	7024.0	1011.5	8.6	N	0.2	0.0	6.2	67
12/18/2004	22.1	25.8	18.7	20.8	3749.0	1007.2	2.6	N	0.0	0.0	3.1	80
12/19/2004	21.0	28.5	15.1	20.9	5001.0	1007.0	5.8	SSE	0.2	0.0	3.9	93
12/20/2004	17.7	23.6	10.1	20.0	7043.0	1014.5	4.2	S	0.2	0.0	5.3	78
12/21/2004	20.3	26.3	14.3	19.6	6630.0	1016.8	6.8	NNE	0.0	0.0	5.5	69
12/22/2004	21.7	27.2	17.4	20.4	6929.0	1015.9	8.1	N	0.0	0.0	5.7	75
12/23/2004	22.3	26.7	18.3	20.9	6823.0	1010.1	9.3	NE	0.0	0.0	5.7	76
12/24/2004	21.1	26.0	16.2	20.9	3949.0	1004.0	5.8	NO	0.6	0.0	3.0	88
12/25/2004	16.4	18.7	14.7	18.8	2091.0	999.4	9.7	NO	0.2	0.0	1.3	98
12/26/2004	19.4	26.1	13.6	19.0	5586.0	1008.5	5.4	SO	0.0	0.0	4.3	91
12/27/2004	19.4	25.7	13.8	20.2	4885.0	1012.3	3.6	S	0.0	0.0	3.7	92
12/28/2004	21.4	27.1	16.4	21.3	6265.0	1010.6	5.0	ESE	0.0	0.0	4.9	90
12/29/2004	21.5	24.8	19.7	21.7	1962.0	1009.4	4.3	N	0.0	0.0	1.6	97
12/30/2004	23.7	29.8	15.9	22.0	6386.0	1010.5	4.3	NNE	0.0	0.0	5.4	83
12/31/2004	26.7	33.1	20.1	23.5	6809.0	1012.1	5.1	N	0.0	0.0	6.0	76
Media Mensual	21.4	26.7	16.4	20.9	5360.7	1010.3	6.5	N				85
Total de Mes					166182.0				71.6	12.2	132.4	
Normal de Mes	22.9								79.9			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno e Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Enero de 2005

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo	Radiación	Presión	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P.	Humedad
	Media	Máx.	Mín.	h=(-0,05 m)	Solar	Barométrica	Velocidad	Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C	Wat./m2	Hpa.	Km/H.		mm.	mm/h	mm	%
1/1/2005	27.3	34.2	21.8	24.4	6532.0	1012.7	4.8	N	0.0	0.0	5.9	72
1/2/2005	26.6	31.6	22.5	24.8	6565.0	1011.6	6.0	ENE	0.0	0.0	5.8	76
1/3/2005	26.1	33.1	22.5	25.4	5175.0	1006.1	3.9	N	0.0	0.0	4.3	89
1/4/2005	25.2	30.8	19.9	25.0	5404.0	1006.0	4.1	ESE	0.0	0.0	4.3	90
1/5/2005	26.8	34.6	20.7	25.7	5935.0	1006.1	4.3	ENE	0.0	0.0	5.0	86
1/6/2005	27.4	35.1	22.1	26.0	4986.0	1006.5	2.2	SSO	25.6	14.0	4.4	88
1/7/2005	26.0	35.6	22.5	25.6	4072.0	1007.4	6.3	N	10.4	9.7	3.8	92
1/8/2005	25.6	28.7	23.6	25.1	2822.0	1005.9	3.3	ENE	0.0	0.0	2.2	98
1/9/2005	24.7	31.0	18.5	24.9	4085.0	1006.2	4.6	SSE	0.0	0.0	3.5	89
1/10/2005	20.1	26.4	12.6	23.3	6392.0	1010.8	4.3	ESE	0.0	0.0	4.6	84
1/11/2005	24.6	31.1	18.3	24.0	6706.0	1009.8	6.6	NNE	0.0	0.0	5.4	86
1/12/2005	26.7	33.4	19.1	24.7	6007.0	1007.9	7.5	N	0.0	0.0	5.9	76
1/13/2005	21.0	26.3	15.4	23.2	5368.0	1011.1	7.6	ESE	0.2	0.0	4.9	74
1/14/2005	21.7	30.7	17.4	22.7	3182.0	1000.8	7.0	NE	5.0	1.5	2.8	91
1/15/2005	21.8	27.3	17.5	22.3	6363.0	1003.3	4.5	SO	0.2	0.0	5.0	80
1/16/2005	24.7	32.2	17.4	22.5	6835.0	1008.1	7.2	NO	0.0	0.0	6.3	67
1/17/2005	24.9	31.4	15.2	23.2	6570.0	1006.4	8.6	N	0.0	0.0	6.2	74
1/18/2005	20.4	26.9	12.8	22.5	6603.0	1011.1	5.6	S	0.0	0.0	5.1	77
1/19/2005	22.7	31.2	14.7	22.0	5292.0	1007.8	10.1	N	0.0	0.0	5.0	72
1/20/2005	17.6	23.6	11.2	20.8	6375.0	1010.4	6.1	SO	0.0	0.0	4.8	72
1/21/2005	19.3	27.8	9.6	20.2	6669.0	1007.8	6.5	N	0.0	0.0	5.7	74
1/22/2005	22.6	28.4	15.2	21.3	3168.0	1008.6	4.3	NO	0.2	0.0	2.8	78
1/23/2005	23.1	32.1	12.4	21.6	6869.0	1009.8	3.2	SO	0.0	0.0	5.8	68
1/24/2005	23.9	29.0	16.6	22.0	5632.0	1005.6	7.9	SO	0.0	0.0	5.6	62
1/25/2005	17.4	25.7	6.2	20.1	6822.0	1013.3	1.9	SO	0.0	0.0	4.9	55
1/26/2005	18.4	27.1	9.9	20.0	6361.0	1016.1	3.8	E	0.0	0.0	4.9	73
1/27/2005	22.0	28.8	16.4	21.4	6274.0	1014.6	7.0	NE	0.0	0.0	5.4	73
1/28/2005	24.8	31.8	18.1	22.9	6344.0	1008.9	7.9	N	0.0	0.0	6.0	70
1/29/2005	23.6	27.8	20.4	23.0	2827.0	1002.5	6.2	SSE	3.4	3.0	2.6	84
1/30/2005	19.4	23.3	16.2	21.3	827.0	1002.4	5.7	SSO	47.4	9.1	0.7	100
1/31/2005	14.6	16.6	12.3	17.5	1697.0	1011.5	18.0	SSO	50.2	2.0	1.2	100
Media Mensual	22.9	29.5	16.7	22.9	5314.8	1008.3	6.0	N				80
Total de Mes					164759.0				142.6	14.0	140.8	
Normal de Mes	24.2								105.4			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno e Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Febrero de 2005

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo	Radiación	Presión	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P.	Humedad
	Media	Máx.	Mín.	h=(-0,05 m)	Solar	Barométrica	Velocidad	Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C	Wat./m2	Hpa.	Km/H.		mm.	mm/h	mm	%
2/1/2005	14.3	20.3	8.2	16.6	6609.0	1020.3	32.2	SO	0.0	0.0	4.6	83
2/2/2005	15.5	22.5	8.6	17.3	6753.0	1021.1	19.3	SSO	0.0	0.0	4.5	82
2/3/2005	17.9	25.3	9.9	18.4	6663.0	1018.7	19.3	E	0.0	0.0	4.7	82
2/4/2005	20.5	26.6	14.8	20.0	6443.0	1017.8	24.1	NE	0.0	0.0	4.7	82
2/5/2005	22.0	27.6	17.6	21.4	6466.0	1015.5	25.7	ENE	0.0	0.0	4.7	92
2/6/2005	23.8	27.3	20.7	22.6	3334.0	1012.4	22.5	ENE	0.0	0.0	2.6	95
2/7/2005	23.2	25.6	21.6	22.7	1425.0	1009.3	25.7	ENE	4.8	2.0	1.3	97
2/8/2005	23.4	26.4	22.0	22.6	1662.0	1007.4	33.8	N	12.2	5.3	1.3	100
2/9/2005	24.9	31.5	20.4	23.6	4702.0	1008.6	35.4	N	19.0	26.2	3.9	94
2/10/2005	20.6	23.7	18.8	22.3	2918.0	1008.5	29.0	SSO	1.8	3.8	2.2	98
2/11/2005	20.4	24.1	17.8	21.6	3252.0	1010.5	35.4	SSE	0.6	0.8	2.4	97
2/12/2005	21.4	25.2	18.2	22.0	3826.0	1012.8	30.6	ESE	1.4	2.8	2.7	97
2/13/2005	22.8	26.7	19.7	22.7	4276.0	1013.1	27.4	E	0.0	0.0	3.3	96
2/14/2005	22.7	26.9	19.0	23.4	5719.0	1014.0	20.9	ESE	0.0	0.0	4.2	93
2/15/2005	21.0	24.9	17.3	22.9	5730.0	1011.2	20.9	ESE	0.2	0.0	4.2	90
2/16/2005	21.7	26.5	17.4	22.6	5374.0	1009.0	20.9	E	0.0	0.0	4.0	88
2/17/2005	21.2	27.0	15.1	22.6	5991.0	1011.7	20.9	E	0.0	0.0	4.6	88
2/18/2005	21.2	26.8	15.7	24.1	5516.0	1013.5	20.9	ESE	0.2	0.0	4.0	91
2/19/2005	23.5	28.9	18.8	25.1	5100.0	1013.3	20.9	E	0.0	0.0	3.8	90
2/20/2005	23.7	28.2	18.7	25.3	3971.0	1013.1	20.9	E	0.0	0.0	3.1	94
2/21/2005	24.5	30.2	19.8	25.8	4059.0	1010.0	29.0	E	0.2	0.0	3.4	92
2/22/2005	23.9	28.9	18.6	26.3	5217.0	1008.0	22.5	E	0.2	0.0	4.1	94
2/23/2005	25.8	32.4	20.2	27.0	4777.0	1009.2	24.1	N	0.2	0.0	4.0	91
2/24/2005	24.3	31.9	20.3	26.2	2854.0	1011.2	25.7	N	47.6	22.9	2.3	96
2/25/2005	23.3	28.4	20.2	24.6	2886.0	1007.8	22.5	SSO	0.4	0.3	2.3	94
2/26/2005	22.2	27.8	16.6	25.1	5292.0	1005.5	20.9	SSO	0.0	0.0	4.1	86
2/27/2005	21.5	29.3	14.5	24.2	5378.0	1005.5	17.7	N	0.0	0.0	4.2	80
2/28/2005	18.4	22.0	12.2	23.0	4622.0	1015.4	35.4	S	0.0	0.0	3.6	83
Media Mensual	21.8	26.9	17.2	22.9	4672.0	1011.9	25.2	E				91
Total de Mes					130815.0				88.8	26.2	98.6	
Normal de Mes	23.1								105.0			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno e Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Marzo de 2005

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo	Radiación	Presión	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P.	Humedad
	Media	Máx.	Mín.	h=(-0,05 m)	Solar	Barométrica	Velocidad	Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C	Wat./m2	Hpa.	Km/H.		mm.	mm/h	mm	%
3/1/2005	14.7	22.1	8.2	20.9	5377.0	1020.7	3.8	S	0.0	0.0	3.6	83
3/2/2005	16.3	21.8	10.6	21.2	5129.0	1019.1	3.2	E	0.0	0.0	3.4	88
3/3/2005	19.0	25.1	11.4	21.8	5488.0	1017.2	5.4	E	0.0	0.0	4.1	86
3/4/2005	22.4	27.8	17.5	23.1	5487.0	1014.1	7.5	NNE	0.0	0.0	4.4	84
3/5/2005	23.2	29.4	17.3	23.9	4195.0	1013.6	1.9	E	0.2	0.0	3.3	89
3/6/2005	25.0	32.6	19.8	25.2	5072.0	1008.0	3.5	S	0.2	0.0	4.3	86
3/7/2005	20.0	22.6	17.9	23.2	1023.0	1005.5	7.6	SSO	14.0	6.9	0.8	99
3/8/2005	17.7	22.2	14.2	20.5	2179.0	1010.1	5.4	SSO	26.8	15.2	1.5	95
3/9/2005	15.6	22.1	7.2	19.6	5523.0	1013.0	2.9	N	0.0	0.0	3.7	77
3/10/2005	21.2	28.7	14.7	20.3	5238.0	1003.5	11.6	NO	0.0	0.0	4.8	73
3/11/2005	23.5	29.8	18.8	22.6	5135.0	1005.0	5.5	NO	0.0	0.0	4.1	79
3/12/2005	19.7	23.1	17.0	21.8	1940.0	1010.9	2.0	ESE	0.0	0.0	1.5	93
3/13/2005	19.0	24.3	15.7	21.5	3099.0	1010.3	2.0	S	0.0	0.0	2.0	95
3/14/2005	18.5	26.0	12.3	21.8	5190.0	1009.3	2.1	E	0.4	0.0	3.2	92
3/15/2005	19.2	25.5	12.4	22.3	4981.0	1009.1	2.7	E	0.2	0.0	3.3	95
3/16/2005	20.4	26.7	14.8	22.8	4028.0	1010.3	2.3	SE	0.4	0.0	2.7	96
3/17/2005	22.1	28.4	16.4	23.4	3441.0	1009.4	2.8	N	0.2	0.0	2.6	93
3/18/2005	18.2	23.3	12.6	22.3	4775.0	1012.0	5.6	SO	6.4	2.8	3.3	87
3/19/2005	16.6	23.1	9.8	20.8	4940.0	1012.7	1.8	SSO	0.0	0.0	3.3	82
3/20/2005	18.3	19.3	17.1	20.1	863.0	1006.7	8.0	N	3.6	0.5	0.6	97
3/21/2005	18.2	21.3	12.4	19.9	3130.0	1009.9	7.6	SO	1.4	0.3	2.6	81
3/22/2005	14.1	21.7	7.3	18.5	4000.0	1018.6	2.1	SSO	0.0	0.0	2.7	87
3/23/2005	15.2	21.2	10.4	18.3	1747.0	1021.1	0.9	S	0.0	0.0	1.1	94
3/24/2005	16.8	23.6	10.1	18.5	4323.0	1019.1	3.9	E	0.2	0.0	3.0	93
3/25/2005	19.3	25.2	12.4	19.9	4317.0	1016.0	4.3	E	0.0	0.0	3.1	89
3/26/2005	19.8	25.8	13.7	20.8	4635.0	1012.8	4.1	E	0.2	0.0	3.2	95
3/27/2005	21.6	26.7	18.3	21.4	2363.0	1011.7	2.7	ENE	0.0	0.0	1.7	95
3/28/2005	19.6	25.1	14.9	20.9	2794.0	1009.9	3.3	SO	23.4	8.4	2.1	99
3/29/2005	18.5	23.1	11.7	19.9	2814.0	1010.1	5.9	SO	7.4	2.3	2.1	94
3/30/2005	13.5	19.3	7.5	18.2	3531.0	1018.5	4.9	S	0.0	0.0	2.3	90
3/31/2005	16.2	20.9	12.8	18.4	1969.0	1014.2	4.0	ENE	0.6	0.0	1.4	97
Media Mensual	18.8	24.4	13.5	21.1	3829.9	1012.3	4.2	SE				90
Total de Mes					118726.0				85.6	15.2	85.7	
Normal de Mes	20.9								108.9			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno e Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Abril de 2005

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo	Radiación	Presión	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P.	Humedad
	Media	Máx.	Mín.	h=(-0,05 m)	Solar	Barométrica	Velocidad	Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C	Wat./m2	Hpa.	Km/H.	Dom.	mm.	mm/h	mm	%
4/1/2005	18.2	23.1	14.0	19.4	2716.0	1011.2	2.7	E	15.0	3.6	2.0	97
4/2/2005	15.5	19.3	11.7	18.5	3467.0	1013.9	7.0	SO	0.0	0.0	2.3	91
4/3/2005	12.7	19.1	7.7	17.0	4238.0	1015.5	3.1	O	0.0	0.0	2.4	89
4/4/2005	13.6	20.9	6.2	16.4	4420.0	1016.4	4.3	N	0.0	0.0	3.0	86
4/5/2005	17.4	22.2	13.2	17.4	4352.0	1012.6	7.9	NNE	0.0	0.0	3.0	86
4/6/2005	18.1	25.6	10.1	18.4	4024.0	1009.2	2.2	ENE	0.0	0.0	2.8	90
4/7/2005	19.6	24.9	8.6	19.9	2527.0	1002.0	4.6	SSE	29.6	10.7	2.1	85
4/8/2005	12.9	21.4	5.8	16.6	4147.0	1013.6	3.0	N	2.0	61.0	2.9	78
4/9/2005	15.5	21.3	9.3	16.5	3172.0	1012.9	3.4	N	0.0	0.0	2.1	92
4/10/2005	18.1	22.4	13.7	17.8	1332.0	1006.6	1.5	ENE	0.0	0.0	0.8	100
4/11/2005	18.7	22.5	14.1	19.1	2347.0	1006.5	2.3	ENE	0.0	0.0	1.7	93
4/12/2005	13.2	17.6	7.2	17.5	3729.0	1020.2	6.4	S	0.0	0.0	2.2	90
4/13/2005	12.2	18.0	5.8	16.0	2760.0	1019.2	4.2	SSE	2.4	0.3	1.7	95
4/14/2005	16.0	17.7	14.6	17.1	919.0	1008.3	8.3	SSE	16.4	2.5	0.7	100
4/15/2005	16.5	21.6	13.3	17.3	3623.0	1011.2	5.6	SO	2.0	0.5	2.3	96
4/16/2005	16.5	24.2	9.6	17.0	3891.0	1013.9	2.4	N	0.0	0.0	2.5	91
4/17/2005	17.9	23.3	12.5	17.3	3717.0	1013.6	5.9	N	0.0	0.0	2.5	94
4/18/2005	19.8	24.5	15.7	18.5	3646.0	1008.5	6.6	N	0.0	0.0	2.4	95
4/19/2005	19.6	26.9	11.2	19.1	3807.0	1008.9	4.6	N	0.0	0.0	2.6	85
4/20/2005	11.5	17.1	6.7	17.0	3813.0	1016.8	4.3	S	0.0	0.0	2.0	87
4/21/2005	12.0	19.1	5.5	15.7	3695.0	1015.4	2.9	N	0.0	0.0	2.1	92
4/22/2005	16.2	22.1	10.2	16.1	3218.0	1012.3	5.1	N	0.0	0.0	2.0	95
4/23/2005	18.2	24.7	14.1	17.1	2967.0	1008.4	6.0	N	0.4	0.0	2.1	92
4/24/2005	11.3	15.6	5.3	15.5	1889.0	1018.5	12.1	SSO	1.6	0.0	1.4	88
4/25/2005	7.8	14.4	2.7	12.7	3676.0	1028.1	6.5	SO	0.0	0.0	2.0	86
4/26/2005	8.3	16.3	2.4	12.4	3583.0	1024.9	1.7	SO	0.0	0.0	1.8	88
4/27/2005	9.8	17.8	3.4	12.4	3428.0	1019.5	2.5	N	0.0	0.0	2.0	88
4/28/2005	10.8	18.3	4.0	12.6	2556.0	1015.8	1.7	N	0.0	0.0	1.5	92
4/29/2005	12.9	20.6	6.2	13.3	2978.0	1017.8	2.7	NNO	0.0	0.0	1.9	93
4/30/2005	14.5	20.7	7.8	14.1	3168.0	1018.4	4.8	N	0.0	0.0	2.0	93
Media Mensual	14.8	20.8	9.1	16.5	3260.2	1014.0	4.5	N				91
Total de Mes					97805.0				69.4	61.0	63.0	
Normal de Mes	16.1								84.4			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno e Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Mayo de 2005

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo h=(-0,05 m)	Radiación Solar Wat./m2	Presión Barométrica Hpa.	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P. mm	Humedad %
	Media	Máx.	Mín.				Velocidad	Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C			Km/H.		mm.	mm/h		
5/1/2005	16.7	21.9	12.2	15.2	3355.0	1017.1	7.0	N	0.4	0.0	2.1	94
5/2/2005	17.2	22.7	11.9	15.8	3340.0	1014.3	4.8	NNE	0.0	0.0	2.1	91
5/3/2005	19.9	24.8	15.6	16.9	3256.0	1011.0	9.1	NNE	0.0	0.0	2.3	88
5/4/2005	20.3	24.2	17.6	17.8	2139.0	1008.1	10.5	N	0.0	0.0	1.6	93
5/5/2005	13.9	18.6	10.2	16.5	1663.0	1016.1	7.5	SSO	0.0	0.0	1.1	97
5/6/2005	10.6	14.5	6.8	14.4	1460.0	1020.8	5.9	S	0.0	0.0	1.0	94
5/7/2005	9.0	15.8	4.0	13.1	2880.0	1022.8	3.3	SSE	0.0	0.0	1.7	88
5/8/2005	10.0	16.7	3.0	12.5	1876.0	1021.3	3.3	ESE	0.0	0.0	1.3	95
5/9/2005	15.5	20.9	11.7	15.1	2445.0	1013.3	2.3	ENE	3.4	2.0	1.5	98
5/10/2005	16.0	18.9	12.9	15.6	1185.0	1006.8	3.7	NNE	1.0	2.8	0.7	100
5/11/2005	12.9	18.7	7.4	15.0	3183.0	1010.6	3.7	N	0.4	2.8	1.9	86
5/12/2005	13.7	18.3	7.6	13.6	1259.0	1006.0	3.7	N	0.0	0.0	0.7	98
5/13/2005	15.0	18.6	11.6	14.9	1225.0	1006.5	6.4	ESE	1.8	0.0	0.9	99
5/14/2005	13.7	15.9	9.8	15.0	1099.0	1006.7	8.4	SSO	3.2	0.5	0.9	95
5/15/2005	9.7	12.9	7.2	13.0	745.0	1012.3	3.9	SSO	3.8	0.5	0.6	96
5/16/2005	9.9	16.0	5.4	12.4	3016.0	1013.0	3.9	SSO	0.0	0.0	1.7	88
5/17/2005	9.3	14.9	2.2	11.3	2010.0	1009.6	4.1	ENE	0.0	0.0	1.0	98
5/18/2005	14.3	17.0	12.3	13.8	1607.0	1005.5	2.9	ENE	0.2	0.0	0.9	99
5/19/2005	13.8	18.8	6.8	15.0	2587.0	1006.2	2.3	SSO	0.2	0.0	1.6	85
5/20/2005	6.1	11.2	1.7	11.1	940.0	1009.7	2.1	SSO	0.0	0.0	0.5	89
5/21/2005	6.9	12.6	2.5	9.1	2956.0	1008.8	8.6	ONO	0.0	0.0	2.0	71
5/22/2005	9.0	18.3	0.8	8.9	2778.0	1009.0	6.9	N	0.0	0.0	1.9	79
5/23/2005	12.7	15.0	9.8	11.1	1446.0	1003.7	12.1	N	0.0	0.0	1.2	86
5/24/2005	12.3	19.5	6.2	11.4	2681.0	1004.2	3.5	NNE	0.0	0.0	1.7	89
5/25/2005	7.8	13.2	3.1	11.0	2769.0	1011.9	3.5	SSO	0.0	0.0	1.2	92
5/26/2005	10.8	16.8	4.6	10.8	1959.0	1012.9	4.4	N	0.0	0.0	1.1	97
5/27/2005	14.8	18.4	12.4	13.0	2366.0	1012.9	7.1	N	0.0	0.0	1.3	95
5/28/2005	16.6	21.9	11.9	13.6	2166.0	1008.4	8.1	NNE	0.0	0.0	1.1	95
5/29/2005	18.2	20.0	11.8	16.0	338.0	1006.9	9.1	N	9.0	10.7	0.4	98
5/30/2005	9.8	16.6	2.6	12.8	2790.0	1019.8	3.6	ENE	0.0	0.0	1.6	84
5/31/2005	11.7	16.2	6.2	11.6	998.0	1016.3	3.3	NNE	0.2	0.0	0.5	100
Media Mensual	12.8	17.7	8.1	13.5	2081.2	1011.4	5.5	SO				92
Total de Mes					64517.0				23.6	10.7	40.1	
Normal de Mes	13.9								86.7			

Boletín Agrometeorológico Mensual - Junio de 2005

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo h=(-0,05 m)	Radiación Solar Wat./m2	Presión Barométrica Hpa.	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P. mm	Humedad %
	Media	Máx.	Mín.				Velocidad	Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C			Km/H.	Dom.	mm.	mm/h		
6/1/2005	17.3	20.3	14.4	14.4	601.0	1011.2	6.8	NNE	1.8	3.8	0.5	100
6/2/2005	21.2	24.7	18.9	17.6	1305.0	1004.1	13.9	N	6.6	8.6	1.1	99
6/3/2005	14.0	18.9	12.2	16.0	441.0	1011.7	6.5	S	1.4	0.8	0.5	97
6/4/2005	14.3	18.2	10.9	14.6	1239.0	1012.5	7.4	SSE	0.0	0.0	0.9	99
6/5/2005	15.7	19.4	11.7	15.8	1925.0	1014.5	5.0	S	1.4	0.5	1.2	98
6/6/2005	15.8	19.1	12.2	15.2	304.0	1012.7	6.5	ENE	0.8	0.0	0.2	100
6/7/2005	21.0	24.4	18.7	17.8	2222.0	1006.2	9.8	N	0.0	0.0	1.6	98
6/8/2005	13.1	20.8	7.3	15.7	1126.0	1014.1	8.9	SSO	17.4	6.9	0.6	98
6/9/2005	10.5	16.0	4.7	12.3	1224.0	1014.4	6.8	ENE	0.2	0.0	0.7	99
6/10/2005	17.6	20.7	13.6	15.5	774.0	1005.2	9.6	N	2.4	0.5	0.7	100
6/11/2005	11.0	13.8	4.8	14.3	1230.0	1010.5	2.6	SSO	0.0	0.0	0.8	94
6/12/2005	8.2	16.1	1.8	11.3	2552.0	1011.9	3.0	ENE	0.0	0.0	1.3	93
6/13/2005	10.1	12.0	6.2	11.7	666.0	1013.0	8.2	S	4.0	0.5	0.2	100
6/14/2005	6.2	12.5	0.6	9.9	2303.0	1020.5	5.3	SSO	0.0	0.0	1.3	93
6/15/2005	10.9	12.8	6.8	11.2	592.0	1020.4	11.5	ESE	22.6	0.8	0.4	100
6/16/2005	14.0	15.4	12.4	13.0	474.0	1015.4	5.3	ESE	4.6	0.3	0.4	100
6/17/2005	14.5	17.1	10.6	14.3	787.0	1012.1	2.0	E	0.2	0.0	0.6	100
6/18/2005	9.9	12.2	7.0	12.3	914.0	1011.2	2.1	SO	0.2	0.0	0.6	99
6/19/2005	7.8	10.8	5.4	10.7	1055.0	1015.2	3.5	SO	0.0	0.0	0.6	98
6/20/2005	5.6	10.6	2.3	9.2	2345.0	1022.9	3.1	SO	0.2	0.0	1.1	96
6/21/2005	4.1	10.6	-0.6	8.0	1975.0	1027.1	1.8	SSE	0.0	0.0	0.9	94
6/22/2005	7.2	12.6	3.6	8.8	2219.0	1023.8	2.5	ESE	0.0	0.0	1.1	95
6/23/2005	8.5	14.7	3.2	9.4	1708.0	1020.3	0.9	NNE	0.2	0.0	1.0	96
6/24/2005	11.3	15.3	6.6	10.6	1856.0	1017.9	3.5	NE	0.0	0.0	1.1	98
6/25/2005	11.1	18.8	5.1	11.2	2239.0	1014.8	1.9	ENE	0.2	0.0	1.3	97
6/26/2005	12.8	18.7	7.7	12.4	2220.0	1010.9	2.6	NNE	0.0	0.0	1.3	98
6/27/2005	15.6	17.7	12.6	13.6	570.0	1003.1	8.1	N	0.2	0.0	0.4	100
6/28/2005	11.8	15.0	9.8	12.7	1324.0	1010.6	2.1	O	0.2	0.0	0.9	93
6/29/2005	12.7	16.4	8.7	12.3	654.0	1010.4	3.7	N	0.4	0.0	0.5	99
6/30/2005	10.8	14.4	7.4	12.3	810.0	1015.1	3.2	SSO	0.2	0.0	0.5	100
Media	12.2	16.3	8.2	12.8	1321.8	1013.8	5.3	SSO				98
Total					39654.0				65.2	8.6	24.2	
Normal de Mes	10.9								55.3			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno e Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Julio de 2005

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo h=(-0,05 m)	Radiación Solar Wat./m2	Presión Barométrica Hpa.	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P. mm	Humedad %
	Media	Máx.	Min.				Velocidad Km/H.	Dir	Cantidad mm.	Máx.Intensidad mm/h		
	°C	°C	°C	°C								
7/1/2005	16.4	18.8	14.4	14.1	605.0	1007.4	4.7	NNE	0.6	0.5	0.5	100
7/2/2005	17.6	21.5	14.6	16.4	707.0	1000.7	4.9	SSE	13.6	14.0	0.6	100
7/3/2005	12.7	17.7	9.1	15.0	2148.0	1010.0	1.6	SSO	0.2	0.0	1.2	98
7/4/2005	7.3	10.7	2.1	11.6	1565.0	1021.3	5.8	SSO	0.0	0.0	0.7	97
7/5/2005	4.9	10.9	0.4	8.8	1756.0	1026.3	3.4	SO	3.2	0.8	1.0	93
7/6/2005	4.2	10.5	-0.5	7.7	2617.0	1032.9	2.9	SO	0.2	0.0	1.1	94
7/7/2005	7.3	13.7	-0.2	7.7	2544.0	1032.0	7.1	NE	0.2	0.0	1.3	93
7/8/2005	12.4	16.0	9.4	10.3	2245.0	1026.4	11.5	N	0.0	0.0	1.4	93
7/9/2005	11.8	17.1	7.1	10.8	2456.0	1024.4	2.7	NNE	0.0	0.0	1.3	96
7/10/2005	13.0	17.9	9.5	11.5	1824.0	1019.4	4.4	N	0.2	0.0	1.0	98
7/11/2005	12.2	17.2	8.2	12.2	2433.0	1020.4	3.7	ESE	0.0	0.0	1.3	95
7/12/2005	12.8	17.7	7.9	11.7	1435.0	1017.1	7.8	ENE	0.0	0.0	0.7	98
7/13/2005	15.4	19.8	12.1	13.1	1708.0	1010.6	6.1	NNE	0.0	0.0	1.1	97
7/14/2005	16.7	18.3	15.0	14.2	512.0	1008.0	4.7	NNE	1.2	1.0	0.4	99
7/15/2005	9.8	15.1	6.6	12.1	128.0	1009.0	13.0	S	36.2	1.5	0.2	100
7/16/2005	6.9	9.6	3.4	9.2	1408.0	1009.3	8.8	SSO	9.6	0.0	0.8	100
7/17/2005	6.1	11.7	1.6	8.1	2557.0	1013.4	2.7	SSO	0.0	0.0	1.3	95
7/18/2005	5.8	11.4	2.2	7.9	2506.0	1019.1	4.3	SO	0.0	0.0	1.1	93
7/19/2005	5.8	12.2	0.2	7.1	2681.0	1020.4	4.9	N	0.2	0.0	1.3	92
7/20/2005	6.6	11.2	1.3	7.1	1998.0	1017.8	4.3	N	0.2	0.0	1.0	97
7/21/2005	7.1	11.8	1.3	7.5	1210.0	1015.9	2.3	E	0.0	0.0	0.7	100
7/22/2005	8.7	12.6	6.3	9.1	1166.0	1014.7	7.6	SO	1.0	0.0	0.7	100
7/23/2005	8.0	8.6	7.5	8.9	337.0	1011.4	12.6	N	0.4	0.0	0.3	100
7/24/2005	8.5	10.2	6.7	9.3	631.0	1011.4	3.2	N	1.4	0.0	0.4	100
7/25/2005	10.1	12.8	7.2	9.9	805.0	1014.7	6.2	SO	0.4	0.0	0.6	100
7/26/2005	8.1	10.7	4.7	9.7	1181.0	1022.1	2.1	SSO	0.0	0.0	0.7	97
7/27/2005	9.7	14.4	4.9	8.9	2028.0	1016.3	7.3	N	0.4	0.0	1.1	99
7/28/2005	11.9	16.2	8.8	11.2	2136.0	1014.9	4.5	NNO	0.0	0.0	1.1	98
7/29/2005	13.2	18.3	7.6	12.2	2125.0	1009.0	5.7	ENE	0.0	0.0	1.4	98
7/30/2005	18.6	22.9	16.2	15.0	1396.0	1002.4	5.5	N	0.0	0.0	1.0	99
7/31/2005	15.1	18.9	11.1	14.8	1252.0	1007.6	4.6	SSE	0.4	0.0	0.9	95
Media Mensual	10.5	14.7	6.7	10.7	1616.1	1015.7	5.5	N				97
Total de Mes					50100.0				69.6	14.0	28.3	
Normal de Mes	10.5								64.2			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno e Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Agosto de 2005

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo h=(-0,05 m)	Radiación Solar Wat./m2	Presión Barométrica Hpa.	Viento (h=3.6 m)			Precipitaciones		E.T.P. mm	Humedad %
	Media	Máx.	Mín.				Velocidad Km/H.	MAX	Dir	Cantidad mm.	Máx.Intensidad mm/h		
	°C	°C	°C	°C									
8/1/2005	13.2	16.6	8.7	12.9	1513.0	1008.7	7.9	30.6	ESE	0.0	0.0	1.0	97
8/2/2005	15.4	17.9	11.3	14.3	519.0	1007.4	7.4	30.6	SSE	0.0	0.0	0.4	98
8/3/2005	15.5	22.8	10.8	14.2	2368.0	1006.6	5.7	27.4	ESE	0.0	0.0	1.6	95
8/4/2005	14.9	19.6	11.3	14.6	966.0	1008.8	7.6	43.5	SSE	0.0	0.0	0.9	92
8/5/2005	10.5	15.6	5.3	12.5	590.0	1007.8	9.0	32.2	SO	1.2	0.8	0.5	100
8/6/2005	7.3	14.5	1.2	9.9	3210.0	1020.4	3.6	30.6	OSO	0.0	0.0	1.9	86
8/7/2005	5.9	10.8	1.6	8.7	2980.0	1028.8	5.4	29.0	SO	0.0	0.0	1.6	86
8/8/2005	6.0	13.1	1.0	8.7	3198.0	1034.7	6.0	29.0	SSE	2.2	0.0	1.7	94
8/9/2005	6.8	13.9	0.9	8.8	2700.0	1032.6	4.3	22.5	SSE	0.4	0.0	1.5	94
8/10/2005	10.4	15.4	5.9	9.8	2945.0	1026.7	5.7	29.0	NNE	0.0	0.0	1.9	92
8/11/2005	10.2	16.3	4.4	10.6	3045.0	1022.2	4.1	24.1	E	0.4	0.0	1.9	93
8/12/2005	11.7	17.6	5.4	10.7	3165.0	1015.1	5.1	27.4	NE	0.2	0.0	2.0	92
8/13/2005	12.4	18.6	5.9	11.5	2817.0	1010.5	4.4	25.7	N	0.2	0.0	1.8	95
8/14/2005	13.5	20.2	7.3	13.1	2509.0	1011.0	6.4	43.5	S	0.0	0.0	1.7	96
8/15/2005	7.3	11.3	2.5	10.6	1803.0	1020.0	7.2	38.6	SSO	0.4	0.0	1.0	96
8/16/2005	12.8	17.1	7.9	11.3	951.0	1006.1	9.5	32.2	N	11.8	7.6	0.7	100
8/17/2005	11.2	16.0	6.8	12.5	2547.0	1011.4	4.3	25.7	SO	0.0	0.0	1.4	97
8/18/2005	9.2	14.9	3.9	11.6	3324.0	1019.9	4.4	20.9	S	0.2	0.0	1.7	95
8/19/2005	10.2	15.8	5.7	11.7	3273.0	1021.5	3.0	17.7	E	0.4	0.0	1.7	99
8/20/2005	12.7	17.8	8.5	13.1	3163.0	1018.8	8.2	32.2	ESE	0.2	0.0	1.6	100
8/21/2005	16.0	19.8	13.4	14.4	1465.0	1009.2	8.6	29.0	NE	2.0	1.3	0.9	99
8/22/2005	16.5	20.8	12.6	15.6	1615.0	1007.4	4.8	35.4	ESE	13.2	2.3	1.2	99
8/23/2005	12.4	15.2	7.1	14.1	282.0	999.1	16.9	64.4	ESE	55.6	3.3	0.3	100
8/24/2005	8.0	11.2	4.7	9.8	1507.0	1015.0	7.2	35.4	OSO	0.6	0.0	0.9	95
8/25/2005	8.9	16.2	1.8	9.9	3234.0	1016.8	3.3	19.3	NE	0.0	0.0	1.8	93
8/26/2005	12.3	15.7	9.6	11.3	1702.0	1010.1	7.7	27.4	N	0.0	0.0	1.2	96
8/27/2005	12.6	15.4	11.0	11.8	1417.0	1002.0	6.5	32.2	NNE	0.0	0.0	1.0	97
8/28/2005	10.7	12.2	8.7	11.2	510.0	1004.2	3.2	19.3	SO	0.0	0.0	0.5	93
8/29/2005	9.5	13.7	6.9	11.1	2018.0	1005.1	2.9	22.5	SSO	1.0	0.0	1.2	93
8/30/2005	7.5	11.9	3.8	9.9	3266.0	1014.6	8.7	29.0	SSO	0.0	0.0	1.7	92
8/31/2005	5.5	9.4	0.8	8.7	2671.0	1025.4	5.7	22.5	SSO	0.0	0.0	1.3	93
Media Mensual	10.9	15.7	6.3	11.6	2170.1	1014.4	6.3		SO				95
Total de Mes					67273.0			64.4		90.0	7.6	40.6	
Normal de Mes	11.7									55.6			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno e Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Setiembre de 2005

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo h=(-0,05 m)	Radiación Solar Wat./m2	Presión Barométrica Hpa.	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P. mm	Humedad %
	Media	Máx.	Mín.				Velocidad	Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	Km/H.	Dom.	mm.	mm/h	mm	%
9/1/2005	8.3	11.4	5.7	9.5	1433.0	1024.3	9.2	SSO	3.6	0.5	0.8	100
9/2/2005	9.9	14.6	7.1	10.9	2724.0	1021.1	8.1	SSE	0.6	0.0	1.7	95
9/3/2005	8.1	13.8	2.8	10.3	2521.0	1017.1	2.7	ENE	0.2	0.0	1.4	96
9/4/2005	9.7	14.9	5.4	11.5	1963.0	1015.4	1.5	SSE	1.2	1.0	1.2	99
9/5/2005	8.3	14.4	3.3	10.5	2591.0	1014.6	1.9	ONO	1.4	0.8	1.4	96
9/6/2005	9.2	16.9	2.6	11.4	3889.0	1017.9	2.7	ENE	0.0	0.0	2.1	96
9/7/2005	14.4	20.1	9.3	12.9	3778.0	1016.9	9.6	N	0.2	0.0	2.8	89
9/8/2005	16.0	21.9	11.7	14.6	4123.0	1016.0	7.6	N	0.0	0.0	3.0	84
9/9/2005	15.1	20.4	9.7	15.0	2925.0	1007.4	4.3	ENE	0.0	0.0	1.9	96
9/10/2005	11.7	15.4	7.2	13.6	520.0	1007.4	11.3	SSO	0.6	0.3	0.5	98
9/11/2005	6.5	12.0	2.4	10.4	3607.0	1022.9	7.0	SO	0.0	0.0	2.1	88
9/12/2005	5.6	12.4	-0.1	9.3	3755.0	1030.3	4.0	SO	0.2	0.0	2.1	88
9/13/2005	6.0	13.3	-0.9	10.0	4414.0	1030.1	2.7	E	0.0	0.0	2.5	87
9/14/2005	7.2	11.2	2.4	9.6	1358.0	1025.0	2.3	ESE	0.2	0.0	0.9	94
9/15/2005	8.6	13.4	5.4	10.4	2433.0	1022.6	5.4	SSO	1.0	0.0	1.3	92
9/16/2005	9.5	16.1	3.9	12.0	4565.0	1025.9	3.0	S	0.0	0.0	2.3	89
9/17/2005	8.2	14.6	1.5	11.9	4392.0	1024.1	4.2	E	0.4	0.0	2.4	93
9/18/2005	11.6	17.2	5.3	12.7	4260.0	1020.0	4.8	SE	0.2	0.0	2.5	94
9/19/2005	14.4	17.9	11.7	14.3	1871.0	1018.1	5.7	SE	0.0	0.0	1.1	98
9/20/2005	15.1	18.3	12.6	14.5	1181.0	1018.4	2.0	NE	0.0	0.0	0.9	99
9/21/2005	15.8	20.6	12.4	15.4	3614.0	1014.3	4.0	ESE	0.2	0.0	2.4	97
9/22/2005	16.8	21.5	11.8	16.7	4132.0	1009.3	3.8	E	0.2	0.0	2.6	98
9/23/2005	17.3	23.1	13.0	17.2	1921.0	1005.4	5.1	SE	40.0	14.0	1.3	100
9/24/2005	16.5	21.6	11.9	17.1	4515.0	1008.6	5.1	SO	0.2	0.0	3.1	92
9/25/2005	12.2	16.3	7.3	15.3	5022.0	1018.3	5.0	SO	0.0	0.0	3.1	83
9/26/2005	11.2	18.9	4.0	14.5	4515.0	1022.4	2.0	ENE	0.0	0.0	2.8	89
9/27/2005	12.8	18.1	6.1	14.4	5050.0	1022.2	7.0	NNE	0.0	0.0	3.4	87
9/28/2005	17.1	22.0	12.6	16.1	4685.0	1016.2	11.4	ENE	0.0	0.0	3.3	88
9/29/2005	17.6	21.3	15.3	16.6	2645.0	1008.1	9.7	ENE	6.4	1.0	2.0	93
9/30/2005	12.8	17.8	7.1	15.6	5273.0	1010.5	8.8	ONO	1.0	0.8	3.7	83
Media Mensual	11.8	17.0	7.0	13.1	3322.5	1017.7	5.4	ENE				93
Total de Mes					99675.0				57.8		62.6	
Normal de Mes	13.9								71.1			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno y Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Octubre de 2005

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo h=(-0,05 m)	Radiación Solar Wat./m2	Presión Barométrica Hpa.	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P. mm	Humedad %
	Media	Máx.	Min.				Velocidad Km/H.	Dir	Cantidad mm.	Máx.Intensidad mm/h		
	°C	°C	°C	°C								
10/1/2005	14.1	22.0	7.1	14.4	5099.0	1014.1	8.0	NNO	0.0	0.0	4.0	74
10/2/2005	14.8	21.2	8.6	16.0	4972.0	1013.4	6.9	ESE	4.2	20.3	3.5	91
10/3/2005	14.6	19.5	10.2	16.1	1614.0	1006.2	5.2	S	11.8	13.0	1.1	100
10/4/2005	9.5	12.8	5.7	13.3	2423.0	1010.8	11.3	S	0.0	0.0	1.6	94
10/5/2005	10.4	19.3	2.8	12.9	5191.0	1013.9	7.1	SO	0.2	0.0	3.6	83
10/6/2005	9.2	16.2	1.1	13.5	5426.0	1018.4	2.4	SSO	0.0	0.0	3.3	80
10/7/2005	12.5	19.0	5.7	14.4	5000.0	1018.5	3.7	E	0.0	0.0	3.2	89
10/8/2005	13.1	21.5	6.9	16.0	5462.0	1020.8	2.8	E	0.4	0.0	3.5	91
10/9/2005	13.1	20.9	4.0	15.8	5547.0	1020.4	4.4	E	0.2	0.0	3.5	92
10/10/2005	17.3	23.1	12.4	17.2	5592.0	1014.4	7.2	N	0.2	0.0	3.8	90
10/11/2005	19.3	24.7	14.1	17.9	5460.0	1008.4	8.6	N	0.0	0.0	4.1	87
10/12/2005	18.6	22.9	12.3	18.6	5236.0	1006.5	5.8	N	0.0	0.0	3.8	87
10/13/2005	15.9	23.3	9.2	17.3	4074.0	1008.3	1.5	ESE	0.2	0.0	3.0	79
10/14/2005	12.9	19.8	5.9	16.6	5751.0	1015.7	4.9	S	0.0	0.0	3.9	80
10/15/2005	14.4	20.2	8.4	16.5	4882.0	1017.8	2.3	ENE	0.0	0.0	3.3	82
10/16/2005	12.6	17.7	7.3	16.1	4135.0	1017.4	3.6	ESE	0.0	0.0	2.8	91
10/17/2005	13.7	19.9	6.8	16.5	4585.0	1015.4	2.5	N	0.0	0.0	3.1	91
10/18/2005	17.9	27.1	8.8	17.4	5701.0	1015.0	3.5	ONO	0.2	0.0	4.5	74
10/19/2005	20.4	28.0	10.8	18.9	5605.0	1012.5	6.5	N	0.0	0.0	4.7	78
10/20/2005	22.9	28.0	17.1	20.8	5823.0	1008.2	9.3	N	0.0	0.0	5.3	69
10/21/2005	22.5	29.6	13.4	21.1	5832.0	1005.8	2.9	N	0.0	0.0	4.7	76
10/22/2005	17.0	21.6	10.8	19.0	2573.0	1008.9	5.2	S	3.0	3.3	1.7	92
10/23/2005	12.2	18.8	6.2	17.3	5612.0	1016.9	4.9	SSO	0.0	0.0	3.5	86
10/24/2005	11.9	13.3	10.2	15.0	863.0	1012.3	0.3	SE	21.4	0.8	0.5	95
10/25/2005	15.1	20.3	11.4	16.3	4551.0	1010.5	2.6	SSO	1.8	0.3	2.9	94
10/26/2005	15.6	21.2	9.3	16.9	4431.0	1012.7	2.2	SSO	0.2	0.0	2.8	91
10/27/2005	15.3	21.5	11.0	17.2	3099.0	1009.8	2.5	S	0.2	0.0	2.0	97
10/28/2005	11.5	16.3	5.4	15.9	4944.0	1013.4	6.3	S	0.0	0.0	3.2	88
10/29/2005	10.5	16.3	4.4	14.8	3533.0	1018.1	5.2	SSO	0.0	0.0	2.4	91
10/30/2005	10.7	15.3	5.9	15.8	6172.0	1021.1	5.1	SSO	0.0	0.0	3.9	82
10/31/2005	12.4	19.1	3.0	15.1	5665.0	1018.3	7.1	N	0.0	0.0	4.0	82
Media Mensual	14.6	20.7	8.3	16.5	4672.7	1013.7	4.9	N				86
Total de Mes					144853.0				44.0	20.3	101.4	
Normal de Mes	16.8								101.6			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno y Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Noviembre de 2005

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo h=(-0,05 m)	Radiación Solar Wat./m2	Presión Barométrica Hpa.	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P. mm	Humedad %
	Media	Máx.	Mín.				Velocidad	Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C	Km/H.	Dom.	mm.	mm/h	mm	%		
11/1/2005	19.1	26.3	14.7	17.8	5482.0	1015.1	11.2	N	11.2	7.9	4.8	75
11/2/2005	20.4	26.3	14.9	19.2	6122.0	1015.1	7.8	N	0.0	0.0	5.2	78
11/3/2005	21.8	26.8	17.3	20.2	6353.0	1011.6	8.1	N	0.0	0.0	5.4	71
11/4/2005	16.6	20.5	10.9	18.5	3284.0	1008.9	7.4	SO	3.4	2.5	2.4	85
11/5/2005	14.3	21.1	4.9	17.0	6252.0	1015.4	6.5	N	0.0	0.0	4.5	80
11/6/2005	12.8	19.5	5.8	18.1	6345.0	1020.5	4.5	S	0.0	0.0	4.1	77
11/7/2005	12.1	18.1	4.3	17.6	6336.0	1023.3	3.7	ESE	0.0	0.0	3.9	85
11/8/2005	14.2	20.3	7.6	17.9	6365.0	1021.6	5.2	ESE	0.0	0.0	4.7	76
11/9/2005	16.7	21.4	11.7	18.9	6516.0	1019.6	7.9	ENE	0.0	0.0	4.9	81
11/10/2005	17.2	21.8	13.6	19.6	6493.0	1018.3	10.3	ENE	0.0	0.0	4.9	79
11/11/2005	18.7	23.9	14.1	20.9	6531.0	1015.0	5.0	ENE	0.0	0.0	4.7	86
11/12/2005	20.7	26.5	15.0	22.0	6417.0	1011.1	5.8	E	0.0	0.0	5.0	82
11/13/2005	20.1	27.0	14.1	21.9	4720.0	1010.8	5.1	ESE	0.0	0.0	3.6	90
11/14/2005	20.4	25.5	15.6	22.7	5761.0	1008.3	6.6	ENE	3.4	4.1	4.4	94
11/15/2005	21.2	27.4	15.7	22.7	6098.0	1005.8	4.1	O	14.6	4.1	4.7	87
11/16/2005	21.0	28.7	12.2	21.6	5542.0	1008.6	3.1	N	0.0	0.0	4.5	75
11/17/2005	23.2	28.2	16.9	22.5	6177.0	1007.0	5.0	N	0.0	0.0	5.2	74
11/18/2005	21.0	27.4	15.8	22.7	6188.0	1005.6	3.3	SSO	4.6	0.8	4.6	83
11/19/2005	21.6	30.7	13.3	22.2	6095.0	1007.9	4.1	SSO	2.4	1.3	5.0	81
11/20/2005	23.2	30.6	15.8	22.5	6681.0	1009.6	8.6	N	0.0	0.0	6.0	76
11/21/2005	24.3	30.4	19.1	23.2	4493.0	1005.6	4.0	N	0.0	0.0	3.8	81
11/22/2005	24.9	33.3	16.0	24.5	6738.0	1002.6	3.1	N	0.0	0.0	5.8	79
11/23/2005	21.6	27.3	18.0	22.9	2730.0	998.3	5.8	SO	13.0	3.3	2.2	94
11/24/2005	17.6	23.0	10.7	20.9	7007.0	1007.8	3.0	O	0.0	0.0	5.2	64
11/25/2005	22.1	30.1	12.6	20.9	6901.0	1006.7	8.7	NO	0.0	0.0	6.5	61
11/26/2005	24.4	31.1	16.5	23.1	6596.0	1005.8	9.3	N	0.0	0.0	6.1	75
11/27/2005	27.0	32.4	22.2	24.8	6535.0	1004.8	10.9	N	0.0	0.0	6.9	64
11/28/2005	24.8	30.5	20.1	24.4	4262.0	1004.5	7.2	N	0.0	0.0	4.2	75
11/29/2005	19.4	23.9	15.9	22.4	3687.0	1007.5	7.9	S	0.0	0.0	3.1	85
11/30/2005	17.8	23.7	12.3	21.8	4148.0	1012.7	7.7	S	0.0	0.0	3.5	83
Media Mensual	20.0	26.1	13.9	21.2	5761.8	1010.5	6.4	N		0.8		79
Total de Mes					172855.0				52.6		139.7	
Normal de Mes	19.6								100.6			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno e Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Diciembre de 2005

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo h=(-0,05 m)	Radiación Solar Wat./m2	Presión Barométrica Hpa.	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P. mm	Humedad %
	Media	Máx.	Mín.				Velocidad	Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C			Km/H.		mm.	mm/h		
12/1/2005	14.8	22.4	6.6	21.5	4113.0	1019.0	7.0	S	0.0	0.0	3.5	75
12/2/2005	15.9	22.8	8.7	22.3	4119.0	1016.6	5.2	SE	0.0	0.0	3.4	76
12/3/2005	17.1	20.6	13.1	20.3	870.0	1007.1	2.7	NNE	17.2	3.8	1.0	86
12/4/2005	17.5	24.8	11.3	20.4	4786.0	1004.5	2.9	SSO	0.4	0.0	3.5	96
12/5/2005	19.5	24.4	13.7	21.8	6937.0	1003.2	3.9	SO	0.2	0.0	5.4	70
12/6/2005	13.8	19.9	5.7	19.8	6536.0	1009.2	4.7	S	0.0	0.0	4.7	70
12/7/2005	15.4	23.5	4.6	19.3	6516.0	1007.6	7.9	N	0.0	0.0	5.3	71
12/8/2005	19.9	25.8	14.9	20.8	4553.0	1003.9	11.7	N	6.0	1.0	4.0	84
12/9/2005	20.5	28.9	10.7	20.5	6126.0	1008.2	9.5	NO	0.0	0.0	5.8	73
12/10/2005	14.4	20.3	7.2	20.4	6544.0	1017.6	6.7	E	0.0	0.0	4.5	79
12/11/2005	16.2	22.7	8.2	20.8	7025.0	1016.1	4.1	ENE	0.0	0.0	5.2	68
12/12/2005	19.8	25.8	13.1	22.8	6846.0	1014.8	5.8	ESE	0.0	0.0	5.1	77
12/13/2005	20.9	26.6	16.5	23.9	6363.0	1013.8	8.6	ESE	0.0	0.0	4.9	87
12/14/2005	21.7	27.2	18.2	24.8	5868.0	1012.0	8.9	ENE	0.0	0.0	4.6	86
12/15/2005	22.5	28.2	18.5	25.3	4922.0	1007.0	6.0	NE	0.0	0.0	3.8	87
12/16/2005	20.7	26.2	17.3	23.0	2490.0	1002.5	2.9	SSE	41.6	20.3	1.9	99
12/17/2005	18.0	24.6	12.6	22.3	6737.0	1007.0	4.7	SSO	0.0	0.0	4.8	89
12/18/2005	22.1	30.7	14.9	22.6	6875.0	1003.4	10.3	NE	2.8	1.5	6.0	73
12/19/2005	16.3	23.3	8.6	21.9	7146.0	1010.0	4.7	S	0.0	0.0	4.9	77
12/20/2005	18.2	24.3	13.4	22.1	6312.0	1012.2	5.9	E	1.4	0.5	4.6	83
12/21/2005	23.9	31.3	17.6	22.7	5882.0	1008.1	12.5	N	3.6	1.0	5.9	74
12/22/2005	21.8	28.4	17.7	24.1	5886.0	1006.7	6.4	E	2.4	1.0	4.9	89
12/23/2005	19.1	24.4	13.8	22.8	5745.0	1008.0	8.0	S	16.8	15.2	4.3	91
12/24/2005	17.0	23.7	10.5	21.7	6105.0	1014.5	4.5	SSO	0.0	0.0	4.6	81
12/25/2005	20.2	29.2	12.3	22.4	7344.0	1016.1	4.7	E	0.0	0.0	5.6	75
12/26/2005	22.2	29.2	14.1	23.5	6952.0	1014.8	4.3	N	0.0	0.0	5.7	70
12/27/2005	24.2	30.8	18.4	24.4	7040.0	1012.2	7.0	NNE	0.0	0.0	6.2	63
12/28/2005	23.9	29.7	20.2	25.1	5656.0	1009.5	6.7	NE	0.0	0.0	4.7	81
12/29/2005	26.0	33.4	18.2	26.6	6844.0	1006.7	2.1	SSO	0.0	0.0	5.8	69
12/30/2005	22.6	30.6	15.1	26.7	6060.0	1008.3	5.0	S	0.0	0.0	4.9	83
12/31/2005	23.0	30.3	15.3	27.2	6994.0	1008.7	3.2	E	0.0	0.0	5.6	78
Media Mensual	19.6	26.3	13.3	22.7	5877.2	1010.0	6.1	SE				79
Total de Mes					182192.0				92.4	20.3	145.0	
Normal de Mes	22.9								79.9			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asbornio e Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Enero de 2006

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo	Radiación	Presión	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P.	Humedad
	Media	Máx.	Mín.	h=(-0,05 m)	Solar	Barométrica	Velocidad	Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C	Wat./m2	Hpa.	Km/H.		mm.	mm/h	mm	%
1/1/2006	23.0	31.3	16.8	22.1	6532.0	1012.7	6.8	ESE	0.0	0.0	5.4	71
1/2/2006	24.8	32.1	18.4	24.2	6567.9	1011.6	8.9	S	0.0	0.0	6.3	70
1/3/2006	20.6	26.2	13.8	23.3	5197.8	1006.1	12.6	S	0.0	0.0	5.1	75
1/4/2006	20.6	27.4	13.7	23.5	6778.5	1008.5	2.3	ENE	0.0	0.0	4.7	73
1/5/2006	23.4	28.2	17.2	23.1	4436.4	1006.1	3.1	NE	0.0	0.0	4.0	52
1/6/2006	28.0	33.5	22.0	23.5	5857.4	1004.5	5.1	NNW	0.0	0.0	5.6	53
1/7/2006	24.4	32.9	21.3	23.9	5226.8	1005.3	7.9	ENE	0.0	0.0	4.4	77
1/8/2006	21.6	25.3	19.3	22.8	1623.5	1004.5	5.3	N	0.0	0.0	1.4	88
1/9/2006	27.8	34.8	20.6	23.0	7449.6	1002.2	8.5	NE	0.0	0.0	6.5	70
1/10/2006	22.9	29.6	16.9	24.1	2551.5	1007.5	5.6	S	11.0	10.5	2.3	79
1/11/2006	20.5	24.2	15.8	22.5	2888.2	1011.8	6.8	ENE	17.0	7.6	2.3	84
1/12/2006	22.1	25.9	19.4	22.2	1834.1	1009.1	4.1	SSE	0.0	0.0	1.3	88
1/13/2006	20.6	23.2	17.9	21.9	4095.1	1014.7	7.6	ENE	16.0	0.0	3.4	71
1/14/2006	22.4	26.8	18.7	21.6	3165.9	1008.9	10.6	NE	17.5	8.2	2.6	85
1/15/2006	21.7	25.5	19.4	21.5	421.2	1004.3	11.7	N	65.0	30.6	0.5	92
1/16/2006	21.2	25.4	17.0	21.5	5233.7	1013.3	11.7	SSE	5.0	35.3	4.0	71
1/17/2006	19.2	25.7	12.4	21.5	7081.6	1020.7	9.1	ENE	0.0	0.0	4.9	68
1/18/2006	19.1	23.6	12.9	21.9	7674.1	1016.6	10.5	E	0.0	0.0	5.3	72
1/19/2006	23.0	28.6	18.6	22.7	7942.5	1008.4	6.5	NE	0.0	0.0	5.9	71
1/20/2006	25.1	30.6	21.2	24.1	7876.6	1006.6	4.3	NE	0.0	0.0	5.7	76
1/21/2006	20.9	24.8	16.8	24.5	3489.9	1011.3	7.1	NE	0.0	0.0	2.7	80
1/22/2006	19.0	25.0	12.7	23.4	7247.1	1012.9	5.0	S	0.0	0.0	5.1	71
1/23/2006	22.2	28.7	15.3	23.6	6233.5	1008.8	3.6	NE	0.0	0.0	4.5	76
1/24/2006	23.7	29.7	19.9	24.4	6153.6	1005.2	4.9	NE	0.0	0.0	4.6	77
1/25/2006	23.1	28.4	18.4	24.4	7928.7	1008.3	7.0	SCNE	0.0	0.0	5.7	75
1/26/2006	21.4	27.3	13.9	24.6	7986.5	1013.7	3.9	N	0.0	0.0	5.6	69
1/27/2006	24.6	30.3	20.2	24.8	6515.8	1010.3	5.2	NNE	0.0	0.0	5.3	60
1/28/2006	26.4	33.1	18.9	25.1	7521.3	1008.5	3.1	SE	0.0	0.0	5.8	70
1/29/2006	27.9	35.6	22.4	25.9	5790.3	1004.5	4.2	N	0.0	0.0	4.8	66
1/30/2006	20.6	25.9	15.8	25.6	7049.2	1010.5	8.9	SE	6.0	28.2	5.5	71
1/31/2006	18.9	24.5	12.5	24.4	5825.0	1012.5	3.4	NE	0.0	0.0	4.1	72
Media Mensual	22.6	28.2	17.4	23.4	5554.0	1009.4	6.6	NE				73
Total de Mes					172175.2				137.5	35.3	135.0	
Normal de Mes	24.2								105.4			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno e Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Febrero de 2006

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo	Radiación	Presión	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P.	Humedad
	Media	Máx.	Mín.	h=(-0,05 m)	Solar	Barométrica	Velocidad	Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C	Wat./m2	Hpa.	Km/H.		mm.	mm/h	mm	%
2/1/2006	19.6	24.1	16.8	23.7	1727.2	1011.6	2.4	ESE	7.5	18.0	1.3	85
2/2/2006	22.9	29.9	18.1	23.0	6683.9	1008.4	6.1	ESE	16.0	24.4	4.8	79
2/3/2006	24.1	29.6	19.6	24.1	5127.2	1006.6	4.0	ESE	0.0	0.0	3.8	83
2/4/2006	24.1	28.1	21.9	24.5	2958.0	1003.8	5.7	ESE	3.5	0.0	2.5	85
2/5/2006	25.7	32.2	18.8	24.8	7484.3	1001.7	5.3	NW	0.0	0.0	5.7	69
2/6/2006	20.9	27.6	12.2	25.1	7683.8	1007.0	4.9	SSE	0.0	0.0	6.2	57
2/7/2006	18.5	25.2	12.5	24.4	7115.4	1008.2	3.1	SSE	0.0	0.0	4.8	70
2/8/2006	18.9	24.7	13.5	24.0	6319.7	1010.4	3.3	ESE	0.0	0.0	4.4	72
2/9/2006	19.2	24.8	14.1	23.9	6688.6	1014.4	3.3	SW	0.0	0.0	4.6	69
2/10/2006	19.9	25.7	13.7	23.8	5634.1	1018.1	4.5	ESE	0.0	0.0	4.3	72
2/11/2006	20.6	26.9	13.6	23.7	7045.8	1015.6	3.1	ENE	0.0	0.0	4.8	73
2/12/2006	21.6	27.7	15.2	24.1	7091.1	1013.3	2.9	ENE	0.0	0.0	5.1	71
2/13/2006	24.0	31.8	15.8	24.6	6999.4	1012.9	2.2	SW	0.0	0.0	5.1	67
2/14/2006	25.4	33.4	16.7	25.2	6861.4	1010.6	2.5	SW	0.0	0.0	5.4	65
2/15/2006	26.4	32.6	18.7	25.7	6885.8	1008.3	4.3	NW	0.0	0.0	5.7	65
2/16/2006	26.9	33.5	20.7	26.1	6252.4	1006.1	3.1	NE	0.0	0.0	5.2	66
2/17/2006	24.6	31.3	19.4	26.2	6620.1	1009.2	5.5	ESE	0.0	0.0	5.1	76
2/18/2006	22.9	29.7	15.3	25.8	6677.0	1011.5	5.0	E	0.0	0.0	4.8	79
2/19/2006	26.8	32.6	22.3	26.1	6780.2	1012.4	6.4	NE	0.0	0.0	5.8	68
2/20/2006	26.7	32.2	21.6	26.5	6710.6	1009.3	5.7	NE	0.0	0.0	5.3	73
2/21/2006	27.1	33.2	22.7	26.9	5273.4	1004.4	4.0	N	0.0	0.0	4.4	69
2/22/2006	24.6	30.3	19.8	26.5	3803.6	1003.1	3.7	SSE	0.0	16.8	3.2	72
2/23/2006	22.0	26.0	19.5	25.5	2006.8	1002.8	4.4	E	5.0	30.5	1.6	86
2/24/2006	17.7	20.2	16.3	21.3	1370.0	1004.5	14.2	SSE	125.0	65.4	1.2	90
2/25/2006	18.9	24.3	15.3	21.3	4288.5	1009.8	7.3	S	0.0	0.0	3.4	78
2/26/2006	20.7	26.3	13.5	21.8	6603.9	1006.6	3.9	E	0.0	0.0	4.5	80
2/27/2006	18.5	23.3	15.5	22.5	2788.6	1008.3	5.2	SW	10.0	0.0	1.9	80
2/28/2006	17.5	24.9	10.6	22.1	3155.2	1010.0	1.0	SW	0.0	0.0	2.0	83
Media Mensual	22.4	28.3	16.9	24.4	5522.7	1008.9	4.5	NE				74
Total de Mes					154636.1				167.0	65.4	116.8	
Normal de Mes	23.1								105.0			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno e Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Marzo de 2006

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo	Radiación	Presión	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P.	Humedad
	Media	Máx.	Mín.	h=(-0,05 m)	Solar	Barométrica	Velocidad	Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C	Wat./m2	Hpa.	Km/H.		mm.	mm/h	mm	%
3/1/2006	19.9	27.2	14.8	12.3	s/d	s/d	s/d	NE	0.0	s/d	s/d	s/d
3/2/2006	21.6	28.2	13.9	14.8	s/d	s/d	s/d	SSE	0.0	s/d	s/d	s/d
3/3/2006	18.9	22.0	17.8	14.9	s/d	s/d	s/d	ESE	47.5	s/d	s/d	s/d
3/4/2006	17.8	24.2	17.8	12.6	s/d	s/d	s/d	SW	0.0	s/d	s/d	s/d
3/5/2006	19.1	26.7	16.6	12.9	s/d	s/d	s/d	WSW	0.0	s/d	s/d	s/d
3/6/2006	20.2	26.8	14.5	13.3	s/d	s/d	s/d	NE	0.0	s/d	s/d	s/d
3/7/2006	22.3	28.3	12.0	15.3	s/d	s/d	s/d	NNE	0.0	s/d	s/d	s/d
3/8/2006	22.5	28.3	16.2	18.4	s/d	s/d	s/d	ESE	3.0	s/d	s/d	s/d
3/9/2006	21.0	25.5	16.1	15.2	s/d	s/d	s/d	WSW	0.0	s/d	s/d	s/d
3/10/2006	18.2	21.7	12.7	21.0	7855.0	1025.8	4.3	S	0.0	0.0	3.1	55
3/11/2006	16.2	19.8	10.3	19.2	1864.0	1026.2	4.6	ESE	0.0	0.0	1.3	80
3/12/2006	20.4	25.8	15.9	21.6	4804.0	1021.1	3.0	ESE	0.0	0.0	3.9	76
3/13/2006	21.8	28.8	15.2	23.2	5221.0	1017.1	2.0	ESE	0.2	0.0	4.2	75
3/14/2006	20.3	22.8	18.4	22.3	1318.0	1019.1	1.9	SO	12.6	1.8	1.0	91
3/15/2006	19.4	23.2	16.5	22.1	2563.0	1020.7	3.0	SSO	0.0	0.0	1.9	87
3/16/2006	17.2	18.4	16.1	20.2	1310.0	1019.7	1.6	SE	4.2	2.0	-0.1	93
3/17/2006	16.2	16.8	14.1	18.0	472.0	1022.2	2.4	SSO	21.2	1.0	0.5	100
3/18/2006	16.3	22.4	11.2	19.0	5023.0	1028.0	3.9	S	0.2	0.0	3.6	80
3/19/2006	17.8	24.8	10.8	19.8	5032.0	1022.7	3.3	N	0.2	0.0	3.7	79
3/20/2006	19.0	25.7	13.7	21.0	4960.0	1024.0	4.0	SE	0.0	0.0	3.7	81
3/21/2006	17.7	22.8	12.8	20.4	4863.0	1028.6	4.7	ESE	0.0	0.0	3.5	80
3/22/2006	22.7	25.3	19.9	23.3	2833.0	1022.7	7.1	SE	0.0	0.0	2.4	75
3/23/2006	20.6	25.9	18.6	21.2	2906.0	1021.2	1.4	SE	0.0	0.0	2.2	92
3/24/2006	20.5	25.6	14.2	22.6	2557.0	1018.6	5.0	SSO	0.0	0.0	2.3	83
3/25/2006	14.2	21.0	7.2	19.9	4927.0	1032.3	2.6	SSO	0.0	0.0	3.6	62
3/26/2006	14.5	20.6	7.6	18.4	3886.0	1032.3	3.2	NE	0.4	0.0	3.0	70
3/27/2006	18.2	23.1	14.8	19.3	2893.0	1026.2	5.6	N	8.4	7.6	2.5	79
3/28/2006	14.8	18.7	9.6	19.2	4341.0	1028.9	6.0	SSO	0.0	0.0	3.2	70
3/29/2006	13.2	21.2	6.1	17.8	4623.0	1027.6	1.6	ONO	0.0	0.0	2.9	69
3/30/2006	15.0	22.0	8.1	17.9	4532.0	1025.6	3.2	N	0.0	0.0	3.3	71
3/31/2006	17.2	25.3	9.6	18.6	3652.0	1028.2	0.3	N	0.2	0.0	2.6	76
Media Mensual	18.5	23.8	13.6	18.6	3747.0	1024.5	3.4	SE				78
Total de Mes					82435.0				98.1	7.6	58.0	
Normal de Mes	20.9								108.9			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asbornio e Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometereológico Mensual - Abril de 2006

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo h=(-0,05 m)	Radiación Solar Wat./m2	Presión Barométrica Hpa.	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P. mm	Humedad %
	Media	Máx.	Mín.				Velocidad Km/H.	Dir	Cantidad mm.	Máx.Intensidad mm/h		
	°C	°C	°C	°C	Dom.							
4/1/2006	18.2	24.4	13.7	20.1	4390.0	1030.6	3.0	ESE	0.2	0.0	3.2	82
4/2/2006	18.5	24.0	13.4	19.7	3209.0	1030.9	5.1	SE	0.2	0.0	2.3	86
4/3/2006	19.3	22.9	17.1	19.8	2132.0	1027.5	2.1	ENE	1.4	0.3	1.7	83
4/4/2006	22.0	27.2	18.2	21.4	3171.0	1021.0	2.6	SO	12.2	12.2	2.5	83
4/5/2006	18.3	22.8	16.3	20.5	1968.0	1024.9	3.4	ESE	0.2	0.0	1.3	92
4/6/2006	17.6	23.3	13.6	20.4	4036.0	1026.4	1.3	ESE	0.0	0.0	2.8	87
4/7/2006	16.2	21.1	11.8	19.0	2027.0	1025.9	2.8	SE	0.4	0.0	1.2	93
4/8/2006	18.8	23.5	13.6	19.4	1941.0	1024.8	3.1	ESE	0.4	0.0	1.2	94
4/9/2006	19.5	24.2	15.6	20.8	3196.0	1023.5	2.9	SSE	0.0	0.0	2.1	88
4/10/2006	17.1	24.2	10.3	20.0	4228.0	1022.1	1.5	ESE	0.4	0.0	2.4	87
4/11/2006	16.7	23.8	11.1	19.6	3707.0	1019.9	1.5	SSO	0.4	0.0	2.1	84
4/12/2006	18.8	26.9	12.6	19.7	3759.0	1020.0	1.6	NNE	0.2	0.0	2.6	84
4/13/2006	19.5	25.8	14.1	19.7	3913.0	1018.7	5.5	NNE	9.0	3.3	3.1	84
4/14/2006	14.9	18.3	11.9	18.1	1648.0	1023.2	4.8	SSO	0.4	0.0	1.2	87
4/15/2006	10.9	16.6	6.3	16.1	4098.0	1034.9	5.8	SSO	0.2	0.0	2.6	73
4/16/2006	9.7	17.0	3.7	14.8	3938.0	1043.1	2.5	SSO	0.0	0.0	2.0	70
4/17/2006	9.9	17.8	2.9	14.4	3922.0	1041.4	1.6	SSO	0.0	0.0	2.2	76
4/18/2006	14.5	19.6	7.6	14.9	3801.0	1031.3	6.2	NE	0.2	0.0	3.0	71
4/19/2006	19.5	23.8	16.1	16.6	2921.0	1023.3	13.2	NE	0.0	0.0	3.6	62
4/20/2006	17.2	21.3	12.8	16.8	531.0	1020.6	9.6	NNE	22.8	12.2	1.4	78
4/21/2006	12.2	18.4	6.4	15.3	3085.0	1026.0	2.5	OSO	0.0	0.0	2.2	70
4/22/2006	12.6	19.7	5.6	14.1	1640.0	1022.0	5.2	O	0.0	0.0	1.8	68
4/23/2006	13.4	21.1	6.1	14.7	3763.0	1024.5	2.4	N	0.0	0.0	2.5	70
4/24/2006	18.4	25.2	12.9	16.0	3587.0	1021.5	6.7	N	0.0	0.0	3.0	71
4/25/2006	17.0	20.7	10.1	17.1	2546.0	1024.3	4.3	SSE	0.0	0.0	1.9	78
4/26/2006	12.3	18.8	5.4	15.4	3176.0	1030.3	2.5	NNO	0.0	0.0	2.0	82
4/27/2006	17.6	25.3	12.8	16.5	3437.0	1026.5	3.5	NNO	0.2	0.0	2.4	84
4/28/2006	18.2	24.6	14.4	18.0	3087.0	1024.5	5.0	N	0.8	1.3	2.1	87
4/29/2006	17.0	19.7	10.2	18.1	2165.0	1025.0	4.4	SSO	7.4	1.3	1.6	80
4/30/2006	10.1	15.6	4.1	14.7	2839.0	1031.4	5.0	SO	0.2	0.0	2.0	70
Media Mensual	16.2	21.9	11.0	17.7	3062.0	1026.3	4.1	N				80
Total de Mes					91861.0				57.2	12.2	66.2	
Normal de Mes	16.1								84.4			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno e Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Mayo de 2006

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo	Radiación	Presión	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P.	Humedad
	Media	Máx.	Mín.	h=(-0,05 m)	Solar	Barométrica	Velocidad	Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C	Wat./m2	Hpa.	Km/H.		mm.	mm/h	mm	%
5/1/2006	11.3	17.1	7.2	14.0	3020.0	1033.9	9.3	SO	0.0	0.0	2.3	78
5/2/2006	11.4	17.3	7.1	14.2	3161.0	1037.1	6.3	SSO	0.0	0.0	1.8	81
5/3/2006	10.6	18.6	5.5	14.2	2625.0	1037.4	1.7	SSO	0.2	0.0	1.0	87
5/4/2006	10.5	17.9	5.0	14.2	3060.0	1034.3	1.6	N	0.4	0.0	1.5	86
5/5/2006	12.5	18.8	6.9	14.1	1992.0	1033.7	0.9	NNO	0.0	0.0	1.2	85
5/6/2006	12.3	16.4	8.1	14.6	2331.0	1035.5	3.4	SSO	0.2	0.0	1.5	92
5/7/2006	13.5	17.6	11.0	15.0	1253.0	1038.3	4.6	SSO	4.4	2.3	0.9	93
5/8/2006	13.6	19.1	9.8	15.2	3006.0	1039.4	3.2	ESE	0.2	0.0	1.9	87
5/9/2006	12.4	19.6	5.7	14.7	3078.0	1039.0	1.8	NNE	0.2	0.0	1.8	82
5/10/2006	13.1	19.9	6.4	14.1	3102.0	1036.4	3.4	N	0.2	0.0	2.0	83
5/11/2006	12.0	18.2	7.8	14.2	2597.0	1036.0	2.8	SSE	0.4	0.0	1.6	89
5/12/2006	10.2	17.5	4.3	13.8	2989.0	1037.9	2.3	S	0.0	0.0	1.7	80
5/13/2006	10.9	18.2	4.7	13.2	2667.0	1036.2	3.3	N	0.2	0.0	1.7	84
5/14/2006	12.8	19.1	7.4	13.1	3015.0	1034.0	3.5	N	0.2	0.0	1.9	82
5/15/2006	14.5	19.9	7.6	13.3	3057.0	1030.4	5.2	NNE	0.2	0.0	2.1	78
5/16/2006	17.0	22.4	12.5	14.5	2837.0	1026.4	7.3	N	0.0	0.0	2.3	74
5/17/2006	13.3	20.3	8.2	14.4	2576.0	1029.8	2.3	ENE	0.0	0.0	1.5	73
5/18/2006	11.4	14.9	7.7	13.4	204.0	1030.0	2.2	SSO	1.0	0.0	-0.1	92
5/19/2006	6.1	11.2	0.6	11.7	2513.0	1036.6	4.4	SSO	0.2	0.0	1.6	75
5/20/2006	5.0	13.7	-1.1	9.9	2989.0	1035.6	1.2	SSO	0.0	0.0	1.6	66
5/21/2006	5.8	14.6	-0.6	9.2	2982.0	1036.7	1.9	ONO	0.0	0.0	1.6	59
5/22/2006	6.3	14.6	0.1	9.0	2938.0	1042.2	1.2	SO	0.0	0.0	1.4	63
5/23/2006	6.3	12.9	1.2	9.1	1499.0	1046.3	1.9	SSE	0.2	0.0	0.7	84
5/24/2006	9.4	14.6	4.2	9.7	2097.0	1042.1	4.6	ESE	0.0	0.0	1.4	84
5/25/2006	13.5	17.4	9.8	11.7	2447.0	1032.2	9.5	ENE	0.0	0.0	2.0	78
5/26/2006	15.9	18.5	13.4	13.2	1000.0	1024.2	3.0	NNE	0.0	0.0	1.0	82
5/27/2006	14.5	19.6	8.3	13.9	2579.0	1026.6	4.4	SO	0.0	0.0	2.1	67
5/28/2006	7.9	14.7	2.6	11.8	2572.0	1035.1	2.6	SO	0.0	0.0	1.4	79
5/29/2006	10.3	14.2	4.1	11.7	1430.0	1031.4	3.3	SSE	0.0	0.0	0.9	84
5/30/2006	9.2	15.0	2.7	11.4	1339.0	1031.4	1.4	ESE	1.8	0.3	0.9	88
5/31/2006	10.2	16.2	5.3	12.0	2645.0	1034.5	1.9	SO	0.2	0.0	1.5	87
Media Mensual	11.1	17.1	5.9	12.9	2438.7	1034.9	3.4	SO				81
Total de Mes					75600.0				10.2	2.3	46.9	
Normal de Mes	13.9								86.7			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno e Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Junio de 2006

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo	Radiación	Presión	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P.	Humedad
	Media	Máx.	Mín.	h=(-0,05 m)	Solar	Barométrica	Velocidad	Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C	Wat./m2	Hpa.	Km/H.	Dom.	mm.	mm/h	mm	%
6/1/2006	10.6	15.6	6.8	11.2	2414.0	1036.8	4.5	E	0.4	0.0	1.4	88
6/2/2006	13.2	15.0	11.7	12.2	765.0	1032.4	10.5	ENE	0.0	0.0	1.0	84
6/3/2006	13.5	14.6	11.9	13.3	432.0	1024.9	5.2	SO	4.8	0.3	0.4	99
6/4/2006	10.2	16.9	3.8	12.4	2591.0	1027.4	3.7	OSO	0.2	0.0	1.5	82
6/5/2006	9.0	16.3	2.7	10.9	2532.0	1030.3	3.0	N	0.0	0.0	1.4	78
6/6/2006	12.6	16.7	9.1	11.9	2086.0	1026.7	4.9	N	0.0	0.0	1.3	83
6/7/2006	14.7	21.7	8.7	13.3	1382.0	1022.3	6.2	ENE	0.2	0.0	0.9	93
6/8/2006	19.6	23.2	13.2	17.8	805.0	1016.7	9.7	N	22.6	4.8	0.9	90
6/9/2006	11.7	14.2	9.2	13.6	1144.0	1028.9	6.7	S	0.0	0.0	1.1	84
6/10/2006	7.0	12.0	1.8	10.1	2436.0	1036.5	2.5	SSO	0.0	0.0	1.2	74
6/11/2006	6.9	14.4	0.7	7.9	2633.0	1037.7	3.2	NO	0.0	0.0	1.2	74
6/12/2006	10.0	13.7	6.4	8.3	2255.0	1032.3	11.0	N	0.0	0.0	1.7	73
6/13/2006	12.0	13.1	9.2	11.0	433.0	1029.1	8.1	N	1.8	0.3	0.4	91
6/14/2006	10.7	17.7	6.6	12.0	2457.0	1031.1	1.5	SSO	0.4	0.0	1.5	86
6/15/2006	8.9	14.9	5.0	9.9	2339.0	1036.6	3.0	S	0.2	0.0	1.4	76
6/16/2006	6.0	12.5	0.9	8.3	2537.0	1042.0	3.0	S	0.2	0.0	1.1	84
6/17/2006	8.0	11.4	2.0	8.1	1738.0	1036.9	7.0	ENE	3.6	0.8	1.2	83
6/18/2006	11.8	13.2	9.9	11.1	689.0	1029.3	4.5	NNE	3.0	0.5	0.6	94
6/19/2006	15.3	18.8	12.7	13.6	366.0	1019.4	7.3	N	1.0	0.3	0.5	97
6/20/2006	12.6	17.7	8.4	12.3	2023.0	1025.0	3.4	ONO	0.4	0.0	1.5	74
6/21/2006	10.2	16.1	4.8	10.6	2597.0	1032.6	2.9	ONO	0.0	0.0	1.6	58
6/22/2006	10.5	18.9	3.9	8.5	2435.0	1033.0	6.8	NO	0.0	0.0	2.1	59
6/23/2006	8.3	12.9	2.9	8.7	1942.0	1036.1	5.1	SSE	0.2	0.0	1.2	84
6/24/2006	12.9	15.3	10.9	11.3	80.0	1024.4	6.2	ENE	13.0	1.0	0.2	95
6/25/2006	12.0	14.9	10.1	12.4	333.0	1018.3	7.8	SO	13.2	1.3	0.2	71
6/26/2006	10.2	12.7	7.6	10.7	1015.0	1029.2	10.1	SO	0.4	0.0	0.9	90
6/27/2006	7.1	11.8	3.3	9.7	1893.0	1042.2	2.3	SSE	0.2	0.0	1.0	86
6/28/2006	8.1	12.7	3.8	9.0	1285.0	1045.1	2.0	E	0.0	0.0	0.9	89
6/29/2006	9.8	14.1	6.1	9.5	2347.0	1039.5	4.6	E	0.2	0.0	1.4	87
6/30/2006	11.4	14.4	8.7	10.3	1242.0	1035.5	5.3	ENE	0.0	0.0	0.6	90
Media	10.8	15.2	6.8	11.0	1640.9	1031.3	5.4	SSO				83
Total					49226.0				66.0	4.8	32.3	
Normal de Mes	10.9								55.3			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno e Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Julio de 2006

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo	Radiación	Presión	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P.	Humedad
	Media	Máx.	Mín.	h=(-0,05 m)	Solar	Barométrica	Velocidad	Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C	Wat./m2	Hpa.	Km/H.		mm.	mm/h	mm	%
7/1/2006	13.1	19.3	7.3	12.5	2227.0	1020.2	2.5	NNE	0.0	0.0	1.2	88
7/2/2006	13.2	18.1	6.5	13.0	2333.0	1019.0	6.2	N	0.2	0.0	1.4	94
7/3/2006	14.8	16.6	12.7	13.7	746.0	1015.1	6.4	N	0.2	0.0	0.5	100
7/4/2006	16.5	18.7	13.8	15.8	977.0	1014.2	2.8	NNO	0.0	0.0	0.7	100
7/5/2006	12.0	14.8	8.3	14.1	1298.0	1016.1	3.6	ESE	1.0	0.8	0.7	100
7/6/2006	16.6	20.9	13.2	15.1	1198.0	1011.1	5.7	ENE	0.2	0.0	1.0	95
7/7/2006	19.5	22.8	15.8	16.4	1232.0	1002.5	10.4	N	0.2	0.0	1.6	80
7/8/2006	12.8	19.8	9.9	14.1	1321.0	1004.1	6.0	SO	10.2	1.0	1.1	84
7/9/2006	9.5	14.2	5.7	11.4	2747.0	1009.8	6.6	ONO	0.2	0.0	1.7	73
7/10/2006	10.5	15.1	5.8	9.8	2020.0	1012.4	8.2	N	0.0	0.0	1.6	67
7/11/2006	14.5	18.0	11.2	11.3	1483.0	1008.5	5.1	NNE	0.0	0.0	1.4	70
7/12/2006	17.3	23.4	10.4	15.6	518.0	1005.4	10.0	N	0.0	0.0	0.9	87
7/13/2006	9.8	11.6	8.5	11.6	620.0	1018.8	3.5	SSO	0.4	0.0	0.7	82
7/14/2006	7.8	12.7	3.7	10.3	2776.0	1030.0	6.0	SSE	0.0	0.0	1.5	78
7/15/2006	7.8	13.8	1.5	8.6	2646.0	1029.8	6.3	SSE	0.0	0.0	1.5	78
7/16/2006	13.5	14.8	11.4	11.9	236.0	1018.7	7.9	ENE	4.2	1.3	0.3	95
7/17/2006	14.2	16.9	10.2	13.7	732.0	1016.4	2.5	NO	0.2	0.0	0.6	89
7/18/2006	15.4	19.7	10.1	14.1	1509.0	1010.5	6.5	NO	0.2	0.0	1.2	84
7/19/2006	10.8	17.7	5.9	11.6	2864.0	1014.1	1.8	O	0.0	0.0	1.8	66
7/20/2006	13.8	22.4	6.2	11.4	2623.0	1007.0	5.5	N	0.0	0.0	1.8	81
7/21/2006	13.9	16.4	10.6	12.6	1261.0	1006.6	3.9	SE	0.0	0.0	1.3	66
7/22/2006	14.4	20.9	9.8	13.1	2273.0	1001.8	4.0	SO	0.0	0.0	1.8	77
7/23/2006	7.5	11.7	2.9	10.4	1257.0	1015.7	1.2	SSE	0.4	0.0	0.9	74
7/24/2006	7.7	15.5	0.6	8.7	2711.0	1014.9	4.4	SSE	0.2	0.0	1.9	79
7/25/2006	14.5	16.1	13.6	12.8	624.0	1006.5	4.7	NE	0.2	0.0	0.5	94
7/26/2006	15.1	17.5	13.4	14.2	374.0	1003.5	4.6	E	23.2	12.2	0.4	88
7/27/2006	13.1	16.2	8.6	14.1	1280.0	1003.5	8.2	O	13.2	7.9	0.9	72
7/28/2006	8.0	10.6	6.1	9.4	1278.0	1011.7	14.4	NO	0.4	0.0	1.5	74
7/29/2006	5.2	8.9	1.7	7.9	2751.0	1025.5	6.6	SO	0.0	0.0	1.4	76
7/30/2006	4.1	9.7	-0.5	6.8	2690.0	1028.7	3.1	O	0.0	0.0	1.1	79
7/31/2006	3.2	8.6	-1.7	6.1	2099.0	1029.6	1.6	O	0.2	0.0	1.0	80
Media Mensual	11.9	16.2	7.8	12.0	1635.6	1013.9	5.5	N				82
Total de Mes					50704.0				55.0	12.2	35.8	
Normal de Mes	10.5								64.2			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno e Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Agosto de 2006

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo	Radiación	Presión	Viento (h=3.6 m)			Precipitaciones		E.T.P.	Humedad
	Media	Máx.	Mín.	h=(-0,05 m)	Solar	Barométrica	Velocidad		Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C	Wat./m2	Hpa.	Km/H.	MAX		mm.	mm/h	mm	%
8/1/2006	3.5	11.3	-2.0	5.8	2990.0	1025.7	0.0	3.2	SSO	0.0	0.0	1.3	78
8/2/2006	4.4	11.1	-1.5	5.4	1656.0	1023.7	2.0	19.3	ESE	0.0	0.0	0.9	82
8/3/2006	1.9	5.5	0.4	5.2	36.0	1023.6	1.3	9.7	S	0.0	0.0	0.0	91
8/4/2006	16.8	20.6	14.9	13.6	2470.0	1025.1	1.8	16.1	N	0.0	0.0	2.0	87
8/5/2006	13.1	15.4	9.6	13.5	2650.0	1018.0	3.4	19.3	SE	0.0	0.0	2.2	85
8/6/2006	17.1	21.3	13.3	14.1	1077.0	1010.1	4.3	22.5	ENE	1.0	0.0	0.1	92
8/7/2006	19.7	23.3	15.8	14.5	2305.0	1021.2	9.0	41.8	NE	0.0	0.0	2.2	91
8/8/2006	12.8	16.3	10.1	12.7	3840.0	1017.6	6.9	32.2	S	0.0	0.0	2.1	89
8/9/2006	10.7	12.2	10.1	10.7	428.0	1002.4	7.7	25.7	SSE	21.3	5.0	0.3	87
8/10/2006	11.6	12.9	7.3	11.3	616.0	1010.0	5.9	40.2	SO	0.8	0.0	0.6	95
8/11/2006	8.6	14.6	2.7	9.3	2665.0	1008.1	5.6	20.9	ONO	0.0	0.0	2.1	66
8/12/2006	11.9	17.9	7.4	10.4	3076.0	1004.4	5.6	22.5	SSE	0.0	0.0	2.2	77
8/13/2006	10.2	14.4	4.8	10.5	3041.0	1005.4	10.7	43.5	ESE	0.0	0.0	2.1	85
8/14/2006	11.5	14.4	5.9	11.6	1077.0	1001.9	7.0	29.0	SSO	1.0	0.0	0.9	91
8/15/2006	7.8	13.7	3.1	9.0	3433.0	1011.4	3.6	24.1	OSO	0.0	0.0	2.2	66
8/16/2006	7.0	11.5	3.8	8.5	1735.0	1017.0	3.7	20.9	S	0.0	0.0	1.0	86
8/17/2006	8.3	12.2	4.3	9.2	1677.0	1019.7	3.3	17.7	SSO	4.8	7.9	1.1	91
8/18/2006	8.9	14.8	3.8	10.0	3525.0	1016.0	2.3	32.2	NO	0.0	0.0	2.1	81
8/19/2006	12.4	19.1	8.1	9.9	2464.0	1006.2	9.8	43.5	NO	0.0	0.0	2.3	67
8/20/2006	6.6	10.7	2.7	9.0	2618.0	1018.6	7.0	35.4	SO	0.0	0.0	1.7	73
8/21/2006	5.1	11.8	-1.8	7.2	3745.0	1019.4	3.5	22.5	N	0.0	0.0	2.2	72
8/22/2006	13.2	21.2	7.7	9.5	3540.0	1007.0	11.7	37.0	NO	0.0	0.0	3.4	56
8/23/2006	14.2	24.1	7.3	11.3	3611.0	1006.9	2.6	17.7	NO	0.0	0.0	2.4	62
8/24/2006	16.3	22.4	10.8	13.1	3215.0	1004.5	5.7	25.7	N	0.0	0.0	2.9	69
8/25/2006	16.3	23.1	11.0	13.8	2804.0	1000.6	3.7	17.7	N	0.0	0.0	2.4	72
8/26/2006	13.5	18.1	8.0	13.2	928.0	1010.1	6.9	33.8	SSO	0.0	0.0	1.0	82
8/27/2006	7.8	13.9	3.2	10.2	4103.0	1011.3	6.6	24.1	SSO	0.0	0.0	2.5	69
8/28/2006	9.6	15.2	3.6	9.8	3944.0	1014.9	5.2	29.0	SSO	0.0	0.0	2.6	60
8/29/2006	8.6	15.7	0.3	9.8	4001.0	1018.3	3.8	22.5	NNE	0.0	0.0	2.5	74
8/30/2006	11.4	14.9	6.4	10.3	2217.0	1011.4	7.3	33.8	NNE	0.4	0.0	1.9	73
8/31/2006	13.9	19.5	8.6	13.0	3941.0	1006.2	4.6	25.7	N	1.2	3.8	2.8	77
Media Mensual	10.8	15.9	6.1	10.5	2562.2	1012.8	5.2		N				78
Total de Mes					79428.0			43.5		30.5	7.9	55.8	
Normal de Mes	11.7									55.6			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno e Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Boletín Agrometeorológico Mensual - Setiembre de 2006

CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA

UBICACION: LAT 34 52 S - LONG 57 58 W de G - A.S.N.M. 15 m

Fecha	Temperatura del aire			Temp.Suelo	Radiación	Presión	Viento (h=3.6 m)			Precipitaciones		E.T.P.	Humedad
	Media	Máx.	Mín.	h=(-0,05 m)	Solar	Barométrica	Velocidad		Dir	Cantidad	Máx.Intensidad		
	°C	°C	°C	°C	Wat./m2	Hpa.	Km/H.	MAX	Dom.	mm.	mm/h	mm	%
9/1/2006	11.8	17.1	6.2	12.1	2081.0	1009.6	6.0	29.0	E	4.8	4.8	1.5	85
9/2/2006	7.4	10.9	5.0	9.3	1645.0	1013.4	13.1	45.1	SSO	10.2	0.5	1.2	85
9/3/2006	6.5	12.3	2.7	8.5	3802.0	1019.7	6.5	38.6	SO	1.4	2.3	2.3	77
9/4/2006	5.1	10.4	0.3	7.9	2985.0	1026.8	4.0	25.7	OSO	0.2	0.0	1.8	78
9/5/2006	7.0	15.1	0.2	7.9	4354.0	1027.7	3.3	22.5	OSO	0.0	0.0	2.7	67
9/6/2006	9.5	15.0	2.6	8.6	3942.0	1024.3	7.7	32.2	NNE	0.0	0.0	3.0	69
9/7/2006	12.6	17.4	8.7	11.2	3649.0	1017.2	7.7	24.1	NE	0.0	0.0	2.9	69
9/8/2006	13.5	20.8	7.7	12.3	3509.0	1013.4	2.0	14.5	ESE	0.0	0.0	2.5	77
9/9/2006	12.7	20.6	5.7	12.2	4083.0	1012.1	3.0	20.9	N	0.0	0.0	2.8	74
9/10/2006	17.4	24.0	11.8	13.5	3737.0	1004.1	13.3	46.7	N	0.0	0.0	4.2	62
9/11/2006	16.8	21.5	9.8	14.5	3262.0	1005.5	5.2	27.4	S	0.0	0.0	3.0	61
9/12/2006	12.2	20.2	6.4	12.5	4352.0	1016.0	4.7	30.6	OSO	0.0	0.0	3.3	63
9/13/2006	7.3	13.1	1.9	9.9	2063.0	1019.0	3.2	20.9	SSE	0.0	0.0	1.3	77
9/14/2006	9.2	15.3	2.3	9.6	3263.0	1018.1	2.7	22.5	ESE	0.0	0.0	2.5	84
9/15/2006	11.7	20.5	4.0	10.4	2865.0	1015.7	2.4	2.9	NE	0.0	0.0	1.2	82
9/16/2006	13.2	21.9	5.3	12.0	2426.0	1012.4	5.8	35.4	W	0.0	0.0	1.4	79
9/17/2006	13.2	21.3	3.4	12.9	3230.0	1014.1	4.8	30.6	NNE	0.0	0.0	1.3	83
9/18/2006	17.3	22.8	11.1	13.2	2188.0	1012.0	6.1	25.7	NNE	0.0	0.0	1.8	84
9/19/2006	16.2	24.6	6.8	14.3	3376.0	1010.3	3.2	24.1	NNE	0.0	0.0	2.7	88
9/20/2006	17.4	24.5	8.5	14.5	3956.0	1016.2	3.9	22.5	NE	0.0	0.0	3.2	85
9/21/2006	15.3	21.7	9.6	15.4	4132.0	1017.6	7.2	32.2	S	0.0	0.0	3.1	83
9/22/2006	13.6	20.1	4.7	12.9	3962.0	1012.0	4.8	24.1	ENE	0.0	0.0	2.9	86
9/23/2006	15.2	21.3	10.1	13.2	2188.0	1008.7	7.6	33.8	NE	10.7	1.2	2.7	96
9/24/2006	11.1	15.3	6.2	10.8	4191.0	1019.2	9.3	45.1	SW	0.0	0.0	3.0	82
9/25/2006	8.8	16.1	0.9	9.3	4461.0	1022.8	2.3	19.3	NE	0.0	0.0	3.6	73
9/26/2006	15.6	22.5	8.7	12.5	4355.0	1011.3	7.1	37.0	NNE	0.0	0.0	2.9	78
9/27/2006	18.5	24.1	12.2	14.4	4274.0	1009.1	10.5	33.8	NE	0.0	0.0	3.3	77
9/28/2006	15.8	17.3	13.9	15.1	4126.0	1007.9	2.6	11.3	ENE	0.0	0.0	2.2	78
9/29/2006	17.6	21.3	15.3	16.6	4160.0	1010.0	9.7	23.7	ENE	0.0	0.0	1.7	81
9/30/2006	12.8	17.8	7.1	12.9	2187.0	1014.8	8.8	17.5	NNE	0.0	0.0	1.8	73
Media Mensual	12.7	18.9	6.6	12.0	3426.8	1014.7	6.0		ENE				78
Total de Mes					102804.0			46.7		27.3		73.9	
Normal de Mes	13.9									71.1			

Realizado por Ing. Agr. Marcelo D. Asborno y Ing. Agr. H. Martín Pardi.

Anexo II

Datos correspondientes al contenido de pigmentos en
monitoreos de campo

Aplicacion Glifosato + Cipermetrina (28/11/02)

Contenido Total de Clorofila

Lugar	Especie	réplica	antes aplicación (µg /cm ²)	3 días después (µg /cm ²)	6 días después (µg /cm ²)	20 días después (µg /cm ²)	30 días después (µg /cm ²)	Máxima inhibición (%)	Tiempo de recuperación (días)
Zona adyacente al cultivo	<i>R. crispus</i>	1	45,57	34,02	42,22	47,31	40,90	28,52	3
		2	44,63	31,75	40,68	47,75	44,14		
		3	44,88	30,78	42,46	47,79	43,76		
		promedio	45,02	32,18	41,79	47,62	42,93		
	<i>P. dilatatum</i>	1	35,27	26,52	19,47	16,47	27,98	52,49	10
		2	35,92	24,37	19,22	15,43	35,36		
		3	34,49	20,63	22,29	15,31	28,90		
		promedio	32,23	23,84	20,33	15,31	30,74		
	<i>S. montevidensis</i>	1	43,48	34,50	32,17	47,28	44,78	-	-
		2	43,37	47,29	33,01	46,96	54,02		
		3	44,17	52,31	36,86	47,87	44,91		
		promedio	43,67	44,70	34,01	47,37	47,90		
<i>T. repens</i>	1	40,38		39,94	40,11	39,44	-	-	
	2	46,67	-	40,22	41,75	40,26			
	3	-		39,73	43,93	39,78			
	promedio	43,53		39,97	41,93	39,83			
Aguas abajo del cultivo	<i>R. crispus</i>	1	49,06	45,01	48,16			16,29	3
		2	50,66	43,51	48,69	-	-		
		3	50,60	41,24	50,25				
		promedio	50,63	42,38	49,47				
	<i>P. dilatatum</i>	1	34,35	26,02	28,41	26,40	47,17	-	-
		2	34,13	14,50	27,46	24,54	42,67		
		3	34,18		30,45	25,61	41,52		
		promedio	26,19	20,26	28,77	25,52	43,79		
	<i>S. montevidensis</i>	1	30,54	16,00	39,72	33,31	43,90	-	-
		2	30,40	32,75	39,75	31,28	44,46		
		3	31,52	31,40	38,25	34,29	41,79		
		promedio	30,96	32,08	39,00	32,96	43,38		
<i>T. repens</i>	1	26,94		36,51	33,86	33,56	-	-	
	2	26,69		34,98	34,11	36,94			
	3	24,92		36,91	34,21	33,59			
	promedio	34,22	-	36,13	34,06	34,69			146

Aplicación Glifosato + Cipermetrina (23/01/04)									
Evento	Especie	Réplica	Clorofila Total	Feofitina A	Feofitina B	FeofitinaTotal	Clorofila a	Clorofila b	Protoclorofila
Antes de la aplicación	<i>P. rotundifolia</i>	1	17,07	20,87	8,60	29,47	12,85	4,17	1,34
		2	17,13	21,07	8,70	29,77	13,11	3,99	0,99
		3	17,04	21,36	8,15	29,51	13,15	3,85	1,16
		promedio	17,08	21,10	8,48	29,58	13,03	4,01	1,16
	<i>S. montevidensis</i>	1	27,30	34,16	12,65	46,82	20,74	6,48	2,29
		2	23,97	29,65	12,03	41,69	18,42	5,50	1,48
		3	25,57	31,53	12,66	44,19	19,46	6,04	2,07
		promedio	25,61	31,78	12,45	44,23	19,54	6,00	1,95
	<i>T. repens</i>	1	28,49	32,74	15,60	48,34	20,35	8,08	1,86
		2	24,36	28,51	13,17	41,67	17,78	6,54	1,19
		3	21,94	26,17	10,88	37,05	15,84	6,04	1,95
		promedio	24,93	29,14	13,22	42,36	17,99	6,88	1,67
<i>P. dilatatum</i>	1	19,48	26,32	8,17	34,49	16,13	3,32	0,93	
	2	20,90	27,95	9,14	37,09	17,19	3,67	1,01	
	3	22,41	29,32	10,12	39,44	18,02	4,34	1,55	
	promedio	20,93	27,86	9,14	37,01	17,11	3,78	1,16	
Después de la aplicación	<i>P. rotundifolia</i>	1	20,52	25,11	10,05	35,15	15,39	5,07	1,84
		2	20,36	25,65	9,73	35,38	15,73	4,58	1,34
		3	22,09	27,24	11,07	38,32	16,87	5,16	1,68
		promedio	20,99	26,00	10,28	36,29	16,00	4,94	1,62
	<i>S. montevidensis</i>	1	26,54	32,97	12,31	45,28	19,87	6,55	3,52
		2	21,69	27,28	10,70	37,98	16,93	4,71	1,63
		3	33,66	42,73	16,06	58,79	26,25	7,33	2,34
		promedio	27,30	34,33	13,02	47,35	21,02	6,19	2,50
	<i>T. repens</i>	1	33,34	39,81	17,77	57,58	24,76	8,51	2,10
		2	35,23	42,91	17,44	60,35	26,12	9,03	2,47
		3	32,86	39,72	16,91	56,62	24,54	8,26	1,96
		promedio	33,81	40,81	17,37	58,19	25,14	8,60	2,18
<i>P. dilatatum</i>	1	38,03	46,22	19,29	65,51	28,34	9,54	4,41	
	2	36,85	44,78	18,89	63,67	27,69	9,03	3,96	
	3	35,73	44,60	17,50	62,11	27,51	8,12	2,87	
	promedio	36,87	45,20	18,56	63,76	27,85	8,90	3,75	

Efectos en el Contendio Total de Clorofila					
Aplicación Glifosato + Clorpirifos (08/01/03)					
Lugar	Especies	Réplica	Antes ($\mu\text{g} / \text{cm}^2$)	5 días después ($\mu\text{g} / \text{cm}^2$)	% inhibición
Zona adjacente al cultivo	<i>S. montevidensis</i>	1	44,78	19,87	-52,65
		2	54,02	24,04	
		3	44,91	24,14	
		promedio	47,90	22,68	
	<i>P. rotundifolia</i>	1	27,48	18,49	-40,33
		2	33,66	18,56	
		3	34,59	20,08	
		promedio	31,91	19,04	
	<i>P. dilatatum</i>	1	27,98	34,74	SE
		2	35,36	36,87	
		3	28,90	37,57	
		promedio	30,74	36,39	
<i>T. repens</i>	1	39,44	32,17	-19,43	
	2	40,26	30,43		
	3	39,78	33,69		
	promedio	39,83	32,09		
Zona aguas abajo del Cultivo	<i>S. montevidensis</i>	1	43,90	35,09	-16,76
		2	44,46	37,80	
		3	41,79	35,44	
		promedio	43,38	36,11	
	<i>P. rotundifolia</i>	1	40,57	29,54	-26,75
		2	31,57	33,39	
		3	42,59	27,27	
		promedio	38,24	28,01	
	<i>P. dilatatum</i>	1	47,17	32,31	-27,36
		2	42,67	32,09	
		3	41,52	31,02	
		promedio	43,79	31,81	
<i>T. repens</i>	1	33,56	29,54	SE	
	2	36,94	33,39		
	3	33,59	27,27		
	promedio	34,69	30,07		

		Aplicación Glifosato +Cipermetrina + Clorpirifos (5/01/06)								
		Feofitina a	Feofitina b	Feofitina total	Clorofila a	Clorofila b	Protoclorofila	Clorofila total		
Sitio adyacente al cultivo	<i>S. montevidensis</i>	Antes de la aplicación	1	53,66	25,22	78,88	25,97	14,56	5,20	40,70
			2	57,70	26,98	84,67	36,56	11,54	2,38	48,17
			promedio	55,68	26,10	81,78	31,26	13,05	3,79	44,44
		Después de la aplicación	1	33,52	15,25	48,77	21,32	6,48	1,10	27,84
			2	39,12	18,19	57,32	24,80	8,14	2,34	33,02
			3	34,22	15,46	49,68	21,76	6,57	1,08	28,36
	4	43,16	20,43	63,59	27,37	9,26	2,56	36,71		
	promedio	37,51	17,33	54,84	23,81	7,61	1,77	31,48		
	<i>P. punctatum</i>	Antes de la aplicación	1	34,91	17,59	52,50	22,46	7,78	1,18	30,28
			2	33,15	17,15	50,30	21,20	7,99	2,09	29,25
			3	35,75	17,97	53,72	22,89	8,14	1,26	31,07
			4	37,80	19,86	57,65	24,22	9,33	2,25	33,62
		promedio	35,40	18,14	53,54	22,69	8,31	1,69	31,06	
		Después de la aplicación	1	50,11	26,35	76,46	32,06	12,26	2,84	44,42
2			52,79	26,98	79,77	33,77	12,14	1,90	45,97	
3			39,16	18,92	58,08	25,03	8,30	1,32	33,38	
4	48,25		24,68	72,93	30,80	11,35	2,76	42,23		
promedio	47,58	24,23	71,81	30,41	11,01	2,20	41,50			

Sitio aguas abajo del cultivo	<i>S. montevidensis</i>	Antes de la aplicación	1	35,08	15,55	50,63	22,18	6,79	1,32	29,01
			2	34,38	15,55	49,93	21,69	7,07	2,21	28,83
			3	38,68	18,91	57,59	24,99	8,42	2,55	33,49
			4	41,58	18,64	60,21	26,13	8,70	2,55	34,92
		promedio	37,43	17,16	54,59	23,75	7,74	2,16	31,56	
		Después de la aplicación	1	48,90	21,29	70,19	30,85	9,17	2,03	40,09
			2	45,32	20,11	65,43	28,52	9,11	2,79	37,73
			3	50,73	22,02	72,75	31,95	9,42	2,12	41,44
	4		49,88	22,33	72,21	31,42	9,99	3,06	41,52	
	promedio	48,71	21,44	70,15	30,69	9,42	2,50	40,19		
	<i>P. punctatum</i>	Antes de la aplicación	1	39,49	19,24	58,74	24,95	9,32	2,49	34,35
			2	39,42	18,47	57,89	24,98	8,50	1,52	33,53
			3	42,11	20,88	62,98	26,54	10,40	2,93	37,04
			4	45,00	21,57	66,56	28,33	10,39	1,75	38,78
		promedio	41,50	20,04	61,54	26,20	9,65	2,17	35,93	
		Después de la aplicación	1	38,52	18,81	57,34	24,45	8,83	2,82	33,38
			2	40,57	18,84	59,42	25,81	8,32	1,72	34,18
			3	40,53	19,77	60,29	25,64	9,42	2,84	35,15
	4		40,23	18,60	58,83	25,50	8,40	1,88	33,96	
	promedio	39,96	19,01	58,97	25,35	8,74	2,31	34,17		
	<i>A. philoxeroides</i>	Antes de la aplicación	1	43,06	21,39	64,45	27,97	9,63	2,75	37,70
			2	44,62	19,63	64,26	28,05	8,89	1,92	37,00
			3	43,60	20,20	63,80	27,28	9,94	2,70	37,31
			4	39,31	17,93	57,24	24,73	8,47	1,57	33,26
promedio		42,65	19,79	62,43	27,01	9,24	2,23	36,32		
Después de la aplicación		1	40,50	19,92	60,42	25,56	9,78	2,65	35,43	
		2	46,32	22,17	68,49	29,16	10,62	1,89	39,84	
		3	46,87	19,81	66,67	27,28	11,47	4,00	38,89	
	4	40,44	18,87	59,31	25,45	8,99	1,56	34,49		
promedio	43,53	20,19	63,72	26,86	10,22	2,52	37,16			
<i>L. peploides</i>	Antes de la aplicación	1	47,34	25,99	73,33	30,04	13,21	5,51	43,43	
		2	40,91	21,63	62,54	25,87	11,14	6,06	37,23	
		3	40,91	20,05	60,96	25,86	9,78	4,25	35,78	
		4	47,34	25,99	73,33	30,04	13,21	5,51	43,43	
	promedio	44,12	23,42	67,54	27,95	11,83	5,33	39,97		
	Después de la aplicación	1	41,92	21,62	63,54	26,58	10,77	5,05	37,53	
		2	43,26	22,62	65,88	27,41	11,36	5,45	38,96	
		3	40,91	21,63	62,54	25,87	11,14	6,06	37,23	
4		40,91	20,05	60,96	25,86	9,78	4,25	35,78		
promedio	41,75	21,48	63,23	26,43	10,76	5,20	37,37			

5. Efectos de la deriva del glifosato en una comunidad riparia

5.1 INTRODUCCIÓN

Las comunidades vegetales de la pampa ondulada, se encuentran en una situación relictual cuando se las compara con su desarrollo anterior a la intervención del hombre en este ecosistema. Los pastizales pampeanos han sido estudiados tanto en su composición florística, como en sus cambios estructurales y funcionales durante los últimos cien años (Parodi, 1930; Cabrera, 1949; León y Eilberg, 1970; León et al, 1984; de la Fuente y Suárez, 2005). Estas comunidades, además de encontrarse reguladas por factores naturales (clima, topografía, interacciones bióticas), también se encuentran en la actualidad influidas por la actividad agropecuaria y sus crecientes innovaciones tecnológicas. Los factores de la tecnología del cultivo que intervienen son diversos; siendo dos de las más importantes la restricción de espacio y la deriva de agroquímicos sobre las mismas.

Las comunidades no blanco son llamadas de esta manera por no encontrarse dentro de las especies que se pretenden eliminar intencionalmente de los cultivos. Las comunidades riparias en general se encuentran fuera de las tierras aptas para el cultivo y por lo tanto los productores no intentan combatir las directamente. Las comunidades vegetales riparias tienen un rol importante en la estructuración de los ecosistemas lóticos, ya que además de ser productores primarios, alojan a insectos que contribuyen a la dieta de peces y anfibios, así como también a enemigos naturales de las plagas de los cultivos. Con respecto a los efectos de la contaminación, también su presencia resulta de utilidad, ya que funcionan como barreras restringiendo el ingreso de los xenobióticos a los arroyos.

Existen diversos antecedentes bibliográficos acerca del impacto de los plaguicidas sobre la vegetación no blanco, algunos de los cuales evalúan los efectos sobre especies (Boutin et al, 1993; Boutin et al, 2003) y otros sobre comunidades artificiales o naturales (Pfleeger & Zobel, 1995; Ferenc, 2001; Waldhardt et al, 2003; Hietala-Koivu et al, 2004). Se han observado modificaciones de la abundancia de especies, de las interacciones entre las mismas y en la producción de biomasa en comunidades vegetales de ambientes artificiales de estudio, en condiciones naturales expuestas a insecticidas y herbicidas, e incluso fertilizantes (Kleijn et al, 1997).

El objetivo del presente estudio, es evaluar el impacto de la deriva de tres aplicaciones consecutivas del herbicida Roundup Max en la estructura de una comunidad vegetal riparia

durante un período de tiempo prolongado, en las nacientes de un arroyo con baja influencia antrópica utilizando métodos convencionales de muestreo de campo.

5.2 MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en una comunidad riparia ubicada en las nacientes del arroyo Carnaval, que se encuentra en la localidad de Los Porteños, City Bell, Partido de La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina. El lugar está ubicado en una zona residencial con una densidad de población muy baja. Este curso de agua fue previamente caracterizado en referencia a los componentes mayoritarios de su matriz, la mineralogía de las arcillas, el contenido de los metales del sedimento y del suelo (Camilión et al, 2003). La ubicación fue seleccionada por la baja actividad humana históricamente registrada en el área, además de la baja afluencia de visitantes por encontrarse entre dos propiedades privadas. El sector del arroyo donde se realizó este estudio, posee sobre el margen derecho un establecimiento educativo y en el margen izquierdo un establecimiento dedicado a la cría de caballos.

El sector de estudio está ubicado en la eco-región Pampa. Ésta eco-región comprende una área muy amplia, dentro de un gradiente climático con condiciones medias de temperatura que van desde 14 en la parte sur hasta 20°C en su extremo norte. Registra una media de precipitaciones anuales que decrece desde 1000 mm/año en el este hasta 400 mm/año en el extremo oeste (Brown et al, 2006). La planicie pampeana estuvo originariamente dominada por gramíneas, de los géneros *Poa*, *Stipa*, *Piptochaetium* y *Aristida*. Las condiciones actuales reflejan un desplazamiento de la vegetación original por los cultivos, quedando las especies originarias restringidas a sectores entre los cultivos y los cursos de agua, áreas de separación entre lotes, o a los márgenes de los caminos.

Dentro del área de estudio, la comunidad caracterizada muestra una asociación dominada por *Sporobolus platensis* L. R Parodi.

5.2.1 Diseño Experimental

El estudio fue desarrollado en un área de 11 x 7 m, dividido en 6 parcelas de 2 x 2 m, con corredores entre ellas. En la figura 1 se observa el esquema del diseño experimental. Tres de las parcelas se expusieron a la deriva del herbicida glifosato, quedando las tres restantes como controles. La experiencia comenzó en verano (16/02/06), realizándose durante

el primer mes un total de tres aplicaciones a una concentración que simula la que llega por deriva (16/02, 26/02, 6/03).

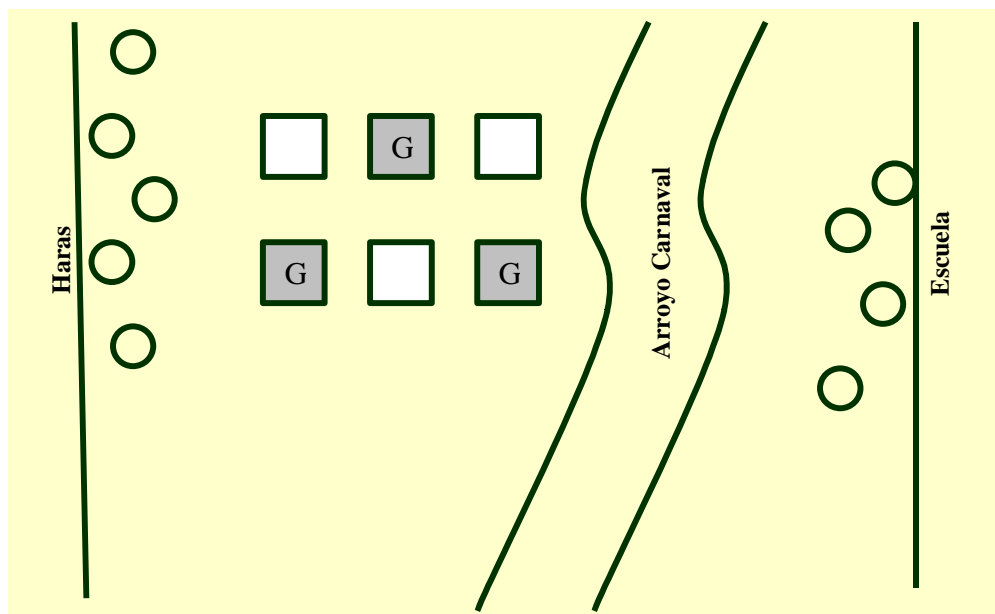


Figura 1. Representación esquemática del diseño de muestreo y del sitio de estudio. Los cuadrados grises representan las parcelas que fueron rociadas con glifosato y los blancos las parcelas utilizadas como controles. Los círculos representan grupos de árboles.

Puntos finales de evaluación

El experimento tuvo una duración de un año, y se midieron los puntos finales de evaluación cada diez días en verano, y se extendieron a quince en otoño y veinte en invierno. Los parámetros que se midieron en cada muestreo fueron: cobertura- abundancia por especie, diversidad, estado fenológico (especies en floración, especies en fructificación) y altura máxima de la vegetación. Se determinó la concentración de pigmentos durante los primeros cuatro meses.

Escala Domin- Krajina		% de cobertura
10	Número de individuos variable con cobertura completa	100
9	Número de individuos variable con mas del 75%, pero menos que completa	>75
8	Número de individuos variable, cobertura entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de la superficie	50-75
7	Número de individuos variable, cobertura entre $\frac{1}{3}$ y $\frac{1}{2}$ de la superficie	33-50
6	Número de individuos variable, cobertura entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{3}$ de la superficie	25-33
5	Número de individuos variable, cobertura entre $\frac{1}{10}$ y $\frac{1}{4}$ de la superficie	10-25
4	Número de individuos variable, cobertura entre $\frac{1}{20}$ y $\frac{1}{10}$	5-10
3	Dispersos con cobertura debajo del $\frac{1}{20}$	1-5
2	Muy dispersos con baja cobertura	<1
1	Poco frecuentes, con cobertura insignificante	
+	Solitarios con cobertura insignificante	

Tabla 1. Escala de Cobertura-Abundancia Domin- Krajina.

Se identificaron las especies siguiendo las claves de Cabrera (1967), Cabrera (1970) y Cabrera y Zardini, (1993). La estimación de la cobertura abundancia se realizó utilizando la escala Domin- Krajina (Muller-Dombois & Ellenberg, 1974). La estimación se realiza visualmente por especie seleccionando los intervalos de la escala en el área mínima. Se realizaron muestreos al azar en cada parcela con un anillo de 50 cm. de diámetro. Se estableció el número de anillos lanzados por parcela utilizando el método del área mínima en el inicio de la experiencia (Matteucci y Colma, 1982). Para muestrear el área mínima fue necesario utilizar cinco veces el anillo en cada parcela.

Para realizar la estimación de la diversidad se utilizó el índice de Shannon-Wiener (Magurran, 2004), en el cual se consideraron como frecuencias a los porcentajes de cobertura abundancia. Se utilizaron los valores medios de cada intervalo de la escala de Domin- Krajina (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974).

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

p_i = la proporción de individuos encontrados de la especie i

Se seleccionó la variable diversidad como variable emergente de los resultados observados en el experimento. Se evaluó mediante una tabla de contingencia la existencia de dependencia entre los efectos de la aplicación y la ubicación de las parcelas.

Los índices de diversidad se compararon estadísticamente según Zar (1999), utilizando las siguientes fórmulas

$$t = \frac{H1 - H2}{S(H1 - H2)}$$

donde $S_{H1-H2} = \sqrt{S^2_{H1} + S^2_{H2}}$

$$S^2_H = \frac{\sum f_i \log^2 f_i - (\sum f_i \log f_i)^2/n}{n^2}$$

$$v = \frac{\frac{(S^2_{H1} + S^2_{H2})^2}{(S^2_{H1}) + (S^2_{H2})}}{n_1 + n_2}$$

Se utilizaron los coeficientes de similitud propuestos por Jaccard, utilizando valores cuantitativos (media de los intervalos de cobertura abundancia) según Gleason, para comparar los tratamientos a través del tiempo (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974). Las comparaciones se hicieron de a pares entre una parcela con aplicación y un blanco que se encontraran a igual distancia del arroyo, para cada muestreo.

$$IS = \frac{Mc}{Ma + Mb + Mc} * 100 =$$

Siendo Mc : la suma de los valores de especies comunes a ambos tratamiento

Ma : la suma de los valores de las especies exclusivas del tratamiento a

Mb : la suma de los valores de las especies exclusivas del tratamiento b

Se analizaron los coeficientes de similitud mediante el análisis de la varianza y se realizó una prueba de Tukey a posteriori.

El estado fenológico para cada especie (estado vegetativo, flor o fruto) y la altura máxima de la vegetación se registraron directamente en el muestreo del anillo. Se considero que una especie entraba en floración o fructificación cuando al menos un individuo dentro de los anillos de muestreo presentaba flor o fruto.

El parámetro altura máxima de la vegetación se estimó en relación a la función de barrera que posee la vegetación riparia en el momento de las aplicaciones, por lo tanto se

midió el promedio de altura que podría actuar como filtro de la deriva, en varias oportunidades este valor fue coincidente con la altura de la especie dominante. La altura máxima fue medida desde el suelo con cinta métrica. Los resultados del estado fenológico y la altura máxima se evaluaron con la prueba de *t* apareada.

El contenido de pigmentos se estimó a partir del extracto de biomasa vegetal fresca, utilizando N, N-dimetilformamida, (4 ml.) mediante medición espectrofotométrica (Shimadzu UV-1203) a 603, 625, 647, 654, 664 y 666 nm (Moran, 1982). Se utilizaron las dos especies más frecuentes para realizar estas medidas: *Oxalis articulata* y *Sporobolus platensis*. Las extracciones a campo se realizaron con sacabocados, tomándose 8 círculos de área conocida (0,237 cm²). Esto permite determinar el área foliar que contiene determinada cantidad de pigmentos y así poder comparar las réplicas.

Los contenidos de los pigmentos se calcularon según las siguientes fórmulas:

$$\text{Clorofila a} = \frac{(12,7 * aa\ 661 - 2,79 * aa\ 645) * \text{Volumen de solvente}}{\text{area foliar}}$$

$$\text{Clorofila b} = \frac{(20,7 * aa\ 645 - 4,62 * aa\ 661) * \text{Volumen de solvente}}{\text{area foliar}}$$

$$\text{Contenido Total de Clorofila} = \frac{(7,04 * aa\ 664 + 20,27 * aa\ 647) * \text{Volumen de solvente}}{\text{area foliar}}$$

$$\text{Feofitina a} = \frac{(23,91 * aa\ 666 - 7,22 * aa\ 654) * \text{volumen de solvente}}{\text{area foliar}}$$

$$\text{Feofitina b} = \frac{(37,41 * aa\ 654 - 16,38 * aa\ 666) * \text{volumen de solvente}}{\text{area foliar}}$$

$$\text{Feofitina Total} = \frac{(7,53 * aa\ 666 - 30,19 * aa\ 654) * \text{volumen de solvente}}{\text{area foliar}}$$

$$\text{Protoclorofila} = \frac{(28,3 * aa\ 625 - 3,49 * aa\ 664 - 5,25 * aa\ 647) * \text{volumen de solvente}}{\text{area foliar}}$$

Los resultados del contenido de pigmentos se evaluaron con la prueba de *t* apareada, entre los tratamientos, tomando como pares a las parcelas que se encuentran a igual distancia del arroyo.

Simulación de la deriva

La simulación de la deriva se realizó con una mochila de aplicación (HERBI-4, Micron Sprayers Ltd.) a una tasa de flujo de 100 ml/min., durante 2 minutos en cada parcela, a una concentración equivalente al 8,5% de la máxima dosis recomendada para el cultivo de soja, (3,5 kg de Roundup® Max/ha en 120 l de agua) seleccionada de acuerdo a estudios de simulaciones de deriva. Se tomo como referencia el trabajo de Nordby & Skuterud, (1975) quienes ensayaron bajo condiciones normales la deriva y determinan que varía en un intervalo de 1 a 15% del promedio de la aplicación a un metro de la última boquilla.

La formulación utilizada de Glifosato (Roundup® Max) posee un 74,4 % de principio activo glifosato.

Las aplicaciones se realizaron, según indicaciones del fabricante, a 20 cm. de la vegetación a un ángulo de 30- 40°. El perímetro de la parcela fue cubierto con un nylon para evitar la deriva hacia las parcelas control.

Se realizaron tres aplicaciones con un intervalo de diez días, las mismas coincidieron con los tres primeros muestreos (16/02, 26/02, 6/03).

Con el fin de confirmar la concentración nominal se tomó una muestra del tanque de aplicación en cada una de las tres oportunidades. La concentración de glifosato en el tanque de aplicación fue analizada mediante cromatografía líquida de alta performance de acuerdo a métodos estandarizados de la AOAC (1990). La recuperación del método fue superior al 98%. Los solventes utilizados para el análisis fueron J. T. Baker. El patrón de glifosato usado en el análisis químico fue provisto por el SENASA.

5.3 RESULTADOS

En la tabla 2, se muestran las especies que integraron la comunidad riparia durante el período de muestreo, dispuestas según su orden de aparición en los muestreos. Se determinaron 18 de las 21 especies presentes, ya que 3 de ellas no florecieron en todo el periodo (las mismas fueron denominadas ND1, ND2, ND3).

Especie	Nombre vulgar	Familia	Tipo de maleza	Origen
<i>Sporobolus platensis</i> Parodi	-	Gramineae	-	S. América
<i>Oxalis articulata</i> Sav.	Vinagrillo	Oxalidaceae	MO	S. América
<i>Lotus tenuis</i> Waldst	Lotus	Leguminosae	MO	Europa
<i>Vicia graminea</i> Smith	arvejilla	Leguminosae	MO	S. América
<i>Dipsacum fullonum</i> L.	Carda	Dipsacaceae		Europa
<i>Apium leptophyllum</i> (Pers.)Muell.	apio cimarrón	Umbeliferae	MO	S. América
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	-	Cyperaceae	-	S. América
<i>Rumex acetosella</i> L.	Acedera	Poligonaceae	MTP	Eurasia
<i>Picris echioides</i> L.	pega-pega	Compositae	MO	Europa
<i>Trifolium repens</i> L.	trébol blanco	Leguminosae	MO	Europa
<i>Geranium dissectum</i> L.	Alfilerillo	Geraniaceae	MO	S. América
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Capíqui	Cariofilaceae	MO	Europa
<i>Carduus acanthoides</i> L.	falso cardo negro	Compositae	MP	Europa
<i>Arum italica</i> Mill.	-	Araceae	-	Europa
<i>Poligonum punctatum</i> Elliott	-	Poligonaceae	-	C. Aca. y S.Aca.
<i>Poligonum acuminatum</i> Kunth	-	Poligonaceae	-	C. Aca y S. Aca.
<i>Astragalus distinens</i> Macloskie.	Garbancillo	Leguminosae	-	S. América
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Gramón	Gramineae	MP	Cosmopolita

Tabla 2. Especies que integraron la comunidad estudiada, se indica: nombre vulgar, familia a la que pertenecen, tipo de malezas y origen de la especie. **MO**: maleza ocasional en cultivos rastrojos, pasturas, parques y baldíos. **MTP**: maleza tolerada primaria- Resolución INASE, 1993 **MP**: Maleza plaga de la agricultura- Decreto SAGYP, 1963.

Las especies que componen la comunidad representan a 11 familias diferentes de plantas, el 50 % de las especies encontradas son consideradas plagas de la agricultura y el 44 % son exóticas (8 especies).

El promedio de las concentraciones de glifosato en el tanque de aplicación para las tres aplicaciones fue de 1.750 mg. de ingrediente activo/ l. La cual coincide con el 8,5% de la máxima dosis recomendada (3,5 kg/ha en 120 l de agua).

La diversidad varió en el rango 0,7-0,95 en las parcelas control y 0,55-1,18 en las tratadas. Se evaluaron las dependencias entre los efectos de la aplicación y la ubicación de las

parcelas entre los tres pares en el muestreo anterior a la aplicación, en el muestreo número siete y en el último muestreo. En ninguna de las tres situaciones hay dependencias entre el lugar y el efecto de la aplicación ($p=0,99$, $p=0,97$ $p=0,98$). A partir de estos resultados las parcelas fueron consideradas réplicas.

En la figura 2, se observa la distribución de los valores del índice de diversidad a lo largo del año, las diferencias significativas entre los tratamientos se indican en el gráfico, analizadas mediante la prueba de t para comparación de índices (p en todas $>0,90$). La diversidad descendió en las parcelas tratadas en los tres muestreos siguientes a la última aplicación (13/03/06, 20/03/06, 29/03/06). Luego se incrementó significativamente respecto al control, en dos oportunidades en otoño (21/04/06, 28/04/06), en tres oportunidades en invierno (25/08/06, 26/09/06 y 19/10/06) y una vez en primavera (24/11/06)

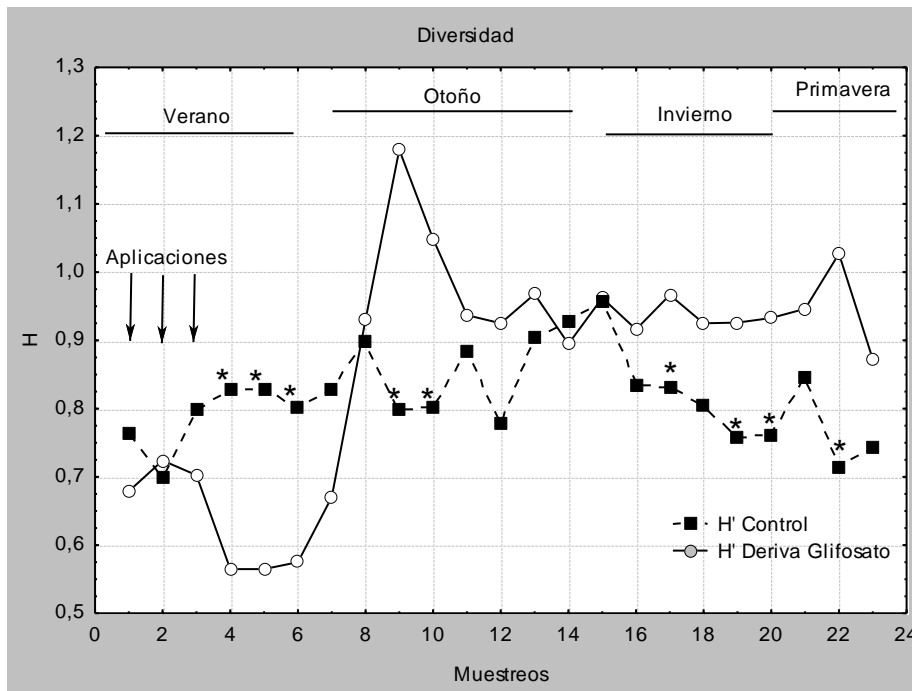


Figura 2. Valores de diversidad promedio de las parcelas control y las parcelas que recibieron la aplicación simulando la deriva del herbicida glifosato. * son diferencias significativas entre los tratamientos. (prueba de t).

El aumento de la diversidad en otoño en las parcelas tratadas con herbicida, se relaciona con el deterioro de la especie dominante *Sporobolus platensis* que ocupa el estrato superior. Como resultado de las aplicaciones en las parcelas con tratamiento esta especie no ocupa más el estrato superior dejando los recursos aprovechables en los estratos inferiores.

La altura máxima de la vegetación en las parcelas tratadas cambia significativamente respecto de los valores anteriores a partir del cuarto muestreo, y esto se debe principalmente a la desaparición de *Sporobolus platenses* del estrato superior, debido a las aplicaciones del herbicida (Figura 3).

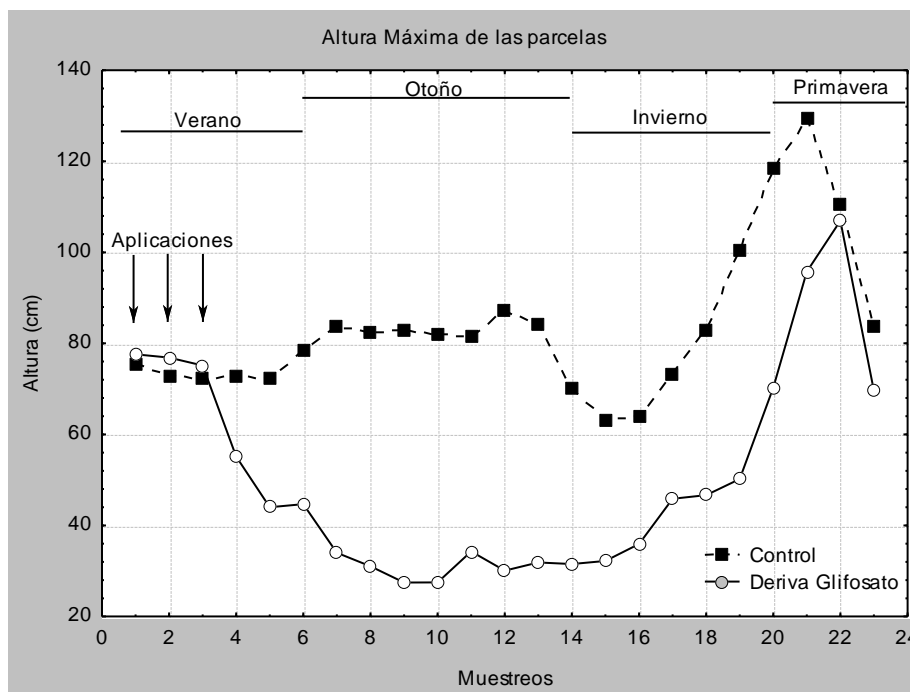


Figura 3. Altura máxima promedio de las parcelas que recibieron la aplicación simulando la deriva del herbicida y de los controles a lo largo de los muestreos.

En las figuras 4 y 5 se observan ejemplos de los valores de cobertura-abundancia por especie a través del tiempo, para una de las parcelas control y una de las parcelas aplicadas. Se observan las mismas diferencias entre los tratamientos que las detectadas en los valores del índice de diversidad.

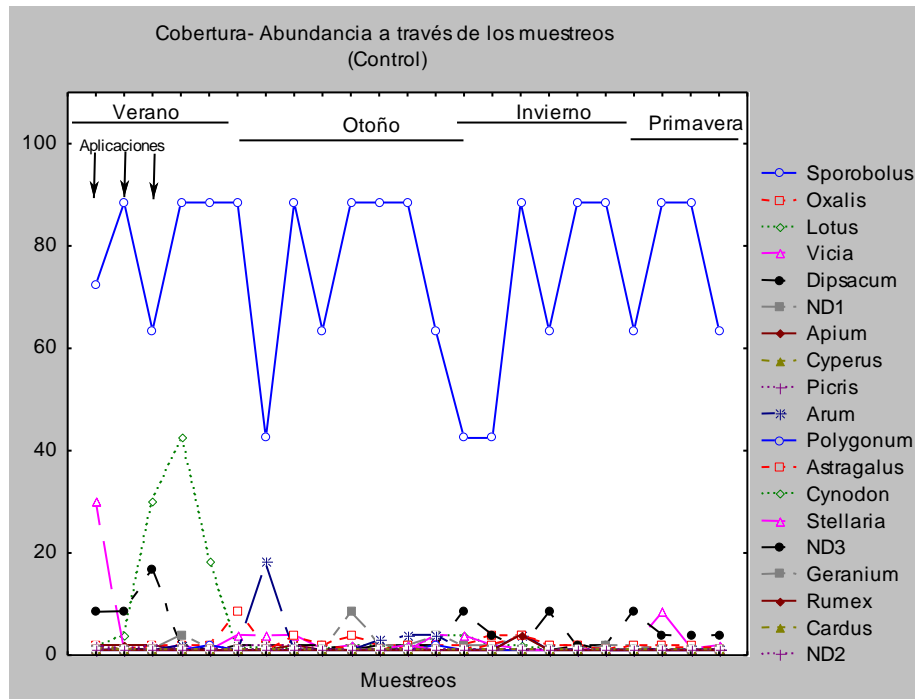


Figura 4. Cobertura abundancia por especie a través de los muestreos en la parcela mas cercana al arroyo. Parcela Control.

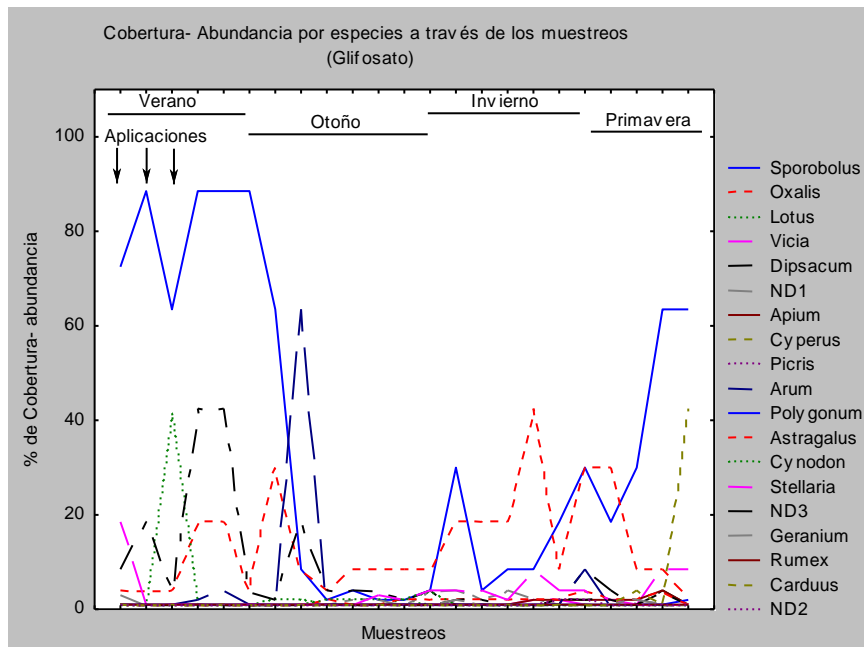


Figura 5. Cobertura abundancia por especie en la parcela mas cercana al arroyo, con aplicación.

En la figura 6, se observan los coeficientes de similitud entre las parcelas en relación a la distancia al arroyo y a través de los muestreos.

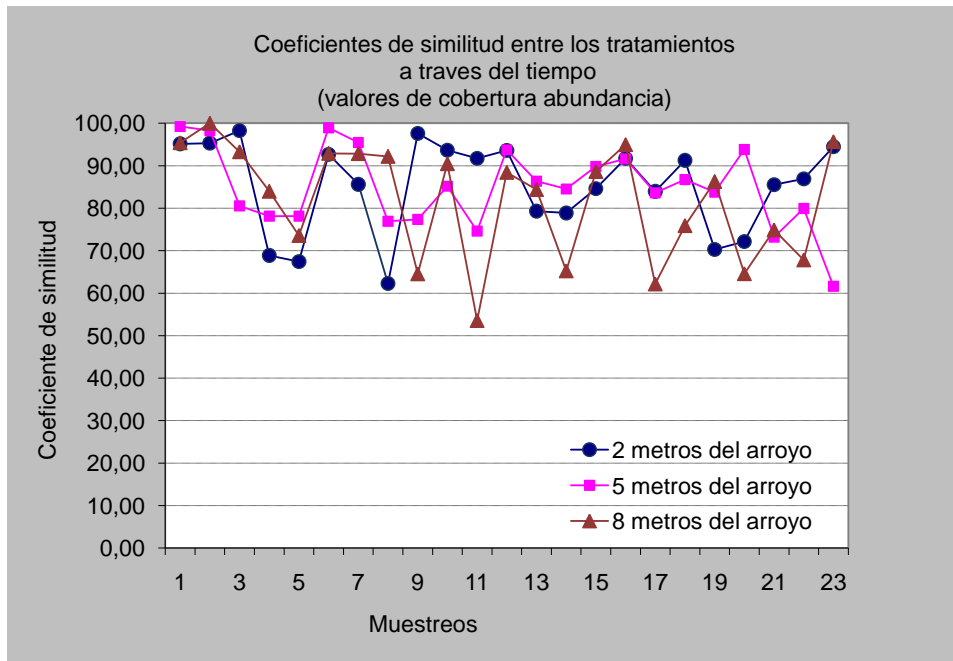


Figura 6. Porcentajes de similitud entre los valores de cobertura abundancia de los tratamientos, en las diferentes distancias al arroyo y a través de los muestreos.

Cuando se calcularon los coeficientes de similitud entre los valores de cobertura abundancia en los tratamientos a diferentes distancias al arroyo, se observó una alta correspondencia entre los mismos ($p= 0,44$). Este índice subestima las diferencias entre la cobertura abundancia de las especies, es por ello que muestra altos valores de similitud dado que en ambos tratamientos se encuentran las mismas especies. Los valores estuvieron en el siguiente intervalo (53 - 100%), con un mínimo sólo en el muestreo 11, en la parcela más alejada del arroyo. Si bien el análisis de la varianza mostró que existen diferencias entre los muestreos ($p= 0,04$), no se encontraron diferencias significativas entre los mismos cuando se los comparó de a pares con la prueba de Tukey *a posteriori*.

Se observaron diferencias respecto al control, tanto en la floración como en la fructificación de aquellas parcelas que recibieron la aplicación. En la figura 7 y 8, pueden observarse los porcentajes de floración y fructificación respectivamente, para las parcelas blanco y las que recibieron el herbicida. Las parcelas control tuvieron porcentajes de floración

entre 10-65% y las parcelas tratadas entre 10-40%. Las diferencias ocurren mayoritariamente en otoño, revirtiéndose en primavera, cuando ambas parcelas vuelven a tener porcentajes similares de floración y fructificación. Es importante resaltar que en las parcelas con aplicación, no hay fructificación en el verano coincidente con las aplicaciones y que la fructificación ocurre recién en otoño, en las especies que florecieron a pesar de las aplicaciones.

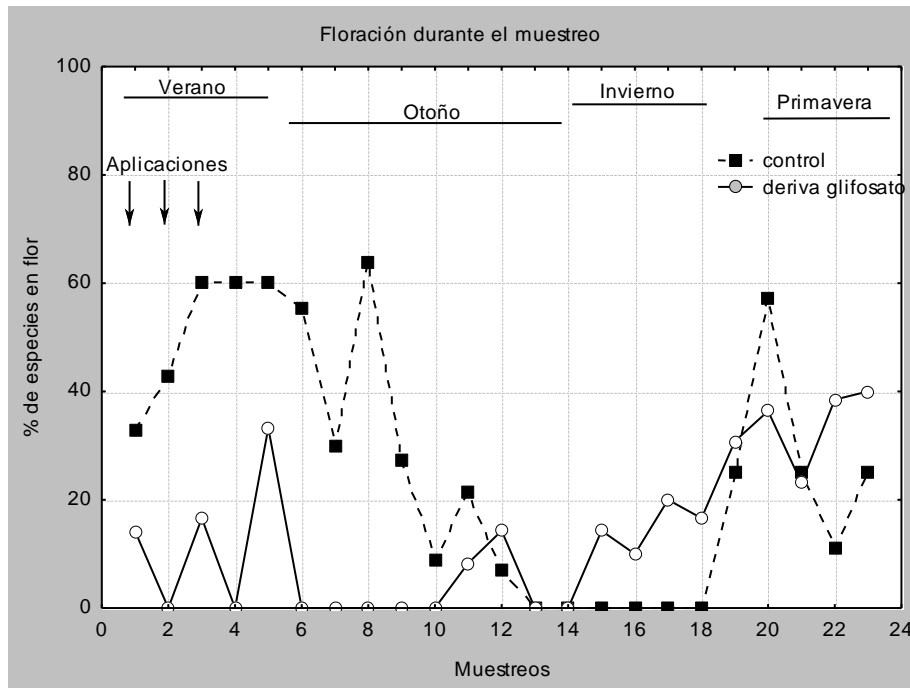


Figura 7. Porcentajes de floración en las parcelas sin aplicación y en las parcelas con aplicación

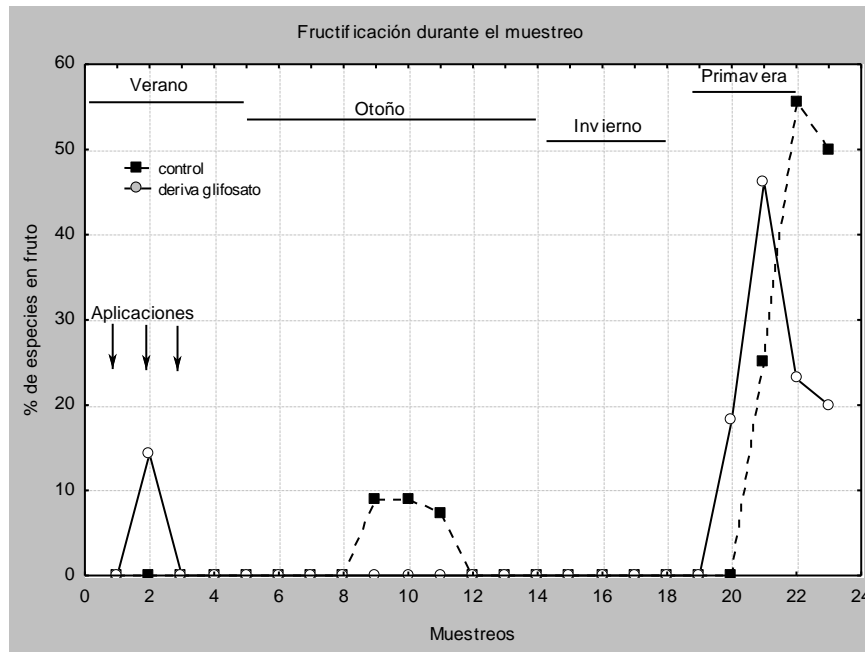


Figura 8. Porcentajes de fructificación en las parcelas sin aplicación y con aplicación.

El contenido de los pigmentos (clorofila total, clorofila-a, clorofila-b, feofitina total, feofitina-a, feofitina-b y protoclorofila) no presenta diferencias significativas entre los tratamientos en las especies ensayadas (*S. platensis* y *O. articulata*) (prueba-t apareada). La ausencia de efectos de la aplicación en ambas especies puede ser causa del muestreo, ya que el mismo se realizó sobre las plantas verdes y las hojas que recibieron la aplicación en forma directa pueden no haber traslocado el herbicida al resto del follaje.

Los puntos finales que más se vieron afectados fueron la fenología de las plantas, conjuntamente con las alturas máximas de las parcelas y la cobertura-abundancia de las especies dominantes. La cobertura-abundancia varía a lo largo del año y luego de las aplicaciones se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. La variación en la cobertura de la especie dominante produjo consecuentemente la disminución en la altura de la vegetación entre los tratamientos. La disminución en esa época del año, debe ser tomada en cuenta ya que reduce el número de sitios de refugios de insectos, anfibios y demás especies, como así también la altura de intercepción de plaguicidas en el momento de las aplicaciones. En la comunidad ensayada, no hubo un desplazamiento de ninguna de las especies, cuando se volvió a la situación inicial, ya que la especie dominante se reestableció y no se observaron cambios en las restantes.

5.4 DISCUSIÓN

El ensayo realizado con la comunidad riparia del arroyo Carnaval, permitió observar el efecto de deriva de aplicaciones convencionales del herbicida glifosato en las comunidades riparias locales. Los principales efectos observados, cuando se aplicó el herbicida glifosato a 8,5% de la dosis recomendada, se produjeron en la cobertura-abundancia de las especies, la diversidad y la altura máxima de la vegetación y en la fenología de las especies.

El índice de diversidad brindó información de los cambios en la composición de la comunidad tratada con el herbicida glifosato. Tomkins & Grant (1977), utilizaron esta metodología aplicando herbicidas a las dosis recomendadas para los cultivos en dos comunidades herbáceas ubicadas en una estación experimental en Canadá. Los intervalos de valores de diversidad (H'), y la magnitud de la disminución en las parcelas aplicadas del presente trabajo, fueron coincidentes con los registrados por estos autores.

Hasta donde llega nuestro conocimiento no se registran en nuestro país referencias editadas semejantes al estudio aquí descrito (tipo de comunidades y dosis de aplicaciones), existen trabajos que evalúan los efectos del glifosato sobre comunidades de malezas, a concentraciones de este herbicida recomendadas para el cultivo. Vitta et al (2004), evaluaron cambios en la diversidad en relación a aplicaciones de glifosato (1,4 kg/ha), sobre comunidades de malezas en la estación experimental de la Universidad Nacional de Rosario. Estimaron la diversidad de malezas antes de la siembra y después de la cosecha en una campaña de cultivo. Las comunidades recibieron aplicaciones en la pre-siembra y post-emergencia del cultivo de soja. En coincidencia con nuestro trabajo, estos autores encuentran que la diversidad en las parcelas tratadas decrece o se mantiene estable después de las aplicaciones y luego se incrementa en el momento de la cosecha.

De la Fuente et al (2006), evaluaron los cambios en la composición de malezas de la Pampa Ondulada entre los años 1995 y 2003 en una escala temporal y espacial más extensa. En estos estudios que contemplan varias campañas de producción, los autores observan que el efecto de las prácticas culturales produce una disminución en la diversidad de las comunidades de malezas. Lo asocian con el incremento de adopción de la tecnología de siembra directa de la soja transgénica que produce una disminución de la heterogeneidad espacial. Predicen que si continuara esta tendencia, se esperaría una continua disminución de la diversidad y de las funciones que brindan estas comunidades para el mantenimiento de la vida silvestre.

La riqueza de especies en nuestro estudio no se vio afectada, tal como lo muestra el análisis con los coeficientes de similitud entre los tratamientos. Contrariamente, Kleijn & Snoeijs (1997) evaluando comunidades no blanco, observaron cambios producidos por la deriva del herbicida Fluroxypir en campos de alta y baja productividad, detectando una disminución en la riqueza de especies de las comunidades no blanco en ambos casos.

Dado que en nuestro estudio la riqueza de especies no cambió, aunque si la diversidad, es de esperar que existan cambios en la relación de cobertura-abundancia de las especies. El cambio principal en la cobertura-abundancia se observó en la especie dominante, situación que se revirtió en primavera. La especie *Sporobolus platensis* pertenece a la familia Gramineae. Las gramíneas poseen yemas de renuevo al ras del suelo, esta característica fue fundamental en el reestablecimiento de la comunidad. Tomkins & Grant, (1974) señalan que las comunidades integradas por plantas que crecen con rizomas bien desarrollados y/o estolones, son menos sensibles a las perturbaciones externas. En la Provincia fitogeográfica Pampeana los períodos de reposo de este tipo de plantas son dos, uno en verano y otro en invierno (Cabrera & Willink, 1973). El período de reposo natural de *S. platensis*, también ocurrió en las parcelas blanco desde fines de Mayo hasta principios de Julio (muestreros 13, 14 y 15) aunque la disminución en la cobertura-abundancia fue de menor magnitud y posterior a la detectada en las parcelas tratadas.

La disminución observada en la floración y la fructificación del presente trabajo en las parcelas con aplicación, concuerda con los resultados de Olszyk et al (2009). Estos autores realizaron ensayos con la especie *Pisum sativum* y el herbicida glifosato, concluyendo que la reducción en la producción de semillas ocurre a partir de una concentración de 8,3 g de principio activo del herbicida por hectárea. Por el contrario, en un estudio realizado bajo cubierta aplicando glifosato a una fracción de la dosis recomendada del herbicida (0,014 y 0,031 mg/l glifosato), muy inferior a las aplicadas en nuestras parcelas (1750 mg glifosato/l), Fletcher et al (1996) no observaron efectos ni en el crecimiento vegetativo, ni en la producción de semillas de las especies *Brassica napus*, *Polygonum persicaria*, *Glycine max* y *Helianthus annuus*.

Sumado al los efectos en la floración y fructificación, la disminución en la abundancia de las especies puede estar acompañada por una disminución en la densidad de sus propágulos. Este hecho, se debe a una disminución de la abundancia de individuos capaces de reproducirse. Viéndose reducida la capacidad de producir semillas, no sólo se ve afectada la

colonización de otras comunidades, sino también la interacción de las especies dentro de la comunidad.

En el ensayo del arroyo Carnaval, las aplicaciones se realizaron simulando un ciclo de cultivo (siembra-cosecha). Posteriormente, se estudiaron los efectos a lo largo de un año. Si esta comunidad, se hubiera encontrado en una situación real de cultivo a lo largo del año, hubiera recibido un mayor número de aplicaciones en el período. Es esperable entonces que nuevas aplicaciones pueden alterar el reestablecimiento de las condiciones iniciales. Los momentos de recuperación de nuestra comunidad (otoño-invierno), son coincidentes con la práctica de barbecho químico (que es dependiente de al menos dos aplicaciones del herbicida). Por otra parte, en primavera, situación donde se reestablecen todos los parámetros evaluados en el ensayo, se realizan las aplicaciones de pre siembra y post emergencia de la nueva campaña. Esto podría indicar que si se realizan estudios a una mayor escala temporal la diversidad posiblemente disminuya en estas comunidades, tal como se observara con malezas.

5.5 BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 1990. Official methods of analysis of the AOAC. Method 983.10. Association of Official Analytical Chemists Inc. Virginia, 205 pp.
- Boutin, C.; K. Freemark; C. Keddy. 1993. Proposed guidelines for registration of chemical pesticides: Nontarget plant testing and evaluation, Technical Report Series NO. 145. Canadian Wildlife Service (Headquarters), Environment Canada, Ottawa.
- Boutin, C; B. Jobin; L. Bélanger. 2003. Importance of riparian habitats to flora conservation in farming landscape of southern Québec. Agriculture, Ecosystems and Environment 94, 73-87.
- Brown, A.; U. Martínez Ortiz; M. Acerbi y J. Concuera (Eds.) 2006. La Situación Ambiental Argentina 2005, Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.
- Cabrera, A. L. 1949. Las comunidades de los alrededores de La Plata (Provincia de Buenos Aires, Rep. Argentina). Lilloa XX:269-347.
- Cabrera, A. L. 1967. Flora de la Provincia de Buenos Aires. Tomo IV. Parte III. Piperaceas a Leguminosas. Colección Científica INTA. Buenos Aires.
- Cabrera, A. L. 1970. Flora de la Provincia de Buenos Aires. Tomo IV. Parte II. Gramíneas. Colección Científica INTA. Buenos Aires.

- Cabrera, A. L.; A. Willink. 1973. Biogeografía de América Latina. Monografía n°13. OEA. Washington. 117 pp.
- Cabrera, A. L.; E. M. Zardini. 1993. Manual de la Flora de los alrededores de Buenos Aires. Editorial ACME S.A.C.I. Buenos Aires.
- Camilión, M. C.; M. J. Manassero; M. A. Hurtado; A. E. Ronco. 2003. Copper, lead, and zinc distribution in soil and sediments of the South-Western Coast of the Rio de la Plata estuary. *J. Soil & Sediments* 3 (3):213-220.
- de la Fuente, E. B. & S. A. Suárez. 2005. "Comunidades de malezas e insectos en el agroecosistema de la pampa ondulada" [19] Pp 365-375. En: Oesterheld, M.; M. Aguiar; C. M. Ghersa; J. M. Paruelo. (Compiladores) La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Editorial de la Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. 430 pp.
- de la Fuente, E.; S. A. Suárez; C. M. Ghersa. 2006. Soybean weed community composition and richness between 1995 and 2003 in the Rolling Pampas (Argentina). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 115:229-236.
- Ferenec, S. 2001. Impacts of Low-Dose, High-Potency Herbicides on Nontarget and Unintended Plant species. Pensacola, F. L.: Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) 198 pp.
- Fletcher, J. S.; T. G. Pfleeger; H. C. Ratsch; R. Hayes. 1996. Potential impact of low levels of chlorosulfuron and other herbicides on growth and yield of non target plants. *Environmental Toxicology and Chemistry* 15 (7):1189-1196.
- Hietala-Koivu, R.; T. Järvenpää; J. Helenius. 2004. Value of semi-natural areas as biodiversity indicators in agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 101:9-19.
- Kleijn, D. & G. I. J. Snoeiijing. 1997. Field boundary vegetation and the effects of agrochemical drift: botanical change caused by low levels of herbicide and fertilizer. *Journal of Applied Ecology*, 34:1413-1425.
- León, R. J. C. & B. A. Eilberg. 1970. Las malezas del cultivo de maíz. Su relación con el cultivo tradicional y un método de labranza mínima. *Rev. de la Fac. de Agr. y Vet.* 18: 37-42.
- León, R. J. C.; G. M. Rusch; M. Oesterheld. 1984. Pastizales pampeanos-impacto agropecuario. *Phytocoenologia* 12:201-218.

- Magurran, A.E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science, Oxford.
- Matteucci, S. D. & A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Monografía n°22. Serie Biología. Departamento de Asuntos Científicos, OEA, Washington, DC.
- Moran, R. 1982. Formulae for determination of chlorophyllous pigments extracted with N, N-Dimethylformamide. *Plant Physiology* 69:1376-1381.
- Muller-Dombois, D. & H. Ellenberg. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons, New York.
- Nordby, A. & R. Skuterud. 1975. The effect of boom height working pressure and wind speed on spray drift. *Weed Research* 14: 385-395.
- Olszyk, D.; T. Pfleeger, H. E. Lee; M. Plocher. 2009. Pea (*Pisum sativum*) seed production as an assay for reproductive effects due to herbicides. *Environmental Toxicology and Chemistry* 28, 9:1920-1929.
- Parodi, L. R. 1930. Ensayo fitogeográfico sobre el partido de Pergamino. Estudio de las praderas pampeanas en el norte de la provincial de Buenos Aires. *Rev. Fac. Agr. y Vet.* 7(1):65-271.
- Pfleeger, T. & D. Zobel. 1995. Organic pesticide modification of species interactions in annual plant communities. *Ecotoxicology* 4:15-37.
- Tomkins, D. J. & W. F. Grant. 1974. Differential response of 14 weed species to seven herbicides in two plant communities. *Can. J. Bot.* 52:525-533.
- Tomkins, D. J. & W. F. Grant. 1977. Effects of herbicides on species diversity of two plant communities. *Ecology* 58:398-406.
- Vitta, J. I.; D. Tiesca; E. Puricelli. 2004. Widespread use of glyphosate tolerant soybean and weed community richness in Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 103:621-624
- Waldhardt, R.; D. Simmering; H. Albrecht. 2003. Floristic diversity at the habitat scale in agricultural landscape of central Europe—summary conclusions and perspectives. *Agriculture, Ecosystems and Environment.* 98:79-85.
- Zar, J.H..1999. *Bioestadistical analysis*. Prentice Hall. New Jersey. 408 pp.

Anexo I

Detalle de los análisis estadísticos realizados con el parámetro diversidad

Diferencias en la diversidad de las réplicas en los distintos momentos de la experiencia

	Observadas				ε	Esperadas		
	D1	D2	D3	D1		D2	D3	
Antes de las aplicaciones	Aplicación	0,50	0,40	0,40	1,30	0,51	0,38	0,41
	Blanco	0,53	0,36	0,42	1,30	0,51	0,38	0,41
	ε	1,03	0,76	0,82	2,60			

	D1	D2	D3	ε	D1	D2	D3	
	Durante las aplicaciones	Aplicación	0,20	0,13	0,20	0,53	0,14	0,16
Blanco		0,27	0,37	0,54	1,18	0,32	0,35	0,51
ε		0,47	0,50	0,74	1,71			

	D1	D2	D3	ε	D1	D2	D3	
	Despues de las aplicaciones	Aplicación	0,28	0,46	0,40	1,13	0,25	0,43
Blanco		0,21	0,37	0,49	1,08	0,24	0,40	0,43
ε		0,49	0,83	0,89	2,21			

Antes de las aplicaciones					
	Obs	Esp	(obs-esp)	(obs-esp) ²	(obs-esp) ² /esp
Aplicación D1	0,5000	0,4855	0,0145	0,0002	0,0004
Aplicación D2	0,3988	0,3714	0,0274	0,0007	0,0020
Aplicación D3	0,3997	0,4013	-0,0016	0,0000	0,0000
Blanco D1	0,5300	0,5025	0,0275	0,0008	0,0015
Blanco D2	0,3571	0,3844	-0,0274	0,0007	0,0019
Blanco D3	0,4170	0,4153	0,0016	0,0000	0,0000
X^2					0,0059

Durante las aplicaciones					
	Obs	Esp	(obs-esp)	(obs-esp) ²	(obs-esp) ² /esp
Aplicación D1	0,1953	0,1400	0,0553	0,0031	0,0218
Aplicación D2	0,1300	0,1600	-0,0300	0,0009	0,0056
Aplicación D3	0,2000	0,2300	-0,0300	0,0009	0,0039
Blanco D1	0,2700	0,3200	-0,0500	0,0025	0,0078
Blanco D2	0,3700	0,3500	0,0200	0,0004	0,0011
Blanco D3	0,5400	0,5100	0,0300	0,0009	0,0018
X^2					0,0421

Despues de las aplicaciones					
	Obs	Esp	(obs-esp)	(obs-esp) ²	(obs-esp) ² /esp
Aplicación D1	0,2800	0,2500	0,0300	0,0009	0,0036
Aplicación D2	0,4600	0,4300	0,0300	0,0009	0,0021
Aplicación D3	0,4000	0,4600	-0,0600	0,0036	0,0078
Blanco D1	0,2100	0,2400	-0,0300	0,0009	0,0038
Blanco D2	0,3700	0,4000	-0,0300	0,0009	0,0023
Blanco D3	0,4900	0,4300	0,0600	0,0036	0,0084
X^2					0,0279

X^2 tabla(v2,0,05) = **5,99**

Anexo II

Cálculos del índice de diversidad a partir de los datos de cobertura- abundancia

Cálculos de Índice de diversidad a partir de los datos cobertura-abundancia por especie en todos los muestreos. Diferencias entre parcelas

muestreo 1 -16 de febrero de 2006							
	% cobertura	Efi*logfi	Efi *log fi^2	% de cobertura	Efi*logfi	Efi *log fi^2	H
	Aplicación			Blanco			
<i>Sporobolus platensis</i> L.	71,50	132,58	245,85	71,50	132,58	245,85	
<i>Oxalis articulata</i> Sav.	2,66	1,13	0,48	2,00	0,60	0,18	
<i>Lotus tenuis</i> Waldst	2,00	0,60	0,18	15,60	18,61	22,21	
<i>Vicia graminea</i> Smith	1,33	0,16	0,02	16,50	20,09	24,46	H (obs)
<i>Dipsacum fullonum</i> L.	29,50	43,36	63,73	34,50	53,05	81,59	0,68
ND 1 (Compositae)	2,30	0,83	0,30	1,55	0,30	0,06	
<i>Apium leptophyllum</i> (Per.	3,50	1,90	1,04	1,33	0,16	0,02	
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02	
<i>Rumex acetosella</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	H(esp)
ND 2	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,76
<i>Arum italica</i> Mill.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Poligonum punctatum</i> E	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Picris echioides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Trifolium repens</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Poligonum acuminatum</i>	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Astragalus distinens</i> Ma	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) P	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Geranium dissectum</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
ND 3 (Compositae)	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Carduus acanthoides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
	126,79	180,58	311,60	157,31	225,57	374,38	

Muestreo 2 - 26 de febrero de 2006							
<i>Sporobolus platensis</i> L.	48,80	82,39	139,12	60,33	107,42	191,26	
<i>Oxalis articulata</i> Sav.	1,60	0,33	0,07	2,33	0,86	0,31	H (obs)
<i>Lotus tenuis</i> Waldst	2,66	1,13	0,48	12,00	12,95	13,98	0,72
<i>Vicia graminea</i> Smith	1,33	0,16	0,02	2,33	0,86	0,31	
<i>Dipsacum fullonum</i> L.	4,66	3,11	2,08	2,66	1,13	0,48	
ND 1 (Compositae)	1,33	0,16	0,02	1,33	0,16	0,02	
<i>Apium leptophyllum</i> (Per.	1,33	0,16	0,02	1,33	0,16	0,02	H(esp)
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,70
<i>Rumex acetosella</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
ND 2	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Arum italica</i> Mill.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Poligonum punctatum</i> E	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Picris echioides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Trifolium repens</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Poligonum acuminatum</i>	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Astragalus distinens</i> Ma	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) P	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Geranium dissectum</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
ND 3 (Compositae)	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Carduus acanthoides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
	75,71	87,46	141,81	96,31	123,54	206,39	

Muestreo 3 - 6 de marzo de 2006						
<i>Sporobolus platensis</i> L.	48,80	82,39	139,12	49,60	84,10	142,58
<i>Oxalis articulata</i> Sav.	2,30	0,83	0,30	2,66	1,13	0,48
<i>Lotus tenuis</i> Waldst	1,00	0,00	0,00	16,83	20,63	25,30
<i>Vicia graminea</i> Smith	1,33	0,16	0,02	1,33	0,16	0,02 H (Obs)
<i>Dipsacum fullonum</i> L.	4,00	2,41	1,45	16,83	20,63	25,30 0,70
ND 1 (Compositae)	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Apium leptophyllum</i> (Per.	1,33	0,16	0,02	1,33	0,16	0,02
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Rumex acetosella</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02 H(esp)
ND 2	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02 0,80
<i>Arum italica</i> Mill.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Polygonum punctatum</i> E	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Picris echioides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Trifolium repens</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Polygonum acuminatum</i>	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Astragalus distinsens</i> Ma	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) P	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Geranium dissectum</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
ND 3 (Compositae)	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Carduus acanthoides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
	73,76	85,96	140,91	104,24	127,15	193,75

Muestreo 4- 13 de marzo de 2006						
<i>Sporobolus platensis</i> L.	71,50	132,58	245,85	71,50	132,58	245,85
<i>Oxalis articulata</i> Sav.	4,60	3,05	2,02	3,30	1,71	0,89 H(Obs)
<i>Lotus tenuis</i> Waldst	2,60	1,08	0,45	13,00	14,48	16,13 -0,39
<i>Vicia graminea</i> Smith	1,00	0,00	0,00	15,16	17,90	21,13
<i>Dipsacum fullonum</i> L.	6,80	5,66	4,71	29,00	42,41	62,02
ND 1 (Compositae)	3,00	1,43	0,68	2,00	0,60	0,18
<i>Apium leptophyllum</i> (Per.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00 H(esp)
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00 0,77
<i>Rumex acetosella</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
ND 2	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Arum italica</i> Mill.	1,30	0,15	0,02	1,33	0,16	0,02
<i>Polygonum punctatum</i> E	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Picris echioides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Trifolium repens</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Polygonum acuminatum</i>	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Astragalus distinsens</i> Ma	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) P	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Geranium dissectum</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
ND 3 (Compositae)	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Carduus acanthoides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
	104,80	143,95	253,73	149,29	209,85	346,22

Muestreo 5 - 20 de marzo de 2006

<i>Sporobolus platensis</i> L.	84,33	162,42	312,81	64,83	117,46	212,81	
<i>Oxalis articulata</i> Sav.	4,10	2,51	1,54	15,50	18,45	21,96	
<i>Lotus tenuis</i> Waldst	2,00	0,60	0,18	21,00	27,77	36,71	
<i>Vicia graminea</i> Smith	1,00	0,00	0,00	14,83	17,37	20,34	
<i>Dipsacum fullonum</i> L.	4,66	3,11	2,08	20,66	27,17	35,73	
ND 1 (Compositae)	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Apium leptophyllum</i> (Per.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Rumex acetosella</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	H(Obs)
ND 2	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02	0,56
<i>Arum italica</i> Mill.	2,00	0,60	0,18	1,33	0,16	0,02	
<i>Polygonum punctatum</i> E	1,66	0,37	0,08	1,00	0,00	0,00	
<i>Picris echioides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Trifolium repens</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	H(esp)
<i>Polygonum acuminatum</i>	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,83
<i>Astragalus distinens</i> Ma	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) P	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Geranium dissectum</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
ND 3 (Compositae)	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Carduus acanthoides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
	113,75	169,61	316,88	153,48	208,54	327,60	

Muestreo 6 - 29 de marzo de 2006

<i>Sporobolus platensis</i> L.	71,50	132,58	245,85	60,33	107,42	191,26	
<i>Oxalis articulata</i> Sav.	2,66	1,13	0,48	21,00	27,77	36,71	
<i>Lotus tenuis</i> Waldst	1,66	0,37	0,08	15,16	17,90	21,13	H(Obs)
<i>Vicia graminea</i> Smith	1,00	0,00	0,00	16,16	19,53	23,60	0,57
<i>Dipsacum fullonum</i> L.	3,33	1,74	0,91	2,66	1,13	0,48	
ND 1 (Compositae)	1,33	0,16	0,02	1,00	0,00	0,00	
<i>Apium leptophyllum</i> (Per.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	H(esp)
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02	0,80
<i>Rumex acetosella</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
ND 2	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Arum italica</i> Mill.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Polygonum punctatum</i> E	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02	
<i>Picris echioides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Trifolium repens</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Polygonum acuminatum</i>	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Astragalus distinens</i> Ma	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) P	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Geranium dissectum</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
ND 3 (Compositae)	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Carduus acanthoides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
	96,48	135,98	247,34	131,97	174,07	273,23	

Muestreo 7 - 6 de abril de 2006

<i>Sporobolus platensis</i> L.	62,40	112,02	201,10	55,82	97,51	170,32	H(Obs)
<i>Oxalis articulata</i> Sav.	16,83	20,63	25,30	21,00	27,77	36,71	0,67
<i>Lotus tenuis</i> Waldst	2,00	0,60	0,18	7,50	6,56	5,74	
<i>Vicia graminea</i> Smith	1,00	0,00	0,00	15,83	18,99	22,78	
<i>Dipsacum fullonum</i> L.	1,66	0,37	0,08	1,00	0,00	0,00	
ND 1 (Compositae)	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02	H(esp)
<i>Apium leptophyllum</i> (Per.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,83
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Rumex acetosella</i> L.	1,33	0,16	0,02	1,00	0,00	0,00	
ND 2	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Arum italica</i> Mill.	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02	
<i>Polygonum punctatum</i> E	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Picris echioides</i> L.	1,00	0,00	0,00	6,83	5,70	4,76	
<i>Trifolium repens</i> L.	1,33	0,16	0,02	1,00	0,00	0,00	
<i>Polygonum acuminatum</i>	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02	
<i>Astragalus distinens</i> Ma	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) P	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Geranium dissectum</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
ND 3 (Compositae)	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Carduus acanthoides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
	100,55	133,95	226,70	123,97	157,02	240,37	

Muestreo 8 - 12 de abril de 2006

<i>Sporobolus platensis</i> L.	29,66	43,66	64,28	40,83	65,78	105,96	
<i>Oxalis articulata</i> Sav.	29,00	42,41	62,02	16,16	19,53	23,60	H(Obs)
<i>Lotus tenuis</i> Waldst	2,00	0,60	0,18	2,30	0,83	0,30	0,93
<i>Vicia graminea</i> Smith	1,00	0,00	0,00	15,83	18,99	22,78	
<i>Dipsacum fullonum</i> L.	7,50	6,56	5,74	15,83	18,99	22,78	
ND 1 (Compositae)	1,60	0,33	0,07	1,00	0,00	0,00	
<i>Apium leptophyllum</i> (Per.	1,60	0,33	0,07	1,60	0,33	0,07	H(esp)
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,90
<i>Rumex acetosella</i> L.	14,80	17,32	20,27	1,33	0,16	0,02	
ND 2	1,60	0,33	0,07	1,33	0,16	0,02	
<i>Arum italica</i> Mill.	21,50	28,65	38,17	1,00	0,00	0,00	
<i>Polygonum punctatum</i> E	1,33	0,16	0,02	1,33	0,16	0,02	
<i>Picris echioides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02	
<i>Trifolium repens</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Polygonum acuminatum</i>	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Astragalus distinens</i> Ma	1,00	0,00	0,00	2,33	0,86	0,31	
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) P	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Geranium dissectum</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
ND 3 (Compositae)	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Carduus acanthoides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
	121,59	140,35	190,89	110,20	125,95	175,88	

Muestreo 9 - 21 de abril de 2006						
<i>Sporobolus platensis</i> L.	2,00	0,60	0,18	55,83	97,53	170,37
<i>Oxalis articulata</i> Sav.	8,16	7,44	6,78	15,50	18,45	21,96 H(Obs)
<i>Lotus tenuis</i> Waldst	1,33	0,16	0,02	1,00	0,00	0,00 1,18
<i>Vicia graminea</i> Smith	1,00	0,00	0,00	15,60	18,61	22,21
<i>Dipsacum fullonum</i> L.	2,33	0,86	0,31	3,66	2,06	1,16
ND 1 (Compositae)	1,33	0,16	0,02	1,00	0,00	0,00
<i>Apium leptophyllum</i> (Per.	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02 H(esp)
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00 0,80
<i>Rumex acetosella</i> L.	1,30	0,15	0,02	1,33	0,16	0,02
ND 2	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Arum italica</i> Mill.	6,83	5,70	4,76	2,00	0,60	0,18
<i>Polygonum punctatum</i> E	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Picris echioides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02
<i>Trifolium repens</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02
<i>Polygonum acuminatum</i>	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Astragalus distinens</i> Ma	2,00	0,60	0,18	2,33	0,86	0,31
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) P	1,33	0,16	0,02	1,00	0,00	0,00
<i>Geranium dissectum</i> L.	1,33	0,16	0,02	1,00	0,00	0,00
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
ND 3 (Compositae)	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Carduus acanthoides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
	38,94	16,01	12,31	111,24	138,77	216,28

Muestreo 10 - 28 de abril de 2006						
<i>Sporobolus platensis</i> L.	2,60	1,08	0,45	60,33	107,42	191,26
<i>Oxalis articulata</i> Sav.	16,80	20,59	25,22	12,00	12,95	13,98
<i>Lotus tenuis</i> Waldst	1,60	0,33	0,07	1,66	0,37	0,08 H(Obs)
<i>Vicia graminea</i> Smith	1,60	0,33	0,07	1,66	0,37	0,08 1,05
<i>Dipsacum fullonum</i> L.	4,00	2,41	1,45	28,66	41,77	60,86
ND 1 (Compositae)	3,00	1,43	0,68	16,80	20,59	25,22
<i>Apium leptophyllum</i> (Per.	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00 H(esp)
<i>Rumex acetosella</i> L.	14,83	17,37	20,34	1,00	0,00	0,00 0,80
ND 2	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Arum italica</i> Mill.	1,33	0,16	0,02	2,00	0,60	0,18
<i>Polygonum punctatum</i> E	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02
<i>Picris echioides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Trifolium repens</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Polygonum acuminatum</i>	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Astragalus distinens</i> Ma	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) P	2,00	0,60	0,18	1,00	0,00	0,00
<i>Geranium dissectum</i> L.	1,66	0,37	0,08	1,00	0,00	0,00
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	1,66	0,37	0,08	1,00	0,00	0,00
ND 3 (Compositae)	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Carduus acanthoides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
	61,08	45,02	48,64	137,77	184,38	291,71

Muestreo 11 - 8 de mayo de 2005						
<i>Sporobolus platensis</i> L.	2,66	1,13	0,48	45,66	75,77	125,75
<i>Oxalis articulata</i> Sav.	29,60	43,55	64,08	8,16	7,44	6,78
<i>Lotus tenuis</i> Waldst	1,33	0,16	0,02	2,33	0,86	0,31 H(Obs)
<i>Vicia graminea</i> Smith	1,00	0,00	0,00	14,83	17,37	20,34 0,94
<i>Dipsacum fullonum</i> L.	3,00	1,43	0,68	8,16	7,44	6,78
ND 1 (Compositae)	1,66	0,37	0,08	1,66	0,37	0,08
<i>Apium leptophyllum</i> (Per.	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02 H(esp)
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00 0,89
<i>Rumex acetosella</i> L.	14,83	17,37	20,34	1,33	0,16	0,02
ND 2	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Arum italica</i> Mill.	1,00	0,00	0,00	2,00	0,60	0,18
<i>Polygonum punctatum</i> E	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02
<i>Picris echioides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,66	0,37	0,08
<i>Trifolium repens</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02
<i>Polygonum acuminatum</i>	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Astragalus distinens</i> Ma	1,66	0,37	0,08	1,33	0,16	0,02
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) P	2,66	1,13	0,48	1,00	0,00	0,00
<i>Geranium dissectum</i> L.	1,33	0,16	0,02	1,00	0,00	0,00
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	2,66	1,13	0,48	1,00	0,00	0,00
ND 3 (Compositae)	1,00	0,00	0,00	2,00	0,60	0,18
<i>Carduus acanthoides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
	72,39	66,80	86,74	100,11	111,64	160,60

Muestreo 12 - 15 de mayo de 2005						
<i>Sporobolus platensis</i> L.	2,00	0,60	0,18	60,33	107,42	191,26
<i>Oxalis articulata</i> Sav.	29,00	42,41	62,02	3,33	1,74	0,91
<i>Lotus tenuis</i> Waldst	1,33	0,16	0,02	2,00	0,60	0,18
<i>Vicia graminea</i> Smith	1,00	0,00	0,00	10,66	10,96	11,26 H(Obs)
<i>Dipsacum fullonum</i> L.	2,00	0,60	0,18	12,00	12,95	13,98 0,92
ND 1 (Compositae)	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02
<i>Apium leptophyllum</i> (Per.	1,00	0,00	0,00	1,66	0,37	0,08
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Rumex acetosella</i> L.	14,83	17,37	20,34	1,33	0,16	0,02 H(esp)
ND 2	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00 0,78
<i>Arum italica</i> Mill.	1,00	0,00	0,00	2,00	0,60	0,18
<i>Polygonum punctatum</i> E	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Picris echioides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Trifolium repens</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02
<i>Polygonum acuminatum</i>	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Astragalus distinens</i> Ma	2,00	0,60	0,18	1,33	0,16	0,02
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) P	2,00	0,60	0,18	1,33	0,16	0,02
<i>Geranium dissectum</i> L.	1,33	0,16	0,02	1,00	0,00	0,00
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	2,00	0,60	0,18	1,00	0,00	0,00
ND 3 (Compositae)	2,00	0,60	0,18	1,33	0,16	0,02
<i>Carduus acanthoides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
	69,49	63,72	83,49	107,96	135,62	217,97

Muestreo 13 - 29 de mayo de 2006

Aplicación	% cobertura A _i Efi*logfi		Efi*log fi^2		% de cobertura I Efi*logfi		Efi*log fi^2 H	
					Blanco			
<i>Sporobolus platensis</i> L.	2,66	1,13	0,48	49,16	83,16	140,67		
<i>Oxalis articulata</i> Sav.	29,00	42,41	62,02	12,00	12,95	13,98	H (obs)	
<i>Lotus tenuis</i> Waldst	1,66	0,37	0,08	3,00	1,43	0,68		0,97
<i>Vicia graminea</i> Smith	1,00	0,00	0,00	7,83	7,00	6,25		
<i>Dipsacum fullonum</i> L.	4,00	2,41	1,45	21,00	27,77	36,71		
ND 1 (Compositae)	2,33	0,86	0,31	2,00	0,60	0,18		
<i>Apium leptophyllum</i> (Per.	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02		
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00		
<i>Rumex acetosella</i> L.	2,00	0,60	0,18	1,00	0,00	0,00	H(esp)	
ND 2	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00		0,90
<i>Arum italica</i> Mill.	2,33	0,86	0,31	2,00	0,60	0,18		
<i>Polygonum punctatum</i> E	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00		
<i>Picris echioides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00		
<i>Trifolium repens</i> L.	1,00	0,00	0,00	2,00	0,60	0,18		
<i>Polygonum acuminatum</i>	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02		
<i>Astragalus distinens</i> Ma	2,00	0,60	0,18	1,33	0,16	0,02		
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) P	1,33	0,16	0,02	14,83	17,37	20,34		
<i>Geranium dissectum</i> L.	1,66	0,37	0,08	1,00	0,00	0,00		
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	3,33	1,74	0,91	1,00	0,00	0,00		
ND 3 (Compositae)	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00		
<i>Carduus acanthoides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00		
	62,30	51,50	66,03	126,81	151,97	219,25		

Muestreo 14- 16 de junio de 2006

<i>Sporobolus platensis</i> L.	30,33	44,95	66,60	26,83	38,33	54,76	H (obs)	
<i>Oxalis articulata</i> Sav.	34,50	53,05	81,59	25,50	35,87	50,45		0,89
<i>Lotus tenuis</i> Waldst	1,66	0,37	0,08	15,83	18,99	22,78		
<i>Vicia graminea</i> Smith	1,00	0,00	0,00	2,33	0,86	0,31		
<i>Dipsacum fullonum</i> L.	14,83	17,37	20,34	17,50	21,75	27,04		
ND 1 (Compositae)	2,00	0,60	0,18	1,33	0,16	0,02	H(esp)	
<i>Apium leptophyllum</i> (Per.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00		0,93
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00		
<i>Rumex acetosella</i> L.	15,16	17,90	21,13	1,33	0,16	0,02		
ND 2	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00		
<i>Arum italica</i> Mill.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00		
<i>Polygonum punctatum</i> E	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00		
<i>Picris echioides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00		
<i>Trifolium repens</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02		
<i>Polygonum acuminatum</i>	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00		
<i>Astragalus distinens</i> Ma	1,00	0,00	0,00	1,66	0,37	0,08		
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) P	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00		
<i>Geranium dissectum</i> L.	1,66	0,37	0,08	1,00	0,00	0,00		
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	2,66	1,13	0,48	1,00	0,00	0,00		
ND 3 (Compositae)	1,33	0,16	0,02	2,00	0,60	0,18		
<i>Carduus acanthoides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00		
	116,13	135,90	190,51	106,64	117,26	155,66		

Muestreo 15- 3 de julio de 2006						
<i>Sporobolus platensis</i> L.	16,16	19,53	23,60	34,16	52,38	80,33
<i>Oxalis articulata</i> Sav.	34,50	53,05	81,59	4,00	2,41	1,45
<i>Lotus tenuis</i> Waldst	1,33	0,16	0,02	2,33	0,86	0,31
<i>Vicia graminea</i> Smith	1,00	0,00	0,00	1,66	0,37	0,08 H (obs)
<i>Dipsacum fullonum</i> L.	20,00	26,02	33,85	7,83	7,00	6,25 0,96
ND 1 (Compositae)	2,00	0,60	0,18	7,83	7,00	6,25
<i>Apium leptophyllum</i> (Per.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Rumex acetosella</i> L.	6,83	5,70	4,76	1,33	0,16	0,02 H(esp)
ND 2	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02 0,96
<i>Arum italica</i> Mill.	1,00	0,00	0,00	14,83	17,37	20,34
<i>Poligonum punctatum</i> E	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02
<i>Picris echioides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Trifolium repens</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02
<i>Poligonum acuminatum</i>	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Astragalus distinens</i> Ma	15,50	18,45	21,96	2,00	0,60	0,18
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) P	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Geranium dissectum</i> L.	1,33	0,16	0,02	1,00	0,00	0,00
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	8,83	8,35	7,90	1,00	0,00	0,00
ND 3 (Compositae)	1,33	0,16	0,02	1,33	0,16	0,02
<i>Carduus acanthoides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
	118,81	132,20	173,90	89,29	88,80	115,31

Muestreo16 - 19 de julio de 2006						
<i>Sporobolus platensis</i> L.	42,50	69,21	112,70	41,16	66,45	107,28
<i>Oxalis articulata</i> Sav.	22,33	30,12	40,63	12,66	13,96	15,39 H (obs)
<i>Lotus tenuis</i> Waldst	1,00	0,00	0,00	1,66	0,37	0,08 0,92
<i>Vicia graminea</i> Smith	1,00	0,00	0,00	2,00	0,60	0,18
<i>Dipsacum fullonum</i> L.	28,66	41,77	60,86	31,16	46,54	69,51
ND 1 (Compositae)	3,00	1,43	0,68	2,00	0,60	0,18
<i>Apium leptophyllum</i> (Per.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00 H(esp)
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00 0,83
<i>Rumex acetosella</i> L.	14,83	17,37	20,34	1,33	0,16	0,02
ND 2	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Arum italica</i> Mill.	1,00	0,00	0,00	2,00	0,60	0,18
<i>Poligonum punctatum</i> E	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Picris echioides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Trifolium repens</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Poligonum acuminatum</i>	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Astragalus distinens</i> Ma	2,66	1,13	0,48	2,00	0,60	0,18
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) P	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Geranium dissectum</i> L.	2,00	0,60	0,18	1,00	0,00	0,00
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	16,16	19,53	23,60	1,00	0,00	0,00
ND 3 (Compositae)	1,30	0,15	0,02	1,30	0,15	0,02
<i>Carduus acanthoides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
	145,44	181,30	259,49	108,27	130,04	193,03

Muestreo 17 - 25 de agosto de 2006						
<i>Sporobolus platensis</i> L.	29,66	43,66	64,28	49,16	83,16	140,67
<i>Oxalis articulata</i> Sav.	25,50	35,87	50,45	3,33	1,74	0,91
<i>Lotus tenuis</i> Waldst	1,33	0,16	0,02	1,33	0,16	0,02
<i>Vicia graminea</i> Smith	1,33	0,16	0,02	14,83	17,37	20,34
<i>Dipsacum fullonum</i> L.	10,66	10,96	11,26	42,50	69,21	112,70
ND 1 (Compositae)	11,66	12,44	13,27	15,16	17,90	21,13
<i>Apium leptophyllum</i> (Per.	1,33	0,16	0,02	1,00	0,00	0,00
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Rumex acetosella</i> L.	10,66	10,96	11,26	1,33	0,16	0,02 H (obs)
ND 2	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00 0,97
<i>Arum italica</i> Mill.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Polygonum punctatum</i> E	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Picris echioides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Trifolium repens</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00 H(esp)
<i>Polygonum acuminatum</i>	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02 0,83
<i>Astragalus distinsens</i> Ma	3,33	1,74	0,91	2,00	0,60	0,18
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) P	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Geranium dissectum</i> L.	14,83	17,37	20,34	1,00	0,00	0,00
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	42,50	69,21	112,70	1,00	0,00	0,00
ND 3 (Compositae)	1,00	0,00	0,00	2,00	0,60	0,18
<i>Carduus acanthoides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
	162,79	202,69	284,52	143,97	191,07	296,18

Muestreo 18 - 8 de septiembre de 2006						
<i>Sporobolus platensis</i> L.	29,66	43,66	64,28	53,66	92,81	160,53
<i>Oxalis articulata</i> Sav.	13,66	15,51	17,61	29,00	42,41	62,02
<i>Lotus tenuis</i> Waldst	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02 H (obs)
<i>Vicia graminea</i> Smith	1,33	0,16	0,02	6,83	5,70	4,76 0,93
<i>Dipsacum fullonum</i> L.	24,50	34,03	47,28	21,00	27,77	36,71
ND 1 (Compositae)	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Apium leptophyllum</i> (Per.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00 H(esp)
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00 0,80
<i>Rumex acetosella</i> L.	3,00	1,43	0,68	1,33	0,16	0,02
ND 2	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Arum italica</i> Mill.	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02
<i>Polygonum punctatum</i> E	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Picris echioides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Trifolium repens</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Polygonum acuminatum</i>	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Astragalus distinsens</i> Ma	3,33	1,74	0,91	2,00	0,60	0,18
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) P	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Geranium dissectum</i> L.	2,00	0,60	0,18	1,00	0,00	0,00
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	4,00	2,41	1,45	1,00	0,00	0,00
ND 3 (Compositae)	1,33	0,16	0,02	1,33	0,16	0,02
<i>Carduus acanthoides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
	94,81	99,72	132,44	129,81	169,95	264,29

Muestreo 19 - 26 de septiembre de 2006							
<i>Sporobolus platensis</i> L.	21,30	28,29	37,59	67,00	122,35	223,41	H (obs)
<i>Oxalis articulata</i> Sav.	17,50	21,75	27,04	12,66	13,96	15,39	0,93
<i>Lotus tenuis</i> Waldst	1,33	0,16	0,02	1,33	0,16	0,02	
<i>Vicia graminea</i> Smith	1,00	0,00	0,00	10,66	10,96	11,26	
<i>Dipsacum fullonum</i> L.	42,50	69,21	112,70	24,83	34,64	48,32	
ND 1 (Compositae)	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02	H(esp)
<i>Apium leptophyllum</i> (Per.	1,33	0,16	0,02	1,00	0,00	0,00	0,76
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Rumex acetosella</i> L.	10,66	10,96	11,26	1,00	0,00	0,00	
ND 2	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Arum italica</i> Mill.	14,83	17,37	20,34	1,00	0,00	0,00	
<i>Polygonum punctatum</i> E	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Picris echioides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Trifolium repens</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Polygonum acuminatum</i>	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Astragalus distinsens</i> Ma	3,33	1,74	0,91	1,33	0,16	0,02	
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) P	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Geranium dissectum</i> L.	2,00	0,60	0,18	1,00	0,00	0,00	
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	1,66	0,37	0,08	1,00	0,00	0,00	
ND 3 (Compositae)	1,30	0,15	0,02	1,33	0,16	0,02	
<i>Carduus acanthoides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
	127,74	150,76	210,15	133,47	182,56	298,46	

Muestreo 20- 19 de septiembre de 2006							
<i>Sporobolus platensis</i> L.	34,50	53,05	81,59	45,00	74,39	122,99	
<i>Oxalis articulata</i> Sav.	30,30	44,89	66,50	7,83	7,00	6,25	H (obs)
<i>Lotus tenuis</i> Waldst	1,00	0,00	0,00	1,33	0,16	0,02	0,93
<i>Vicia graminea</i> Smith	1,00	0,00	0,00	34,50	53,05	81,59	
<i>Dipsacum fullonum</i> L.	15,83	18,99	22,78	1,33	0,16	0,02	
ND 1 (Compositae)	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Apium leptophyllum</i> (Per.	1,33	0,16	0,02	1,00	0,00	0,00	H(esp)
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,76
<i>Rumex acetosella</i> L.	2,00	0,60	0,18	1,00	0,00	0,00	
ND 2	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Arum italica</i> Mill.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Polygonum punctatum</i> E	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Picris echioides</i> L.	14,83	17,37	20,34	1,00	0,00	0,00	
<i>Trifolium repens</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Polygonum acuminatum</i>	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Astragalus distinsens</i> Ma	2,00	0,60	0,18	1,66	0,37	0,08	
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) P	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>Geranium dissectum</i> L.	14,83	17,37	20,34	1,00	0,00	0,00	
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	2,00	0,60	0,18	1,00	0,00	0,00	
ND 3 (Compositae)	1,66	0,37	0,08	1,00	0,00	0,00	
<i>Carduus acanthoides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
	130,28	154,00	212,19	106,65	135,14	210,95	

Muestreo 21 - 6 de noviembre de 2006						
<i>Sporobolus platensis</i> L.	30,33	44,95	66,60	45,30	75,02	124,24
<i>Oxalis articulata</i> Sav.	16,83	20,63	25,30	15,50	18,45	21,96 H (obs)
<i>Lotus tenuis</i> Waldst	1,66	0,37	0,08	1,33	0,16	0,02 0,95
<i>Vicia graminea</i> Smith	1,00	0,00	0,00	24,50	34,03	47,28
<i>Dipsacum fullonum</i> L.	6,83	5,70	4,76	21,66	28,93	38,64
ND 1 (Compositae)	1,33	0,16	0,02	1,33	0,16	0,02
<i>Apium leptophyllum</i> (Per.	1,33	0,16	0,02	1,00	0,00	0,00 H(esp)
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00 0,85
<i>Rumex acetosella</i> L.	2,00	0,60	0,18	1,00	0,00	0,00
ND 2	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Arum italica</i> Mill.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Polygonum punctatum</i> E	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Picris echioides</i> L.	2,00	0,60	0,18	1,00	0,00	0,00
<i>Trifolium repens</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Polygonum acuminatum</i>	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Astragalus distinens</i> Ma	2,00	0,60	0,18	1,66	0,37	0,08
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) P	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Geranium dissectum</i> L.	2,33	0,86	0,31	1,00	0,00	0,00
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	1,33	0,16	0,02	1,00	0,00	0,00
ND 3 (Compositae)	1,33	0,16	0,02	1,33	0,16	0,02
<i>Carduus acanthoides</i> L.	2,00	0,60	0,18	1,00	0,00	0,00
	79,30	75,57	97,86	125,61	157,30	232,27

Muestreo 22 - 24 de noviembre de 2006						
<i>Sporobolus platensis</i> L.	37,33	58,68	92,26	60,33	107,42	191,26
<i>Oxalis articulata</i> Sav.	2,66	1,13	0,48	1,66	0,37	0,08
<i>Lotus tenuis</i> Waldst	14,83	17,37	20,34	1,33	0,16	0,02 H (obs)
<i>Vicia graminea</i> Smith	14,83	17,37	20,34	6,83	5,70	4,76 1,03
<i>Dipsacum fullonum</i> L.	17,50	21,75	27,04	13,66	15,51	17,61
ND 1 (Compositae)	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Apium leptophyllum</i> (Per.	2,00	0,60	0,18	1,00	0,00	0,00
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00 H(esp)
<i>Rumex acetosella</i> L.	14,83	17,37	20,34	1,00	0,00	0,00 0,71
ND 2	1,33	0,16	0,02	1,00	0,00	0,00
<i>Arum italica</i> Mill.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Polygonum punctatum</i> E	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Picris echioides</i> L.	14,83	17,37	20,34	1,00	0,00	0,00
<i>Trifolium repens</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Polygonum acuminatum</i>	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Astragalus distinens</i> Ma	2,33	0,86	0,31	1,66	0,37	0,08
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) P	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Geranium dissectum</i> L.	14,83	17,37	20,34	1,00	0,00	0,00
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
ND 3 (Compositae)	2,00	0,60	0,18	1,00	0,00	0,00
<i>Carduus acanthoides</i> L.	2,00	0,60	0,18	1,00	0,00	0,00
	149,30	171,24	222,36	100,47	129,52	213,81

Muestreo 23 - 12 de enero de 2007						
<i>Sporobolus platensis</i> L.	47,83	80,34	134,95	55,83	97,53	170,37
<i>Oxalis articulata</i> Sav.	2,00	0,60	0,18	35,33	54,70	84,68
<i>Lotus tenuis</i> Waldst	14,83	17,37	20,34	1,00	0,00	0,00 H (obs)
<i>Vicia graminea</i> Smith	7,16	6,12	5,23	2,33	0,86	0,31 0,87
<i>Dipsacum fullonum</i> L.	6,83	5,70	4,76	30,33	44,95	66,60
ND 1 (Compositae)	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Apium leptophyllum</i> (Per.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00 H(esp)
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00 0,74
<i>Rumex acetosella</i> L.	2,00	0,60	0,18	1,00	0,00	0,00
ND 2	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Arum italica</i> Mill.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Polygonum punctatum</i> E	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Picris echioides</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Trifolium repens</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Polygonum acuminatum</i>	1,33	0,16	0,02	1,00	0,00	0,00
<i>Astragalus distinens</i> Ma	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) P	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Geranium dissectum</i> L.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
ND 3 (Compositae)	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Carduus acanthoides</i> L.	14,83	17,37	20,34	1,00	0,00	0,00
	109,81	128,27	186,00	140,82	198,02	321,96

Muestras	Hobs	H esp	v	t calculado	t tabla
1,00	0,68	0,76	327,89	-1,14	1,96
2,00	0,72	0,70	225,61	0,22	1,96
3,00	0,70	0,80	160,49	-0,91	1,96
4,00	0,56	0,83	216,59	-3,18	1,97 *
5,00	0,56	0,83	216,59	-3,18	1,97 *
6,00	0,57	0,80	194,19	-2,46	1,97 *
7,00	0,67	0,83	246,52	-1,81	1,96
8,00	0,93	0,90	668,92	0,46	1,96
9,00	1,18	0,80	143,90	4,46	1,97 *
10,00	1,05	0,80	150,87	3,07	1,97 *
11,00	0,94	0,89	222,26	0,56	1,97
12,00	0,92	0,78	221,89	1,54	1,97
13,00	0,97	0,90	118,96	0,69	1,98
14,00	0,89	0,93	467,74	-0,49	1,96
15,00	0,96	0,96	920,27	0,08	1,96
16,00	0,92	0,83	1296,60	1,20	1,96
17,00	0,97	0,83	1181,08	2,37	1,96 *
18,00	0,93	0,80	310,28	1,62	1,96
19,00	0,93	0,76	727,61	2,45	1,96 *
20,00	0,93	0,76	1145,88	2,37	1,96 *
21,00	0,95	0,85	189,09	1,25	1,97
22,00	1,03	0,71	3707,22	4,13	1,96 *
23,00	0,87	0,74	329,06	1,81	1,96

DISCUSION GENERAL

En nuestro país, el glifosato es uno de los compuestos xenobióticos principales dada su utilización en altas proporciones en los ecosistemas productivos. La Cámara de sanidad agropecuaria y fertilizantes informó que en el año 2008 se comercializaron 128.016.136 Kg del mismo (CASAFE, 2009). Existen escasos estudios de caracterización de la movilidad y persistencia en agua y suelos en las diferentes zonas agrícolas de la región.

Los valores de las concentración de este tóxico en agua superficial publicados para la Pampa Ondulada en agua oscilan entre 0,10 y 0,70 mg/l y en sedimentos entre 0,5 y 5 mg/kg (Peruzzo et al., 2008). Estos autores trabajaron en los mismos cuerpos de agua superficiales en los cuales se realizaron estudios incluidos en la presente tesis. Dado que la cantidad de información sobre concentraciones medidas en los ecosistemas es muy escasa, los datos con los que se cuenta no son suficientemente representativos de las zonas donde se desarrollan los cultivos. Es por ello necesario recurrir a datos provenientes estimaciones realizado mediante el cálculo de las concentraciones esperadas en el ambiente. De ello resultan las siguientes concentraciones en agua: para las dosis máxima (3,2 kg/ha) y mínima (0,8 kg/ha) de aplicación de Roundup®Max recomendadas para diferentes usos en Argentina, la CEA es de 1,59 y 0,40 mg p.a./L, respectivamente, siendo estos valores cercanos a los medidos antes citados.

Por otra parte, los órdenes de magnitud de las concentraciones medidas y calculadas son coincidentes con los publicados en la bibliografía de otros países. Por ejemplo, Goldsborough y Beck (1989), realizaron ensayos en microcosmos en el bosque boreal canadiense. Las aplicaciones de glifosato se realizaron por vía aérea a una dosis de 2,5kg/ha en microcosmos de 0,2 a 7 ha con una profundidad media de 0,9 a 1,5 m. La máxima concentración encontrada en el agua luego del tratamiento es de 0,14 mg /l. La vida media del glifosato en el agua varió entre 1,5 y 3,5 días. La concentración determinada en los sedimentos estuvo por debajo del límite de detección (0,01 mg/kg en peso seco). Únicamente, transcurridos 15 días, en uno de los microcosmos se detectó un máximo de 0,07 mg/kg en peso seco. En un estudio semejante Goldsborough y Brown (1993) realizaron ensayos en microcosmos del bosque boreal canadiense, las aplicaciones de glifosato se realizaron por vía aérea a una dosis de 2,5 kg/ha. El tamaño de los microcosmos fue menor de 1 ha de superficie con una profundidad media de 1.5 m. La máxima concentración encontrada en el agua luego

del tratamiento es de 0,08 mg /l. La vida media del glifosato en el agua vario entre 3 y 10 días. La máxima concentración observada en los sedimentos fue 0,94 mg/kg en los casos restantes los valores se mantienen en niveles detectable hasta el día 63. (0,00018-0,00026 mg/g). Newton et al. (1984) realizaron ensayos en arroyos con franjas riparias arbóreas de la costa noroeste de EEUU (Oregón), donde evaluaron las concentraciones de glifosato en los distintos compartimentos ambientales luego de una aplicación aérea de 3,3 Kg/ha de glifosato. Las concentraciones de glifosato superiores se encontraron en las copas arbóreas, que son las primeras en interceptar la aplicación. Las concentraciones en el agua del arroyo fueron menores a 0,3 mg /l, siendo no detectables luego de 5 días después de la aplicación. Feng et al. (1990), realizaron evaluaciones de aplicaciones en arroyos en la Isla de Vancouver (Canadá), analizando comparativamente tributarios con y sin zonas buffer. La dosis de la aplicación aérea analizada fue de 2 kg/ha. En los arroyos sin zona buffer detectaron que la mayor concentración en agua fue de 0,162 mg/l 2 horas después de la aplicación. Es interesante resaltar que los valores se incrementaron 100 veces luego de un evento de precipitación ocurrido 27 horas después de la aplicación. En los sedimentos se detectaron 6,8 a 6,3 mg de glifosato /kg de peso seco, luego de los eventos de precipitación. En los arroyos con zona buffer no se encontraron en el agua residuos cuantificables, trabajando con un límite de cuantificación de 0,50 µg/l). En nuestro país Perez et al (2007), realizaron experiencias en mesocosmos para evaluar los efectos del Roundup en comunidades de fitoplancton y perifiton de agua dulce, para ello utilizaron concentraciones experimentales de 6 y 12 mg/l y observaron que la vida media del herbicida fue de entre 6 y 7 días.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, además de las concentraciones medidas en el campo y el intervalo de concentraciones utilizadas en los estudios de laboratorio en el presente trabajo de tesis, se destaca que los resultados aquí obtenidos en la valoración de efectos biológicos se corresponden con concentraciones del herbicida que inducen efectos subletales, tanto en organismos acuáticos como terrestres, lo cual señala escenarios de riesgo de exposición para las plantas vasculares no blanco en agroecosistemas.

En los ensayos en el laboratorio realizados con diversas especies cultivables se observó que el herbicida no induce efectos en la germinación de las semillas, incluso a concentraciones cercanas a las de las dosis de aplicación. Por el contrario se observaron efectos en la elongación de la raíz a concentraciones esperables de encontrar en sectores del ambiente que no reciben aplicaciones directas. La variación de las respuestas en la elongación

de la raíz entre las distintas especies estudiadas indica que los efectos no son extrapolables a todas las familias de manera homogénea. Estos resultados permiten inferir que los bancos de semillas que se encuentren expuestos durante aplicaciones de glifosato, no se verían afectados durante el proceso de germinación. Sin embargo, se manifestarán de manera variable entre las familias en el éxito del desarrollo de los plantines.

Dado que el glifosato en los cultivos rara vez se aplica de forma individual, los estudios realizados con la especie *L. sativa* permitieron explorar posibles efectos aditivos, sinérgicos o antagónicos de la presencia de los insecticidas cipermetrina y/o clorpirifos en estas mezclas. El análisis de los resultados obtenidos en los efectos medidos sobre elongación de la raíz evidencia que el glifosato, aunque es el principal componente de las mezclas determinante de la toxicidad observada, no es el único constituyente responsable de los impactos adversos.

Según lo detectado en los estudios de laboratorio, para observar efectos en la especie *H. ranunculoides* serían necesarias concentraciones 20 veces superiores a las esperables en campo. Sin embargo, cuando se evaluaron efectos sobre el mismo punto final en esta especie en el estudio realizado en condiciones de campo, se evidencian efectos equivalentes a los detectados a concentraciones menores en la de exposición realizada en laboratorio.

Los resultados obtenidos con la especie *S. intermedia* a las concentraciones de campo, indican exaltación en el número total de frondes. Para el mismo intervalo de concentraciones, estos resultados fueron coincidentes a los observados con otras especies de lemneas por otros autores (Lockhart et al., 1989), además de los estudios realizadas en nuestro laboratorio con *L. gibba* por Sobrero et al. (2007). Sin embargo, otros autores informan efectos inhibitorios a esas mismas concentraciones (Hartman & Martin, 1984), o incluso ningún efecto observable (Peterson et al, 1994).

Nuevamente, cuando comparamos los resultados de los ensayos de laboratorio y los de campo observamos diferencias. Los efectos detectados en estudios con limnocorales, se corresponden con efectos a mayores concentraciones en el laboratorio. Para el caso de los limnocorales con la especie *L. gibba*, cuando se los compara con los ensayos de laboratorio realizados con los mismos clones, en el mismo laboratorio por Sobrero et al. (2007), observamos la misma tendencia. Como se enunciara anteriormente, estas diferencias pueden deberse a condiciones de mayor estrés en el campo, o para el caso de *L. gibba* dado que las aplicaciones fueron en mezclas de glifosato con clorpirifos, o con cipermetrina y clorpirifos.

A la luz de los resultados antes mencionados observados con las semillas, la diferencia detectada en las plantas acuáticas entre el laboratorio y el campo también puede deberse a las mezclas.

Adicionalmente a lo mencionado, teniendo en cuenta los resultados de los estudios a largo plazo sobre los efectos de simulaciones de la deriva de las aplicaciones de glifosato sobre las comunidades riparias locales expuestas en forma reiterada, que indican cambios en la cobertura-abundancia de las especies, la diversidad y la altura máxima de la vegetación y en la fenología de las especies, serían esperables escenarios equivalentes asociados a fumigaciones en campos cultivados. Experimentos similares realizados por investigadores canadienses (Tomkins & Grant, 1977) indican que las comunidades herbáceas estudiadas manifiestan impactos coincidentes a los hallados en el estudio sobre la franja riparia del A° Carnaval.

Con lo cual, la aplicación reiterada del herbicida glifosato a lo largo del tiempo en el marco de los programas de desmalezamiento de cultivos, el uso de mezclas del herbicida con insecticidas que amplifican los efectos adversos, las evidencias de los resultados obtenidos en los estudios con pruebas de laboratorio, y las evidencias aportadas en los estudios de campo confinados y sobre poblaciones y comunidades vegetales no blanco que muestran diferente nivel de efectos adversos, plantean un importante interrogante sobre el impacto a largo plazo en los ecosistemas y señalan la necesidad de implementación de medidas de control y mitigación.

- CASAFE. 2009. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. Sección estadísticas de la página web: http://www.casafe.org/web_css/mediciondemercado.htm
- Feng, J. C.; D. G. Thompson; P. E. Reynolds. 1990. Fate of glyphosate in a Canadian Forest Watershed. 1. Aquatic residues and off-target deposit assessment. *J. Agric. Food Chem.* 38:1110-1118.
- Goldsborough, L. G. & A. E. Beck. 1989. Rapid dissipation of glyphosate in small forest ponds. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 18:537-544.
- Goldsborough, L. G. & D. J. Brown. 1993. Dissipation of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in water and sediments of boreal forest ponds. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 12:1139-1147.
- Hartman, W. A. & D. B. Martin. 1984. Effect of suspended bentonite clay on the acute toxicity of glyphosate to *Daphnia pulex* and *Lemna minor*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 33:355-361.
- Lockhart, W. L.; B. N. Billeck, C. L. Baron. 1989. Bioassays with a floating aquatic plant (*Lemna minor*) for the effects of sprayed and dissolved glyphosate. *Hydrobiología*, 188/189:353-359.
- Newton, M.; K. M. Howard; B. R. Kelsas; B. R. Donhaus; C. M. Lottman, S. Dubelman. 1984. Fate of glyphosate in an Oregon forest ecosystem. *J. Agric. Food Chem.* 32:1144-1151.
- Perez, G. L.; H. Torremorell; H. Mugni; P. Rodriguez; M. S. Vera; M. Do Nascimento; L. Allende; J. Bustingorry; R. Escaray; M. Ferraro; I. Izaguirre; H. Pizarro; C. Bonetto; D. P. Morris; H. Zagarese. 2007. Effects of the herbicide Roundup on freshwater microbial communities: a mesocosm study. *Ecological Applications* 17 (8): 2310-2322.
- Peruzzo, P.; A. A. Porta; A. E. Ronco. 2008. Levels of glyphosate in surface waters, sediments and soils associated with direct sowing soybean cultivation in north pampasic region of Argentina. *Environmental Pollution*, 156:61-66.
- Peterson H.; C. Boutin; P. Martin; K. Freemark; N. Ruecker; M. Moody. 1994. Aquatic phyto-toxicity of 23 pesticides applied at expected environmental concentrations. *Aquatic. Toxicol.*, 28:275-292.

Sobrero, M. C.; F. Rimoldi; A. E. Ronco. 2007. Effects of the glyphosate active ingredient and a formulation on *Lemna gibba* at different exposure levels and assessment endpoints. *Bull. Environ. Contam. and Toxicol.*, 79(5):537-543.

Tomkins, D. J. & W. F. Grant. 1977. Effects of herbicides on species diversity of two plant communities. *Ecology* 58:398-406.

CONCLUSIONES

En la presente tesis se evaluaron los efectos del herbicida glifosato a distintos niveles de complejidad (individuos, poblaciones y comunidades vegetales), con diferentes especies (*Lactuca sativa* L., *Lolium perenne* L., *Medicago sativa* L., *Allium cepa* L. y *Brassica napus* L., *Lemna gibba*, *Spirodela intermedia*, *Hydrocotyle ranunculoides*) de diversas formas de vida (acuáticas y riparias), bajo distintas condiciones (laboratorio y campo -A° Arrecifes, A° del Sauce, A° Carnaval-), en distintas escalas de tiempo (días y meses).

La evaluación de estos efectos en situaciones variables y con distintos organismos nos permitió mediante una pluralidad de pruebas, confirmar la hipótesis general de la presente tesis “Los plaguicidas aplicados sobre los cultivos extensivos de la región pampeana impactan a los ambientes acuáticos y riparios no-blanco asociados a los agroecosistemas”

Sumando lo observado en los estudios con organismos diagnósticos en el laboratorio, con plantas acuáticas y riparias a campo, y en el experimento de deriva en comunidades naturales, se puede concluir que el glifosato aplicado en los cultivos induce impactos adversos en las comunidades vegetales acuáticas y riparias aledañas a los mismos. Los efectos producidos por las concentraciones detectadas en los arroyos y las simulaciones de la deriva, fueron en todos los casos subletales para los individuos y reversibles en el caso de las propiedades emergentes de las poblaciones y las comunidades evaluadas.

Las plantas riparias y acuáticas se vieron afectadas por los plaguicidas en distintos momentos de su ciclo de vida. El monitoreo del estado fisiológico de las especies riparias y acuáticas estudiadas en condiciones de aplicación en los cultivos, resultó ser una herramienta útil para evidenciar efectos adversos asociados a la deriva del herbicida. La metodología de prueba con sistemas confinados conteniendo plantas acuáticas expuestas *in situ*, permitió detectar efectos adversos por exposición al herbicida en relación a las aplicaciones. En ambos escenarios de exposición se evaluaron puntos finales relacionados con fase vegetativa del ciclo de vida de las plantas. Si bien no se evaluaron efectos tóxicos sobre la floración y la fructificación de las especies a campo, resultados obtenidos (no incluidos en la presente tesis), con la especie *Solanum glaucophyllum* (Solanaceae, Angiospermae) en condiciones de exposición a glifosato en laboratorio, confirmaron efectos adversos del herbicida sobre la germinación y la elongación del tubo polínico, procesos fundamentales en la fecundación de las Angiospermas para la formación de frutos y semillas. Los ensayos de laboratorio con

semillas permiten afirmar que existen efectos en la elongación de la raíz durante el proceso de germinación y por lo tanto esto incidiría en el establecimiento de los futuros plantines. Estos resultados nos permiten concluir que el impacto del herbicida sobre la vegetación no blanco se manifiesta en las distintas etapas del ciclo de vida de las mismas. Dado que las aplicaciones de plaguicidas se realizan de forma reiterada a lo largo del año, es esperable que éstos puedan alcanzar a las distintas especies en diferentes momentos su ciclo de vida, determinando un variable grado de influencia sobre las mismas.

El herbicida Roundup no provocó efectos sobre la germinación en las cinco especies de referencia estudiadas a las concentraciones de aplicación en campo. Tampoco se observaron efectos de los dos insecticidas en la germinación de *L. sativa*, ya sea por exposición de manera individual o en mezclas con el herbicida.

Cuando se estudiaron efectos sobre la elongación de la raíz sobre las cinco especies con el herbicida, se observó que existe una importante variabilidad entre la sensibilidad de las especies (tres órdenes de magnitud en los parámetros ecotoxicológicos obtenidos). Estas observaciones realizadas en laboratorio, con especies de familias altamente representadas en la región Pampeana, permiten inferir que esta variabilidad en la sensibilidad al herbicida se repita en las comunidades naturales en condiciones de exposición en campo.

En los ensayos de toxicidad con semillas, cuando se analizó la posible contribución de los coadyuvantes a la toxicidad del herbicida, se observó que el principio activo aporta una mayor carga tóxica, al contrario de lo que ocurre con las especies animales y en algunas especies de algas, según datos bibliográficos. Sin embargo, se observaron mayores efectos adversos cuando el formulado del herbicida se evalúa conjuntamente con los formulados de los insecticidas cipermetrina y/o clorpirifos.

Al evaluar las muestras ambientales con el bioensayo de toxicidad con *L. sativa* no se registraron efectos en la germinación, como así tampoco en la elongación de la raíz. La sensibilidad del ensayo no permitió evidenciar la presencia de plaguicidas en las muestras ambientales, en acuerdo con el intervalo de concentraciones de los plaguicidas medidos en las muestras ambientales, que resultaron ser muy inferiores a las que inducen efectos en la elongación de la raíz con los plaguicidas individuales y en mezclas.

En los ensayos con las especies acuáticas *S. intermedia* y *L. gibba* las concentraciones de plaguicidas esperables en el ambiente evaluadas en laboratorio indicaron efectos leves en la biomasa aérea y de raíz y en el contenido total de clorofila. Cabe resaltar que *S. intermedia*

evidenció un aumento del número de frondes a bajas concentraciones del herbicida, asimilable a un efecto hormético. El glifosato contiene un 14% de P en su constitución, es metabolizado por los ensamblajes bacterianos en aguas, suelos y sedimentos, liberando grupos fosfato (figura 5, introducción). Siendo el P un nutriente esencial, a menudo el que limita la producción primaria, es comprensible que dosis subletales de glifosato estimulen la producción de biomasa o de clorofila, como se observó no sólo en el laboratorio, sino también en algunos experimentos de campo.

Cuando se comparan los efectos detectados a concentraciones equivalentes en experimentos de campo en poblaciones confinadas, se observan claros efectos adversos no manifestados en laboratorio. Esta diferencia puede deberse a que las condiciones de campo son más rigurosas que las de laboratorio, por lo cual es posible que los organismos en este caso posean una disminución en su tolerancia debida a las condiciones ambientales a las que se hallan expuestos.

A través del monitoreo del estado fisiológico de las poblaciones naturales (riparias y acuáticas) y en las poblaciones de lemnaceas en sistemas confinados, se observaron efectos en relación a situaciones de aplicación a campo que evidencian que las comunidades riparias actúan como amortiguadores de la llegada de los plaguicidas a las aguas de los arroyos, filtrando solo una porción de la deriva de las aplicaciones, ya que los efectos en las plantas acuáticas evidencian que las mismas llegan a los arroyos.

La información relevada en este trabajo sobre las especies presentes en las comunidades riparias y la fenología de las mismas, significa un aporte de base para estudios ulteriores destinados a evaluar los efectos de este uso de la tierra sobre la composición y fenología de las comunidades.

El experimento realizado en el A° Carnaval en el cual se realizó una aplicación directa del herbicida a una concentración que resulta ser el 8,5 % de la aplicada en los cultivos, permitió observar la respuesta de las comunidades riparias a concentraciones similares a las que reciben por deriva de las aplicaciones a campo. Este experimento de campo permitió plantear algunas certezas y nuevos interrogantes. Se determinó una disminución inicial en la diversidad de la comunidad que subsistió aproximadamente dos meses, seguida de un período en el que se revierte el efecto y se produce un aumento de la diversidad. Finalmente tratamientos y controles confluyen hacia la condición inicial al año de iniciado el experimento. La certeza es que la deriva de una aplicación individual no supera la resiliencia

de la comunidad. Tal como se dijo anteriormente, los cambios fueron leves y transitorios. El interrogante se refiere al efecto de las aplicaciones reiteradas asociadas al ciclo de cultivo en la práctica agrícola convencional. Este tema, de indudable interés, representa la continuidad de la línea de trabajo iniciada en esta tesis y se correspondería al objeto de futuras investigaciones.