



**Evaluación participativa de impactos de los plaguicidas
utilizados en soja y forestación en un área protegida y su
cuenca**



Estudiante: Lic. Mariana Ríos
Orientador: Dr. Alvaro Soutullo

Programa de Maestría en Ciencias Ambientales
Facultad de Ciencias - Universidad de la República

Este trabajo fue realizado en:

Vida Silvestre Uruguay

Laboratorio de Etología, Ecología y Evolución
Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable
Ministerio de Educación y Cultura

Área de Biodiversidad y Conservación
Museo Nacional de Historia Natural
Ministerio de Educación y Cultura

Índice

Agradecimientos	5
Introducción general	7
1. Evolución del concepto de área protegida a nivel mundial	7
2. Intensificación agrícola y forestal en Uruguay	8
3. Implementación del SNAP en Uruguay	9
4. Caso de estudio: Parque Nacional Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay	9
Objetivos e hipótesis	11
Bibliografía	12
Capítulo 1. Análisis de las condiciones para la participación en la gestión ambiental: aportes de la sistematización de una investigación participativa.	14
1. Introducción	15
1.1 Gestión ambiental participativa	15
1.2 Las investigaciones participativas como herramientas para la gestión ambiental	17
2. Metodología	21
2.1 Área de estudio	21
2.2 Sistematización de la experiencia	22
2.2.1. <i>Reconstrucción de las etapas del proceso de IP</i>	22
2.2.2. <i>Análisis del grado de participación de los actores locales en la IP</i>	23
2.2.3 <i>Análisis de los tipos de participantes</i>	23
2.2.3.1 <i>Análisis estadísticos</i>	25
3. Resultados	26
3.1 Reconstrucción de las etapas de la investigación participativa	26
3.1.1 <i>Construcción de la propuesta de trabajo y convocatoria</i>	26
3.1.2 <i>Diseño, colecta de muestras y análisis de resultados</i>	27
3.1.3 <i>Uso de resultados y acciones derivadas de la IP</i>	28
3.2 Grado de participación de los actores en la IP	30
3.2.1 <i>Grado de control de la población local sobre la investigación y las acciones que se sucedieron</i>	30
3.2.2 <i>Grado de colaboración en la toma de decisión</i>	31
3.2.3 <i>Grado de compromiso y apropiación de la investigación y las acciones que se sucedieron</i>	31
3.3 Tipos de participantes	33
4. Discusión	38
4.1 Etapas de la investigación participativa y grado de participación de los actores locales	38
4.2 Tipos de participantes	39
4.3 Condiciones para la participación: de la IP a la gestión ambiental	40
Bibliografía	42

Capítulo 2. Evaluación del impacto de los plaguicidas utilizados en soja y forestación en el PNEFIRU y su entorno.	45
1. Introducción	46
1.1 Uso de plaguicidas a nivel mundial y sus impactos en el ambiente	46
1.2 Uso de plaguicidas en Uruguay	48
2. Metodología	52
2.1 Área de estudio	52
2.2 Abordaje metodológico	52
2.3 Dinámica de los plaguicidas en las matrices analizadas	53
2.3.1 <i>Plaguicidas aplicados en el sitio de estudio</i>	53
2.3.2 <i>Peces</i>	53
2.3.3 <i>Producción apícola</i>	54
2.3.4 <i>Suelo</i>	54
2.4 Obtención de datos	55
2.4.1 <i>Peces</i>	55
2.4.2 <i>Producción apícola</i>	55
2.4.3 <i>Suelo</i>	56
2.5 Análisis de datos	56
2.5.1 <i>Peces</i>	56
2.5.2 <i>Producción apícola</i>	57
2.5.3 <i>Suelo</i>	57
3. Resultados	59
3.1 Peces	59
3.2 Producción apícola	61
3.3 Suelo	63
4. Discusión	65
4.1 Presencia de plaguicidas en peces	65
4.2 Presencia de plaguicidas en la producción apícola	66
4.3 Presencia de plaguicidas en suelo	67
4.4 Implicancias para la gestión ambiental	68
Bibliografía	70
Discusión general	77
Bibliografía	78
Conclusiones generales	79
Anexos	81

Agradecimientos

Quiero agradecer, con mucho temor a olvidarme de alguna persona o institución, a todos aquellos que de alguna forma han sido parte de esta tesis que hoy presento.

Primero agradecer a mis tutores Alvaro Soutullo y Carlos Santos por confiar en esta propuesta y dar todo para sacarla adelante. Ambos me han enseñado desde sus disciplinas a integrar visiones e ir siempre más allá. Además agradecer la contribución de Carlos a las etapas iniciales de esta tesis incluso cuando ni siquiera la visualizaba como tal.

A los integrantes del tribunal: Lorena Rodríguez-Gallego, Humberto Tommasino y Alfredo Blum por su gran responsabilidad a la hora de hacer sus importantes aportes, que permitieron mejorar mucho este trabajo, ya desde la elaboración del Proyecto de tesis.

A Nati Zaldúa por ser una compañera fiel en cada paso de esta investigación, por aportar sus miles de ideas, aguantar lo mejor y peor de mí, y generar increíbles largas charlas de auto. También a Mariana Romero, por ser localmente un oxígeno en todo lo que fuimos realizando, ayudando en cada etapa de este trabajo.

Un especial agradecimiento a los verdaderos protagonistas de esta tesis (apicultores y pescadores de Nuevo Berlín y San Javier), y que hoy yo solo represento: Carlos "Carlín" Migueles, Ruben "Nego" Maidana, Martín Steinhardt, Angel "Quiqui" Rosano, Wiston Spinelli, Jorge Nieto, José Luis Camesasca, Alan Xisle, Miguel "Curuca" Cáceres, Samuel Posse, Nestor García, Ruben Pedretti, Gerardo Baeten, Jorge Ivanchenko, Jimmy Fioreli, Catalina Martinez, Humberto Zamora, Nieto padre, Juan Conrado Bali, Martinez, Mario González. Les agradezco a todos ellos por enseñarme sus oficios, sus vivencias, sus infinitos conocimientos de apicultura, pesca, gestión ambiental...si sabrán estos muchachos!! Por compartir con mucha transparencia y humildad todos sus desvelos y sobre todo, por hacerme sentir siempre como en casa! También un profundo agradecimiento a sus familias por apoyarnos en cada paso de esta investigación. También agradecer a muchos otros pescadores y apicultores de Nuevo Berlín y San Javier que apoyaron desde lejos, y no tanto, este trabajo brindando sus ideas y también preocupaciones.

A mis compañeros de Vida Silvestre Uruguay por apoyar este trabajo y por su paciencia en mis desaparecidas para "redactar la tesis". A los compañeros del Área de Biodiversidad y Conservación – Museo Nacional de Historia Natural, por todos sus aportes, en particular a Ángel Segura y Gonzalo Cortes por estar MUY salados en estadística y querer compartirlo conmigo, y a Fabrizio por siempre estar y hacerme sentir una investigadora! Al Laboratorio de Etología, Ecología y Evolución del Instituto de Investigación Clemente Estable por ser uno de los laboratorios donde se ejecutó esta tesis.

En San Javier, Nuevo Berlín y en general en el área de trabajo, agradecer a las siguientes instituciones y personas por contribuir de una u otra forma a este trabajo: a los liceos de Nuevo Berlín y San Javier, Sociedad de Fomento Rural de Nuevo Berlín, Cooperativa de Pescadores de Nuevo Berlín, Comisión Asesora Especifica del Parque Nacional Esteros de

Farrapos e Islas del Río Uruguay, Canal de Cable de Nuevo Berlín, al Sr. Ocampo y familia (vecinos del PNEFIRU), Yanet Silveira (directora del Liceo de Nuevo Berlín), Nelly Chulak (profesora del Liceo de San Javier), Amelia Cabrera (Directora de Medio Ambiente – Intendencia de Río Negro), a Iván Grela (Gestión Ambiental de Forestal Oriental) y Daniel Jaso (Director del PNEFIRU).

A Leonidas Carrasco-Letelier, Franco Teixeira de Mello, Estela Santos, Federico Quintans, Victoria Calvo, Verónica Piñeiro, Gabriela Eguren y Cecilia Suárez por contribuir con sus conocimientos en el diseño de las metodologías empleadas en esta tesis, así como ser incansables compañeros en las salidas de campo, y por ayudarme a discutir los resultados en cada momento de la tesis. A Luli Bartesaghi por siempre ayudarme tanto con mis trabas en SIG, pero sobre todo porque no me imagino hacer un trabajo sin agradecerle.

A Jorge Harriet, Micaela Trimble, Ciro Invernizzi, Esteban Krall, Pedro Mondino, Graciela Fabiano, Daniel Carnevia, Daniel Panario, Yolanda González, Susana Franchi y Ana Chouy por sus aportes técnicos en las diferentes etapas del análisis de datos y discusión de los resultados.

A las siguientes instituciones y personas a nivel nacional que dieron su apoyo en diferentes etapas de este trabajo: División de Biodiversidad y Áreas Protegidas (DINAMA-MVOTMA), Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU), Sociedad Apícola del Uruguay (SAU) y Comisión Honoraria de Desarrollo Apícola (CHDA). A Victor Cantón, Mario Batalles, Guillermo Scarlato, Alfredo Pereira y Alejandro Arcelus.

A los financiadores, tanto a quien contribuyó en la primera etapa de este trabajo: Ecosystem Gran Program – Comité Holandés de UICN, como a CSIC por brindarme una beca de finalización de posgrado, que me permitió dar el empujón final. Y a Enrique Bostelman por confiar en la idea desde el comienzo.

Por último a mi familia y amigos, por el apoyo en todos estos años, por preocuparse, por preguntar “¿cómo venís con la tesis?” que más que pesar, me daba ánimos para meter pata y finalizar. A las chichis, por toda esa fuerza y alegría que siempre me contagian, incluso para sentarme a escribir; en particular a Marilyn por acompañar cada clase de la Maestría y alivianarme MUCHO trabajo cuando los tiempos de tesis apretaban, y a María por compartir largos días de lectura de papers en calurosos veranos, siempre con algo rico para compartir.

Introducción general

1. Evolución del concepto de área protegida a nivel mundial

Las áreas protegidas (APs) son una herramienta de gestión ambiental del territorio ampliamente reconocida a nivel mundial. El concepto mayormente difundido de APs está muy vinculado a la noción de excluir una porción del territorio de actividades transformadoras del ambiente, y favorecer el disfrute del mismo o la protección de otros servicios ecosistémicos. Este modelo fue impulsado por los primeros parques nacionales en Estados Unidos y Australia, y caracterizó el desarrollo de APs durante el siglo XIX y primera mitad del siglo XX en todo el mundo (Phillips, 2003). Siguiendo este modelo el establecimiento de áreas protegidas estuvo caracterizado por procesos “de arriba hacia abajo”, generando grandes áreas con escasa consideración sobre el impacto en los pobladores locales, consolidando un esquema que se apartaba y desconocía el vínculo histórico entre pobladores locales y la conservación de la biodiversidad (Phillips, 2003).

A partir de 1960 el marco conceptual sobre APs empezó a tener un importante desarrollo, impulsado principalmente por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). En 1969 la UICN propone una nueva definición del concepto, que no obstante continuó colocando el énfasis en la prevención de los daños causados por los seres humanos, sin incluir consideraciones sobre la propiedad de la tierra, el vínculo entre pobladores locales y APs (más allá de considerarlos como amenazas), y entre APs y desarrollo (Chape *et al.*, 2008).

No es hasta la década de 1970 que el concepto de áreas protegidas empieza a evolucionar bajo el paraguas del desarrollo sustentable. El Tercer Congreso Mundial sobre Parques Nacionales constituye un punto de inflexión en el desarrollo del concepto y el enfoque de las APs. El mismo coloca en la agenda temas nuevos tales como el papel de las áreas protegidas en el desarrollo sustentable y el vínculo entre áreas protegidas y las poblaciones locales e indígenas (Phillips, 2003).

Finalmente, el Quinto Congreso Mundial sobre Áreas Protegidas tuvo como eje central reconocer y valorar el beneficio de las áreas más allá de sus fronteras. En este congreso se enfatizó, entre otros temas, la importancia de adoptar un nuevo paradigma en gestión de áreas protegidas (UICN, 2008). Este nuevo paradigma confronta la mayoría de los pilares del modelo predominante hasta el momento y reconoce la necesidad de incluir una multiplicidad de actores en la gestión de las AP, abordar la gestión de las áreas en el marco de escalas espaciales más amplias (que trascienden los límites del AP), y amplía las posibilidades que encuentran cabida bajo el concepto de área protegida (Phillips, 2003).

Como resultado de este proceso actualmente coexisten dos corrientes de pensamiento en relación a las APs: una que prioriza la “función social para el desarrollo” de las APs y otra de un perfil más “proteccionista” (Locke & Dearden, 2005; Martino, 2005). No obstante, ambas reconocen el importante rol que cumplen las áreas adyacentes a las APs: sus contribuciones en la reducción de presiones que desde “afuera” pueden afectar a lo que se desea conservar, y en la promoción de buenas prácticas productivas, que le dan mayor sustentabilidad al territorio (Groom *et al.*, 1999; Shafer, 1999). Todo esto resalta la

necesidad de reconceptualizar a las APs como una importante herramienta de ordenamiento y gestión ambiental del territorio (Martino, 2005), que actúan como focos locales de desarrollo sustentable (Soutullo, 2006). Donde las áreas además de gestionar de sus límites hacia “adentro”, promueven una gestión más sustentable de sus límites hacia fuera (Whittingham, 2007), asumiendo fuertes interacciones con su entorno, incorporando los intereses y desafíos del desarrollo social de las personas que viven en las áreas y su entorno (Martino, 2005).

Esta reconceptualización es particularmente relevante en Uruguay, donde al mismo tiempo que se comienzan a implementar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Ley 17.234) y planes de ordenamiento territorial, de la mano de la promulgada Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible, se está produciendo un fenómeno de intensificación agropecuaria, que genera en muchos casos incompatibilidades en la implementación de ambos procesos (Santos, 2011). Esto pone en evidencia el desafío de encontrar formas de ordenar y gestionar ambientalmente el territorio que considere adecuadamente los impactos que se derivan de las actividades humanas y sus externalidades.

2. Intensificación agrícola y forestal en Uruguay

Desde el año 2000 el país está transitando por un proceso de intensificación en el uso del suelo, alcanzando una superficie total de cultivos de secano similar al record alcanzado en los años 50 (García-Préchac *et al.*, 2010), con una intensidad de uso de 1,5 cultivos por año. A su vez, se ha incrementado en las últimas décadas la superficie destinada a la producción forestal, principalmente orientada a la producción de pulpa de celulosa (Ortiz *et al.*, 2005; Ligrone & Mantero, 2009).

En la zafra 2009/2010 el área agrícola estuvo dominada por el complejo soja/trigo alcanzando aproximadamente 860.000 ha de soja (83% del área total de cultivos de verano) y 553.000 ha de trigo (76% del área total de cultivos de invierno) (DIEA, 2010). Así mismo, el sector forestal alcanzó en el año 2010 aproximadamente 885.000 ha, creciendo en los últimos cuatro años a una tasa anual entre 40.000 y 75.000 ha sembradas. Esta situación es especialmente crítica en el litoral del Río Uruguay donde se concentra el 56.8% de la superficie del complejo trigo/soja (DIEA, 2009) y 13.6% de la superficie forestal (DGF, 2010).

Esta intensificación en el uso del suelo, tanto agrícola como forestal, está asociada a la utilización de paquetes tecnológicos que se basa en un incremento del uso de maquinaria, sistemas de regadío y un aumento en el uso de plaguicidas¹ (Manuel-Navarrete *et al.*, 2005; Blum *et al.*, 2008). A pesar de los beneficios y avances obtenidos por la utilización de plaguicidas, es importante considerar que éstos son sustancias artificiales, potencialmente tóxicas para la salud humana y el ambiente, usadas para eliminar malezas (herbicidas), hongos (fungicidas) e insectos (insecticidas), entre otros. Por lo tanto su gestión debe abordarse desde una perspectiva integral con el propósito de prevenir o minimizar situaciones problemáticas y de riesgo (Cortinas, 2000; Mañay *et al.*, 2004; DINAMA, 2006).

¹Los plaguicidas también son llamados productos fitosanitarios, agroquímicos, agrotóxicos, biocidas, venenos, remedios, entre otros (JUNAGRA, 2005, Neme *et al.*, 2010).

Desde el punto de vista ambiental, estos procesos de intensificación agrícola conducen a la degradación de los recursos naturales, entre ellos la pérdida de biodiversidad, deterioro en la calidad del agua, y erosión de suelo, entre otros (Blum *et al.*, 2008; Céspedes-Payret *et al.*, 2009). Llevando en muchas zonas del país, a la insustentabilidad de estos sistemas en el mediano y largo plazo (Altieri & Nichols, 2005; Devine & Furlong, 2007).

3. Implementación del SNAP en Uruguay

Desde el 2008 Uruguay está en proceso de implementar su Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP). La ley N° 17.234 define al SNAP como “el conjunto de áreas naturales del territorio nacional, continentales, insulares o marinas, representativas de los ecosistemas del país, que por sus valores ambientales, históricos, culturales o paisajísticos singulares merezcan ser preservadas como patrimonio de la nación, aun cuando hubieran sido transformadas parcialmente por el hombre” (DINAMA, 2010).

En este contexto, las áreas no se conciben como “...*islas de conservación en medio de un mar donde sucede cualquier cosa, sino espacios en fuerte interacción con el resto del territorio. Son, en consecuencia, parte de las políticas de cuidado y desarrollo sostenible del territorio.*” (DINAMA, 2010; p.11). Los principios rectores del SNAP destacan, entre otros, la necesidad de promover una gestión basada en el enfoque ecosistémico, la sostenibilidad ecológica, económica y social, la conciliación del interés general con los derechos y necesidades de las comunidades locales, la participación social con equidad, y la integración del conocimiento local con el conocimiento técnico/científico (DINAMA, 2010).

En este marco, Uruguay se presenta como una oportunidad para implementar un modelo de áreas protegidas que busque conservar los valores de biodiversidad representativos del país y que al mismo tiempo sea una herramienta transformadora de su entorno, promoviendo prácticas productivas más sustentables y de mayor inclusión social; y no islas de conservación (Janzen, 1983). De esta forma, las APs brindan una oportunidad para el desarrollo de experiencias que sirvan de ejemplo para implementar medidas de producción agropecuaria ambientalmente sostenible en otros sectores del territorio (Whittingham, 2007).

A pesar de que desde la reglamentación de la Ley de creación del SNAP se han incorporado ocho áreas al SNAP y se ha avanzado en la generación de ámbitos de participación social que permiten ir consolidándolo, hasta ahora no se ha avanzado significativamente en la evaluación e implementación de medidas de gestión territorial que permitan articular las APs con su entorno. Sigue estando pendiente la evaluación de como los usos productivos puedan estar afectando la gestión de las APs (DINAMA, 2010), y salvo excepciones la participación de los actores, incluyendo los actores locales, se ha limitado esencialmente a un nivel consultivo (Santandreu, 2007).

4. Caso de estudio: Parque Nacional Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay

El Parque Nacional Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay (PNEFIRU) es la segunda área protegida que ingresó al SNAP (decreto 579 de noviembre, 2008). Entre sus objetivos de creación se incluyen objetivos de protección de la biodiversidad del área, enmarcados en un contexto regional más amplio, y objetivos de promoción del desarrollo de la identidad local asociada a producciones tradicionales en el área (Decreto 579/08).

Esta AP se encuentra aguas abajo de una cuenca con intensos usos agrícolas y forestales, asociados a un aumento en el uso de plaguicidas en la última década (Rodríguez-Gallego et al., 2008). Los pobladores locales han manifestado preocupaciones por los posibles conflictos entre las aplicaciones de plaguicidas y el AP; así como con su producción local (pesca y apicultura). Algunas de las evidencias de esos conflictos que manifiestan son las mortandades masivas de peces y otra fauna nativa observadas en la zona, y la disminución en la producción de miel y el aumento de la mortalidad en las colmenas (Rodríguez-Gallego et al., 2008).

En este contexto, esta tesis busca analizar las condiciones que promueven la participación de actores locales en una investigación relevante la gestión ambiental de su territorio, y caracterizar la problemática de usos de plaguicidas en el entorno del PNEFIRU con el fin de contribuir a la gestión del área y su entorno. Estos objetivos se aborda a través de una aproximación de investigación participativa, donde se investiga junto a apicultores y pescadores que operan dentro y en el entorno del AP, y cuyas producciones se creen afectadas por los las aplicaciones de plaguicidas que tienen lugar en la zona de influencia del área protegida.

La tesis se organiza en dos capítulos. El primer capítulo da cuenta y caracteriza el proceso de investigación participativo desarrollado, analizando condiciones que facilitan la participación local en el proceso de investigación. El segundo capítulo detalla y discute la evaluación integral de plaguicidas en el AP y su cuenca.

OBJETIVOS

Objetivo general

Generar una experiencia de investigación participativa con productores locales (apicultores y pescadores) para evaluar impactos de los plaguicidas utilizados en trigo/soja y forestación en un área protegida y su cuenca, e identificar algunas condiciones que determinan la participación de los actores locales en la gestión ambiental del AP.

Objetivos específicos

1. Analizar las condiciones para la participación en la gestión ambiental del territorio que incluye el AP, en base a la experiencia de investigación participativa generada.
2. Evaluar los impactos del uso de plaguicidas usados en la producción de trigo/soja y forestación sobre pequeñas producciones locales (apicultura y pesca) y en suelos del área protegida y su cuenca.

HIPÓTESIS

1. Lograr una participación local efectiva en la gestión del PNEFIRU y su entorno requiere implementar procesos de participación que tengan espacios de decisión y grado de control conjunto, con temáticas de trabajo identificadas como de relevancia por los actores locales, y que consideren además las características particulares de dichos actores.
2. Los plaguicidas aplicados en las actividades agrícolas y forestales en la cuenca del PNEFIRU afectan negativamente producciones locales como la pesca y la apicultura que se desarrollan en el área protegida y su cuenca.
3. Al área protegida ingresan plaguicidas que son aplicados fuera de los límites del área.

BIBLIOGRAFÍA

- Altieri M. & Nichols C., 2005. *Agroecology and the search for a truly sustainable agriculture*. 1st. edition. PNUMA.
- Blum A., Narbondo I. & Oyhançabal G., 2008. El crecimiento de la soja y sus impactos en Uruguay: ¿crecimiento con desarrollo o simplemente aumento de peso? 2º Congreso Regional de Economía Agraria/ 3º Congreso Rioplatense de Economía Agraria/ XIII Congreso de Economistas Agrarios de Chile, Montevideo, Uruguay.
- Céspedes-Payret C., Piñeiro G., Achkar M., Gutiérrez O. & Panario D., 2009. The irruption of new agro-industrial technologies in Uruguay and their environmental impacts on soil, water supply and biodiversity: a review. *International Journal of Environment and Health* 3(2): 175 – 197.
- Chape S., Spalding M., Jenkins M.D., 2008. *The World's Protected Areas*. Prepared by the UNEP World Conservation Monitoring Centre. University of California Press. Berkeley, USA.
- Cortinas C., 2000. *Manual Comunicación de riesgos para el manejo de sustancias peligrosas con énfasis en residuos peligrosos*. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.
- DGF: Dirección General Forestal, 2010. Superficie total forestada y por departamento. <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,20,441,O,S,0,MNU;E;134;2;MNU>; Visitada en marzo 2011.
- DIEA: Dirección de Estadísticas Agropecuarias, 2009. Anuario Estadístico Agropecuario MGAP. URL: <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,85,O,S,0,MNU;E;39;15;MNU>. Visitada en julio de 2010
- DINAMA: Dirección Nacional de Medio Ambiente, 2006. Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. Proyecto URU/02/012 (Fondo para el Medio Ambiente Mundial-GEF).
- DINAMA: Dirección Nacional de Medio Ambiente, 2010. Plan de Mediano Plazo 2010-2014. Sistema Nacional de Áreas Protegidas.
- García-Préchac F., Ernst O., Arbeletche P., Perez Bidegain M., Pritsch C., Ferenczi A. & Rivas M., 2010. Intensificación agrícola: oportunidades y amenazas para un país productivo y natural. Colección Artículo 2. Fondo Universitario para contribuir a la comprensión pública de temas de interés general, CSIC, UDELAR.
- Groom M., Jensen D.B., Knight R.L. Gatewood L.M., Boyd-Heger D., Mills L.S. & Soulé M.E., 1999. Buffer zones: benefits and dangers of compatible stewardship. In: Soulé M.E. & Terborgh J. (Eds.). *Continental conservation: scientific foundation of regional reserve networks*. Washington, DC. Island Press.
- Janzen D.H., 1983. No park is an island: increase in interference from outside as park size decreases. *Oikos* 41: 402-410.
- JUNAGRA: Junta Nacional de la Granja, 2005. Manual de capacitación para el buen uso y manejo de plaguicidas en Uruguay. MGAP – Montevideo, Uruguay.
- Ligrone A. & Mantero C., 2009. El sector forestal en 2008 y perspectivas para 2009. Dirección Forestal (MGAP).
- Locke H. & Dearden P., 2005. Rethinking protected area categories and the new paradigm. *Environmental Conservation* 32 (1): 1–10.
- Manuel-Navarrete D. et al., 2005. Análisis sistémico de la agriculturización en la pampa húmeda argentina y sus consecuencias en regiones extrapampeanas: sostenibilidad, brechas de conocimiento e integración de políticas. Medio ambiente y desarrollo. CEPAL.
- Mañay N., Rampoldi O., Alvarez C., Piastra T., Viapiana P. & Korbut S., 2004. Pesticides in Uruguay. *Reviews of environmental contamination and toxicology* 181:111-138.

- Martino D., 2005. Unleashing the wild: response to Locke and Dearden's 'rethinking protected area categories'. *Environmental Conservation* 32 (3): 195-196
- Neme C., Ríos M., Zaldúa N. & Cupeiro S., 2010. Aproximación a la normativa vigente sobre plaguicidas y sus impactos ambientales. *Vida Silvestre Uruguay*.
- Ortiz et al., 2005. Entre el desierto verde y el país productivo. El modelo forestal en Uruguay y el Cono Sur. Casa Bertolt Brecht y REDES-Amigos de la Tierra, Montevideo, Uruguay.
- Phillips A., 2003. A modern paradigm. *World Conservation Bulletin*, 2:6-7.
- Rodríguez-Gallego L., Achkar M., Bartesaghi L., Santos C., Loureiro M., Teixeira de Mello F., González I., D'Anatro A., González E., Aldabe J., Rocca P., Prigioni C., Masciadri S. & Jolocin G., 2008. Producto 2. Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay. Informe Técnico. Proyecto SNAP URU/06/G34, PNUD-DINAMA- MVOTMA. Inédito.
- Santandreu A., 2007. Instrumentos y estrategias para promover la participación ciudadana y de la sociedad civil en la gestión ambiental. Serie documentos de trabajo N° 10. Proyecto SNAP/DINAMA-MVOTMA/GEF-PNUD.
- Santos C., 2011. ¿Qué protegen las áreas protegidas? Conservación, producción, Estado y sociedad en la implementación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Ed. Trilce.
- Shafer C.L., 1999. US National park buffer zones: historical, scientific, social and legal aspects. *Environ. Manage.* 23:49-73.
- Soutullo A., 2006. Marco conceptual para la planificación de la conservación de la diversidad biológica: implicancias para el diseño de un sistema de áreas protegidas en Uruguay. Serie documentos de trabajo N°11. Proyecto "Fortalecimiento del proceso de implementación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Uruguay" (URU 06/G34) - DINAMA/MVOTMA-PNUD/GEF.
- UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2008. Protected Areas Programme. Vol 17. No 2. DURBAN+5. Gland, Switzerland. Produced by the NatureBureau, UK.
- Whittingham M.J., 2007. Will agri-environment schemes deliver substantial biodiversity gain, and if not why not? *Journal of Applied Ecology*. 44: 1-5.

Capítulo 1.-

Análisis de las condiciones para la participación en la gestión ambiental: aportes de la sistematización de una investigación participativa

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Gestión ambiental participativa

Actualmente existe un consenso general sobre la importancia de la participación ciudadana en la gestión ambiental y en la generación e implementación de las políticas públicas (European Commission, 2003; Daly, 2006; Pots-Chin & Haines-Young, 2006; Santandreu, 2007). A pesar de esto, no existe acuerdo sobre que se entiende por participación ciudadana.

Arnstein (1969) reconoce un gradiente de participación ciudadana que incluye ocho niveles, en lo que denomina la “escalera de la participación”. Los escalones inferiores 1) la manipulación y 2) la terapia, describen niveles de “no-participación” que han sido utilizados por algunos como un sustituto de la auténtica participación. Según Arnstein (1969) el objetivo real no es permitir a la gente participar en la planeación o ejecución de programas sino el permitir a los actores poderosos el “educar” o “curar” a los participantes. Los escalones 3) información y 4) consulta, representan cierto nivel de “simbolismo” que permite a los excluidos de la toma de decisión el escuchar y ser escuchados, sin que esto represente una carga significativa de poder que impulse el cambio del *status quo*. El escalón 5) apaciguamiento, no es más que una fase superior del simbolismo ya que los actores poderosos aún poseen el derecho de decidir sobre las opiniones de los excluidos de la toma de decisión. Más arriba de la escalera se encuentran los niveles de poder ciudadano con crecientes niveles de influencia en la toma de decisiones. 6) La asociación permite a los excluidos negociar e intercambiar con los actores poderosos tradicionales. En los escalones superiores se encuentra 7) el poder delegado y 8) el control ciudadano, que permiten a los excluidos obtener la mayoría de los puestos en la toma de decisiones, o el control total de la administración (Figura 1.1a).

En línea con lo que indica Arnstein (1969), la participación de las poblaciones locales en la gestión ambiental varía en relación al involucramiento de éstas en la toma de decisión, desde la participación informativa o no participación hasta la co-gestión donde todas las partes son pareas en la toma de decisión y el manejo de ciertos recursos (Smutko & Garber, 2001; Chase *et al.*, 2002). Detrás de este continuo de grados de participación de la ciudadanía, subyacen tres paradigmas de gestión ambiental (Figura 1.1b): un modelo “de arriba hacia abajo”, en el que no hay participación pública, otro que incluye algunos *inputs* de la ciudadanía, y otro “de abajo hacia arriba”, en el que los intereses y deseos de la ciudadanía son tomados en cuenta explícitamente. En este último caso, se asume que las decisiones óptimas requerirán compensaciones que balanceen intereses. Este último modelo se basa en el diálogo y aprendizaje mutuo, donde la participación se trata como una oportunidad para la cooperación entre actores clave, identificando puntos de interés en común (Leong *et al.*, 2009).

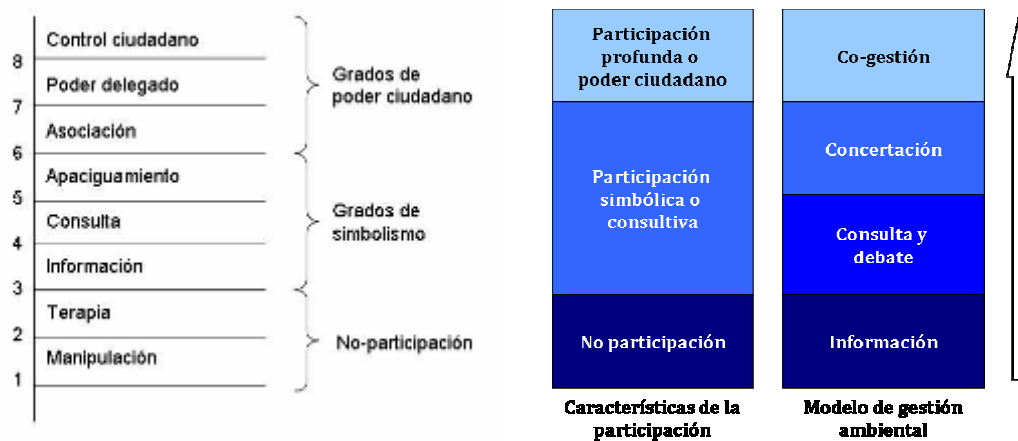


Figura 1.1a. Escalera de participación ciudadana (tomado de Arnstein, 1969); b. Niveles de participación y modelos de gestión ambiental subyacentes a dicha participación (modificado de Santandreu, 2007).

Específicamente en los modelos de gestión ambiental en áreas protegidas (APs), un creciente número de trabajos demuestran que un manejo efectivo y eficiente de APs está muy asociado con las actitudes, percepciones y actividades de los residentes o comunidades locales cercanas al área protegida (Delgado & Mariscalá, 2004; Stump & Kriwoken, 2006; Suuronen *et al.*, 2010; Jones *et al.*, 2011). APs con modelos de gestiones ambientales adaptativas, y en particular donde se alcanza la co-gestión, muestran un mayor apoyo de las poblaciones locales (Gerhardinger *et al.*, 2009; Clark & Clarke, 2011; Jones *et al.*, 2012).

En Uruguay existen diversas normativas que incluyen participación ciudadana en la gestión ambiental, desde la Constitución de la República, hasta normativas ambientales como la Ley General de Protección Ambiental (Nº 17.283), la Ley que crea el Sistema Nacional de Áreas Protegida (Nº 17.234), la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental (Nº 16.466), la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible (Nº 18.308), y la Política Nacional de aguas (Nº 18.610). No obstante, la mayor parte de los instrumentos de participación previstos en la normativa ambiental se ubican en los niveles de información y consulta. No alcanzan en general, niveles más profundos de participación como concertación y co-gestión² (García-Tagliani, 2009).

En particular la Ley General de Protección Ambiental (Art. 6º - literal D) establece que “La protección del ambiente constituye un compromiso que atañe al conjunto de la sociedad, por lo que las personas y las organizaciones representativas tienen el derecho/deber de participar en ese proceso.” Sin embargo, no menciona instrumentos específicos que promuevan y/o aseguren la participación activa de la sociedad civil en la gestión de los temas ambientales (Santandreu, 2007).

² Según Thomas & Middleton (2003) los distintos niveles de participación en la gestión ambiental se pueden clasificar como 1) información: nivel más bajo de participación, los actores reciben información sobre el proceso y decisiones que los afectan, pero no existen oportunidades de intercambio; 2) consulta: los actores son informados y se busca recibir sus puntos de vista, los comentarios son tomados en cuenta pero no necesariamente se introducen en la decisión adoptada; 3) concertación: los actores afectados son invitados a informarse, aprender, discutir y ser parte del proceso final de toma de decisión; y 4) co-gestión: nivel de participación en el que tanto la toma de decisión como la responsabilidad para implementar las decisiones son compartidas.

Respecto al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, como señala Santandreu (2007), las Comisiones Asesoras Específicas de cada AP (CAE) previstas en la Ley N° 17.234 y reglamentadas por el Decreto 52/005, son uno de los instrumentos más novedosos de gestión ambiental propuestos a nivel nacional. Estas tienen como cometido el asesoramiento, promoción, seguimiento y control de las áreas protegidas. A pesar de ser novedosos, siguen siendo ámbitos consultivos y asesores, no considerándose espacios de toma de decisión compartida de cara a la gestión de determinada área protegida. Además, esta ley incorpora la posibilidad de la co-participación pública-privada en la administración de las áreas protegidas, lo que abre un espacio, si se instrumenta adecuadamente, de una mayor participación de la ciudadanía en la gestión ambiental de estas áreas.

1.2 Las investigaciones participativas como herramientas para la gestión ambiental

La investigación participativa es una estrategia de investigación que enfatiza la participación comunitaria, y focaliza en un proceso de reflexión y acción, basado en los intereses y preocupaciones locales (Cornwall & Jewkes 1995). La tabla 1.1 compara algunos de los énfasis donde se focalizan las investigaciones convencionales y las investigaciones participativas.

Según Balcazar (2003) la investigación participativa (IP) da significado al papel del científico en promover la participación de los miembros de comunidades en la búsqueda de soluciones a sus propios problemas y generar empoderamiento³ de las propias comunidades frente a temas relevantes en sus vidas. Genera conciencia socio-política entre los participantes (población local e investigadores), y provee un espacio de investigación diferente donde los participantes son agentes de cambio y no víctimas de una situación. La experiencia de la IP permite a los participantes aprender a aprender; siendo las actividades centrales de ésta: investigación, educación y acción.

Tabla 1.1. Énfasis de los procesos de investigación convencional e investigación participativa (modificada de Cornwall & Jewkes 1995).

	Investigación participativa	Investigación convencional
¿Para qué es la investigación?	Para generar acción	Entender para quizás actuar
¿Para quién es la investigación?	Población local	Instituciones, interés personal o profesional
¿El tema elegido es influenciado por...?	Prioridades locales	Prioridades de financiación, institucionales e intereses

³ Basado en Staples (1990) empoderamiento hace referencia al poder que se desarrolla y se adquiere. Las personas manejan su realidad para ganar más control sobre sus vidas, ya sea por sí mismos o con la ayuda de otros y obtener un grado relativo de habilidad para influir en el mundo.

		profesionales
Identificación del problema	Población local	Investigadores
Presentación de resultados	De acceso y utilidad local	Por los investigadores a otros académicos o cuerpos financiadores
Acciones frente a los resultados	Integralmente al proceso	Separada y quizás no ocurra
¿Quién realiza la acción?	Población local con o sin ayuda externa	Personas externas
¿De quién son los resultados?	Población local	Investigadores
¿En qué se enfatiza?	En el proceso	En los resultados

Al igual que en la participación en la gestión ambiental, no existe consenso en lo que se considera participación en una investigación participativa, ni lo que se define como población local (Hampshire *et al.*, 2005). En la bibliografía se encuentran clasificaciones de IPs dependiendo del grado de participación o de la relación entre investigadores y la población local. Entre estas clasificaciones se encuentran las realizadas por Biggs (1989): contractuales, consultivas, colaborativas y colegiadas (Tabla 1.2); Johnson *et al.* (2010): de participación funcional a participación que empodera; y Kindon (2008): cooptación, conformista, consultiva, cooperativa y de co-aprendizaje. En todos los casos, en un extremo del gradiente los investigadores diseñan y llevan adelante la investigación, con algo de involucramiento de algunas personas locales generalmente elegidas por los investigadores; en el otro extremo los investigadores y la población local comparten conocimiento, crean nueva capacidad de entendimiento del problema y trabajan en conjunto un plan de acción, compartiendo el poder y la toma de decisión de todo el proceso (Kindon, 2008), lo que por Balcazar (2003) es denominado como investigación acción participativa.

Tabla 1.2. Tipos de investigaciones participativas según su objetivo y relaciones de poder entre los investigadores y la población local (adaptado de Biggs, 1989).

Tipo	Objetivo de la investigación	Prioridad de la investigación	Interacción en el tiempo científicos/personas locales	Quién habla por las personas locales
Contractual	Científicos contratan personas locales para algún	Testeo de tecnologías, obtener resultados de interés de los	Variable	El investigador, las visiones de la población local no son enfatizadas

	servicio durante el trabajo de campo	investigadores		
Consultiva	Científicos consultan a población local sobre sus problemas, e intentan encontrarles soluciones	Testeo y adaptación de la investigación. Dar recomendaciones a la población local	Dependiente de la etapa de las actividades (diagnostico, diseño, desarrollo y monitoreo de la investigación)	Investigadores Representantes locales
Colaborativa	Científicos y población local colaboran como pares en el proceso de investigación	Aprender de la población local para guiar y adaptar la investigación. A través de encuentros en las etapas de la investigación y testeo de metodologías en conjunto	Continua, basado en un acuerdo entre investigadores y población local según circunstancias locales	Investigadores Representantes locales Todas las personas locales que participan de la investigación
Colegiada	Científicos trabajan para fortalecer la investigación "informal" que realiza la población local	Entender y fortalecer las investigaciones informales en conjunto	Continua, basado en un acuerdo entre investigadores y población local según circunstancias locales	Población local

Las investigaciones acción participativas (IAP) consideran a los participantes como actores sociales con voz propia, habilidad para decidir, reflexionar y capacidad para participar activamente en el proceso de investigación y cambio (Selener, 1997), "tiene fe en las personas y en su capacidad para participar en el proceso de investigación" (Balcazar, 2003; p. 67). El objetivo último de la IAP es la transformación de la realidad social de los participantes, a través de la redistribución del poder. Busca solucionar problemas concretos que un grupo enfrenta. La redistribución del poder se considera como cambios objetivos en las relaciones de poder y el acceso de los participantes a nuevas oportunidades y recursos importantes en sus vidas (Cornwall & Jewkes, 1995; Balcazar, 2003).

Balcazar (2003) define una taxonomía para clasificar aproximaciones de IAP, basado en tres componentes 1) el grado de control que la población local tiene sobre la investigación-acción; 2) el grado de colaboración en la toma de decisión que existe entre los investigadores y la población local; y 3) el nivel de compromiso de los participantes locales y los investigadores, tanto con la investigación en sí, como respecto al cambio social que quiere generar. Así este autor define niveles de IAP desde "no IAP" donde no existe ningún compromiso, ni control ni colaboración entre las partes; hasta un nivel "alto" donde el compromiso es total, con un alto sentido de propiedad del proceso de

investigación, con un importante liderazgo de todos los participantes en la investigación y donde la población local tiene total control sobre el proceso de investigación.

Por las características antes descritas, las investigaciones participativas y en particular la investigación acción participativa, se destacan como importantes estrategias para la generación de información de cara a una gestión ambiental participativa. Entre algunos de sus resultados positivos se destacan el aumento en la credibilidad en el proceso de gestión y en la ciencia que brinda información para dicha gestión, aumentando la transparencia de todo el proceso y por ende generando mayor confianza entre los actores clave que deben ser parte de dicha gestión ambiental conjunta. Proporciona un conocimiento y entendimiento bidireccional y mutuo (entre todos los actores involucrados), una mayor equidad del poder, la construcción de capacidades locales, y el empoderamiento de la sociedad (Cornwall & Jewkes, 1995; Wiber *et al.*, 2009), elementos esenciales para alcanzar un grado máximo de gestión ambiental como es la co-gestión (Chuenpagdee *et al.*, 2004).

En este contexto, esta tesis pretende contribuir a la pregunta ¿Qué factores promueven a que personas locales se involucren en una investigación participativa? Se espera con esto aportar a entender qué condiciones es necesario propiciar para involucrar a las poblaciones locales en la gestión ambiental del territorio, y en particular, en la gestión de áreas protegidas. Este capítulo aborda y analiza un proceso de investigación en el que se evaluó los impactos de plaguicidas en un área protegida y sobre actividades productivas locales que se desarrollan en el área protegida y su cuenca. Se analiza y caracteriza los factores que determinaron las diferencias en el involucramiento de los actores locales que participaron, tanto a nivel del proceso de investigación, como a nivel de las características personales de los participantes.

2. METODOLOGÍA

2.1 Área de estudio

El sitio Ramsar y Parque Nacional Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay (PNEFIRU) es un área protegida bajo la gestión del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (DINAMA-MVOTMA), con una cuenca de drenaje con suelos rurales de propiedad privada y donde actualmente se produce principalmente cultivos de secano, en particular trigo/soja, y forestación para pulpa de celulosa. Allí se ubican además las localidades urbanas de Nuevo Berlín al Sur y San Javier al Norte del Parque Nacional (Figura 1.2).



Figura 1.2. a) Localidad de Nuevo Berlín, muelle; b) Localidad de San Javier, casa histórica; c) pescador artesanal en Nuevo Berlín y d) apicultores en Nuevo Berlín.

En Nuevo Berlín viven aproximadamente 2.400 personas (Melendres, 2004), siendo la pesca artesanal, apicultura y caza de subsistencia importantes actividades realizadas por los pobladores. Éstas se realizan en mayor medida de modo informal y alternando entre dichas actividades según la época del año. Estacionalmente la temporada de mayor concentración de la actividad de pesca se da entre los meses de abril a octubre, mientras que la apícola se concentra entre los meses de noviembre a marzo. Estas actividades sustentan aproximadamente unas 300 familias, volviéndolas muy importante a nivel local (Santos, 2011).

A nivel de dinámicas asociativas según Santos (2011) en Nuevo Berlín existen procesos asociativos de gran dinamismo que tienen como agentes impulsores a la Sociedad de Fomento de Nuevo Berlín, la que nuclea muchos de los apicultores de esta localidad, y la Cooperativa de Pescadores de Nuevo Berlín (COPESNUBE), la que nucleaba aproximadamente nueve familias en el año 2010.

En la localidad de San Javier habitan 1.700 personas (Melendres, 2004), la actividad apícola también es muy importante, pero no así la pesca artesanal. La cría de ganado es

otra actividad que sustenta muchas familias complementando en general con otro trabajo, como ser asalariados rurales, empleados, y la propia apicultura, entre otras (Santos, 2011).

Como principales agrupación existe en San Javier la Fundación Roslik, organización no gubernamental de promoción social y comunitaria, donde funcionó desde el 2004 y hasta la creación de la Comisión Asesora Específica del Parque Nacional, el Comité Ramsar, denominado así ya que fue el grupo que impulsó la inclusión de los Esteros de Farrapos como uno Sitio Ramsar. Además, existe el grupo Esteros de Farrapos, que nuclea vecinos con el objetivo de promover la conservación y actividades ecoturísticas en el área protegida. Al momento de desarrollar esta tesis no existía en San Javier ninguna agrupación formal que nucleara productores apícolas.

2.2 Sistematización de la experiencia

La investigación participativa que se analiza, se desarrolló entre los años 2008 y 2010. Participaron pescadores y apicultores de las localidades de San Javier y Nuevo Berlín, e investigadores de Vida Silvestre Uruguay (VSUy), Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria – La Estancuela y Facultad de Ciencias, principalmente. El estudio analizó la presencia de plaguicidas en suelos, peces y apiarios en el PNEFIRU y su entorno, tanto en ambientes naturales como en zonas agrícolas y forestales. El diseño de la investigación, construcción de la pregunta de investigación, diseño de muestreo y toma de muestras, análisis y discusión de los resultados se realizó en conjunto entre los investigadores y los pobladores locales que participaron. Los métodos de muestreo y análisis de datos se describen en el capítulo 2 de esta tesis. Las etapas de todo el proceso de investigación se detalla más adelante en este capítulo (sección 3.1) como parte de los resultados de la sistematización del proceso.

Según Jara (1994, en Cano & Migliaro, 2009) la sistematización es una interpretación crítica de la experiencia realizada. Esta interpretación requiere un ordenamiento y reconstrucción del proceso vivido, que permita analizar los factores que han intervenido en dicho proceso, las relaciones entre sí y por qué se han dado esas relaciones. Es principalmente un aprendizaje de lecciones de la intervención y de sus impactos en los participantes, y una evaluación de la experiencia en el sentido de la producción de aprendizajes sobre el proceso (no en valor de los resultados en sí mismos; Cano & Migliaro, 2009).

Para la sistematización de esta experiencia se utilizaron todos los registros de las reuniones, talleres y actividades de campo, tanto por medios escritos, como audiovisuales y grabaciones de voz. Además, una vez finalizada la IP se realizaron dos talleres con los participantes locales donde se buscó reconstruir colectivamente el proceso de IP, tanto a nivel de las etapas sucedidas, como a nivel de cómo los actores evaluaron su participación en dichas etapas. Cabe destacar que no se evaluó la participación de los investigadores, sino que esta sistematización se concentró en la participación del proceso de investigación de pescadores artesanales y apicultores de ambas localidades.

2.2.1. Reconstrucción de las etapas del proceso de IP

La reconstrucción de la experiencia se realizó a través de la elaboración conjunta de una línea del tiempo, la que se usó como punto de partida para la evaluación del proceso y detección de algunos otros puntos de interés para la sistematización. Una vez re-

construido el proceso se realizaron entrevistas a un sub-grupo de nueve participantes, las que buscaron profundizar sobre las dimensiones a evaluar y aprender más sobre la experiencia realizada. Los entrevistados fueron participantes con diferente grado de involucramiento y tipo de participación, según lo ocho tipos de participación que se describen en la siguiente sección (Tabla 1.3).

2.2.2. Análisis del grado de participación de los actores locales en la IP

El proceso de la IP se sistematizó siguiendo tres ejes, en base a Balcazar (2003): 1) Grado de *control* de la población local sobre la investigación y las acciones que se sucedieron, 2) Grado de colaboración en la toma de *decisión* entre todos los actores involucrados y 3) Grado de *compromiso* y *apropiación* de la investigación y las acciones que se sucedieron

Para ello, se dedicaron preguntas específicas a estos tres ejes en las entrevistas realizadas, así como en los dos talleres realizados para la sistematización. Así se evaluó si los participantes locales se sintieron como socios igualitarios en el control de la IP, o que grado de control consideraron que tuvieron a lo largo de todas las etapas del proceso de investigación. También se incluyó preguntas sobre si consideraron tener control sobre los impactos de los resultados de la IP, incluyendo sobre a quién se comunicó estos resultados, acceso a la prensa, acceso a autoridades, entre otros.

Además se analizó si consideraron que hubo apertura al trabajo conjunto y la colaboración entre los diferentes actores locales que tomaron parte de la IP, y de los investigadores con éstos, si consideraron que lideraron alguna etapa de la investigación, y si las decisiones se tomaron en conjunto. Por último, se evaluó su grado de compromiso y apropiación de la IP y su percepción sobre el grado de compromiso y apropiación por parte de la población local de Nuevo Berlín y San Javier en general. Se les consultó si sintieron que hubo compromiso de todos, trabajando a la par, si consideran estos resultados como propios, si los han utilizado más allá de las actividades previstas en la IP, y si otros colegas que no participaron de la IP confían y han utilizado estos resultados.

2.2.3 Análisis de los tipos de participantes

A partir del universo de participantes locales se analizaron los factores que podrían estar explicando los diferentes tipos de participación que tuvieron. Para ello se definió el universo de participantes como los pescadores y apicultores que tomaron parte en alguna instancia de la investigación, excluyendo aquellos encuentros masivos con amplia convocatoria cuyo objetivo principal era divulgar los resultados y ser informativa del proceso. De esta forma lo que se buscó analizar son factores que hicieron que las personas participaran y no los que hicieron que otros no participaran.

Para el análisis de factores para la participación se realizó primero una tipificación del grado de involucramiento de los participantes en tres ejes: *asistencia* a los encuentros que se realizaron en la IP, grado de uso de los *resultados* y beneficios que el propio *proceso* generó en el poblador local. Estos ejes surgen de la sistematización realizada.

- **Asistencia** se definió como el número de reuniones y actividades de la IP a los que los participantes concurren, considerando *alta* asistencia cuando el participante estuvo en la mitad o más de las actividades de la IP; y *baja* asistencia cuando participó en menos de la mitad de las actividades.

- **Resultados** se definió como *si usó los resultados o no usó los resultados*, midiéndose como si los resultados fueron utilizados en reuniones con autoridades del sector al que pertenecen, en notas de prensa o si compartieron estos resultados con otros grupos de productores del sector, entre otros.
- **Proceso** se definió como si el proceso de la IP *los benefició o no los benefició* localmente, en términos de si ampliaron sus redes sociales (por ejemplo acceso a la prensa local, acceso al liceo) a pesar de que los resultados no hayan sido utilizados por los participantes.

Así se definieron ocho tipos de participantes, en los que se ubicó al universo de actores que tomaron parte de esta IP (Tabla 1.3). Una vez hecho esto, se analizaron los factores que podrían estar explicando que los participantes se ubicaran en alguna de estas categorías.

Tabla 1.3. Ocho tipos de participantes definidos en esta tesis.

Proceso		Se benefició		No se benefició	
		Los usó	No los usó	Los usó	No los usó
Resultados		Los usó	No los usó	Los usó	No los usó
Asistencia	Alta	Tipo 1 Asistencia alta, usó los resultados y se benefició del proceso	Tipo 2 Asistencia alta, no usó los resultados y se benefició del proceso	Tipo 3 Asistencia alta, usó los resultados y no se benefició del proceso	Tipo 4 Asistencia alta, no usó los resultados y no se benefició del proceso
	Baja	Tipo 5 Asistencia baja, usó los resultados y se benefició del proceso	Tipo 6 Asistencia baja, no usó los resultados y se benefició del proceso	Tipo 7 Asistencia baja, usó los resultados y no se benefició del proceso	Tipo 8 Asistencia baja, no usó los resultados y no se benefició del proceso

Para determinar esos factores se tomaron aquellos previamente reportados por otros autores (Delgado & Mariscal, 2004; Santandreu, 2007; Jones *et al.*, 2012) y se agregaron otros que surgieron de la propia sistematización de este proceso. En total se identificaron ocho factores como potencialmente relevantes:

1.- Edad.

2.- Nivel educativo. Definido en base al sistema formal de enseñanza, considerando si finalizó la escuela, ciclo básico, bachillerato o si realizó algún estudio terciario (incluyendo participantes que aunque no hayan finalizado, avanzaron en algún año de formación terciaria).

3.- Nivel socioeconómico. Definido en tres niveles según Narotsky (2004) y Luxemburgo (2007): *reproducción simple impedida*, entendido como aquel nivel socio-económico donde el participante vende su fuerza de trabajo para generar ingresos, que complementan los

ingresos que genera con su producción; *reproducción simple*, entendida como aquel nivel donde el participante genera ingresos con su producción suficientes para vivir; y *reproducción ampliada*, entendida como aquel nivel donde el participante contrata fuerza de trabajo de terceros, tomando esto como indicador de su capacidad de acumular capital con su producción.

4.- Agrupamiento. Medido como si el participante pertenecía formalmente a algún colectivo cuyo fin fuera generar mejoras en su actividad productiva mediante el trabajo conjunto.

5.- Conocimiento sobre sus derechos respecto a las aplicaciones de plaguicidas. Medido como alto, medio y bajo, según si manifestaron conocer cómo denunciar, dónde denunciar, o si han estudiado o tiene personas cercanas con conocimientos legales.

6.- Grado de afectación por la problemática. Medido como si el participante sufrió algún evento de mortandad de colmenas para el caso de apicultores, o si considera que las mortandades de peces afectan su pesca, para el caso de los pescadores.

7.- Grado de expectativa del impacto de los resultados en mejoras de su producción en el corto plazo. Medido como impacto alto, medio y bajo, según si a comienzos del proceso el participante esperaba un cambio positivo en su actividad en el corto plazo como consecuencia de su participación en la IP.

8.- Curiosidad de la persona por el tema. Medido como alto, medio y bajo, según la propia percepción de los participantes, a partir de lo manifestado en las entrevistas.

2.2.3.1 Análisis estadísticos

Se utilizaron árboles de clasificación (CARTs; De'ath & Fabricius, 2000) para analizar los factores que mejor permiten clasificar a los diferentes tipos de participantes que hubo en esta investigación. Para analizar la importancia relativa de cada factor en esa clasificación se generaron 1000 árboles aleatorios (*Randomforest*) cada uno con un subset aleatorio de variables, estimando el peso relativo de cada factor como el valor promedio de cada factor luego de realizar estas repeticiones (Cutler *et al.*, 2007). En ambos casos se utilizó el índice de Gini para el cálculo de la Impureza (*Impurity*) de los grupos clasificados en cada división del árbol. Los análisis se hicieron utilizando el programa R.

La ventaja de ambos análisis es que los datos no necesitan cumplir con asunciones estadísticas que son necesarios para otras técnicas estadísticas de clasificación. Además, estos métodos pueden ser utilizados con tamaño de muestras reducidos comparado con el número de variables explicativas (como es el caso de esta tesis, donde se tiene 21 casos y 8 variables explicativas), con interacciones complejas entre las variables, y con variables explicativas altamente correlacionadas (De'ath & Fabricius, 2000; Cutler *et al.*, 2007).

3. RESULTADOS

La IP permitió evaluar alguno de los impactos que generan los plaguicidas utilizados en la producción de soja y forestal que se desarrolla en la cuenca del PNEFIRU, sobre las producciones locales pesca artesanal y apicultura, y sobre el área protegida en sí. Los principales resultados sobre presencia e impactos de plaguicidas en el área protegida y sobre las producciones locales se detallan y discuten en el capítulo 2 de esta tesis.

3.1 Reconstrucción de las etapas de la investigación participativa

3.1.1 Construcción de la propuesta de trabajo y convocatoria

El primer acercamiento al área de trabajo, tanto al área protegida en sí, como a las localidades de Nuevo Berlín y San Javier, surge a partir del desarrollo de un diagnóstico socio-ambiental por parte de VSUy en 2007-2008. En esa instancia se tomó contacto con la preocupación local respecto a los posibles impactos que las crecientes aplicaciones de plaguicidas podrían estar causando sobre el ambiente y el área protegida en particular, pero sobre todo en producciones locales como apicultura y pesca. Los pobladores locales afirmaban observar con frecuencia, sobre todo en verano, eventos de mortandades masivas de peces y abejas (Rodríguez *et al.*, 2008), sin obtener respuesta por parte de las autoridades en los casos que estos eventos fueron denunciados.

A partir de esta preocupación se redactó una propuesta en conjunto entre la Sociedad de Fomento de Nuevo Berlín, COPESNUBE y VSUy, con el objeto de contar con fondos para investigar de manera general impactos de plaguicidas en el PNEFIRU, y en particular en la apicultura y pesca artesanal local. La propuesta fue pensada con aportes y compromisos de ejecución de las tres organizaciones. Una vez aprobado el proyecto “Red de monitores sociales para cuantificar el impacto ambiental de cultivos de soja y forestal en la cuenca del Sitio Ramsar Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay”, en febrero de 2009 se comenzó a trabajar entre las tres organizaciones para comunicar los objetivos de la propuesta a los socios de la Sociedad de Fomento y COPESNUBE, y ampliar la comunicación de la propuesta a autoridades locales, otras agrupaciones de apicultores y población en general. En esta instancia se amplió la propuesta a la localidad de San Javier y los liceos de Nuevo Berlín y San Javier, los que fueron identificados en ambas localidades como importantes centros aglutinadores de las actividades que se generan en la zona.

La convocatoria fue realizada por envío de invitaciones a los liceos, socios de la agrupaciones mencionadas en la sección “Área de estudio”, autoridades locales (Juntas Locales de San Javier y Nuevo Berlín) y prensa local (radio y TV cable local). A su vez, se mantuvieron reuniones con las distintas agrupaciones mencionadas para explicar la propuesta y analizar mejores formas de reunir a los interesados. Se acordó que la IP trabajara en redes locales ya establecidas, con el fin de consolidar esas redes y no crear nuevas vinculaciones que pudieran competir con estos canales ya reconocidos por los pobladores locales.

Por último, se acordó entre las diferentes organizaciones convocantes otras instituciones y técnicos a ser invitados a sumarse a la IP de manera de aportar con sus conocimientos al proceso. Finalmente se integraron al proyecto investigadores del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA)-La Estanzuela y Facultad de Ciencias (UDELAR)

durante todo el proceso; y se contó con el apoyo más puntual de otras instituciones como la Intendencia de Río Negro, Dirección Nacional de Medio Ambiente, Facultad de Química (UDELAR) y la Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU).

Una vez formado el equipo de trabajo se convocó a una primera reunión con apicultores y otra con pescadores; de carácter abierta y con la meta principal de dar a conocer la propuesta y discutir sobre el incremento del uso de plaguicidas en la zona. Estos talleres tuvieron también como objetivo acercar a los diferentes actores y comenzar a planificar las primeras líneas de trabajo: ¿Qué queremos saber? ¿Cómo podemos trabajar en conjunto para arrojar luz a esta problemática?

Fue importante trabajar sobre el alcance y posibilidad de logros con la propuesta, para que no se generaran falsas expectativas, y que cada participante supiera a qué se estaba comprometiendo. Desde el comienzo se abordó la temática de investigar “impactos del uso de plaguicidas” desde una perspectiva de “somos agentes de cambio” y no “somos las víctimas de este problema”, lo que generó un buen clima de trabajo y actitudes comprometidas durante todo el proceso.

3.1.2 Diseño, colecta de muestras y análisis de resultados

A partir de los objetivos en común, apicultores, pescadores y técnicos trabajaron en definir las metodologías a utilizar y la colecta de datos. También se trabajó en elaborar un acuerdo que asegurara un muestreo articulado entre todos los participantes para permitir alcanzar mejores resultados. Para esto fue relevante acordar en los talleres pautas comunes del monitoreo, utilizando métodos sencillos, alcanzables por todos y con compromiso real de las partes involucradas (frecuencia en la colecta de muestras, cómo registrar los datos y coleccionar las muestras). El Capítulo 2 describe los detalles técnicos sobre las metodologías utilizadas.

La etapa de colecta de muestras fue planificada en conjunto, tanto las fechas de muestreo como los sitios, pretendiendo relevar lo mejor posible la cuenca de estudio y el área protegida. Se acordó que tanto para apicultura como para pesca los muestreos se realizaran durante los meses del cultivo de soja (octubre a marzo), dado que coincide para el caso de la apicultura con la época de mayor actividad de las colmenas, y además porque la forestación es un cultivo constante durante varios años, no siendo relevante el período del año que se coleccionen las muestras. Del total de 16 apicultores participantes se eligió a ocho que tenían colmenas separadas en toda la zona de estudio, para colocar trampas de abejas y hacer conteos mensuales de mortalidad.

En el caso de los pescadores se decidió trabajar con el liceo de Nuevo Berlín, en particular con los grupos de tercero y quinto biológico, dado que además de los impactos de los plaguicidas sobre los peces, los pescadores identificaron una ausencia de preocupación desde la localidad hacia sus problemáticas, y trabajar junto con el liceo podría acercar a los estudiantes a su labor. Junto con los pescadores, investigadores de Facultad de Ciencias, estudiantes y profesores se acordó la información a registrar en los eventos de pesca. La información fue coleccionada por los pescadores, pero la registraron los estudiantes. La extracción de muestras de los peces capturados cotidianamente por los pescadores se realizó en el laboratorio del liceo. La información diaria de los eventos de pesca se utilizó para fines didácticos pero no fue incluida en esta investigación.

Durante el período de colecta de muestras se realizaron encuentros entre los participantes para analizar el desarrollo de las actividades, compartir experiencias e incorporar mejoras si fuera necesario. Sobre todo, se fue aportando a una discusión constante de los resultados que se iban encontrando, lo que iba motivando a los participantes a ver cómo sus datos junto a los de sus compañeros conformaban piezas esenciales para el éxito de la investigación. A su vez, esta práctica tenía el objetivo de incorporar y mantener la grupalidad con aquellos productores que no estaban colectando información, pero eran parte de la IP. También se fueron comunicando los avances de la IP y resultados que iban surgiendo a la prensa local, liceo de Nuevo Berlín y autoridades locales de San Javier y Nuevo Berlín.

Para el análisis final de resultados, una vez que se contó con toda la información que se había acordado colectar (abril de 2010), se realizaron dos encuentros, uno con apicultores y otro con pescadores, en la localidad de Nuevo Berlín. En ambos casos todos los participantes fueron invitados, dado que la finalidad principal era integrar los resultados de pesca y de apicultura en una evaluación más amplia de los impactos de los plaguicidas sobre la zona. Esto fue favorecido por el hecho de que algunos apicultores también eran pescadores. La discusión de los resultados se realizó de manera abierta y colectiva, buscando que participantes locales y técnicos aportaran al análisis y discusión. Esto logró un análisis más integral de los datos obtenidos, basado en un conocimiento local de los participantes de la IP y un reconocimiento de éstos por los conocimientos técnicos.

3.1.3 Uso de resultados y acciones derivadas de la IP

Durante la etapa de discusión de resultados, también se decidió qué acciones realizar con estos resultados, a quiénes comunicar lo encontrado por esta investigación, qué reuniones en cada sector (pesca y apicultura) promover. Estas decisiones fueron tomadas en conjunto, entre participantes locales y técnicos, priorizando la decisión de las personas locales, dado que esta etapa de generar acciones busca transformar su realidad, y como técnicos se optó por solo sugerir ideas. Así se realizaron, hasta el cierre del proyecto, tres encuentros de apicultura donde en base a los resultados de la IP, se discutieron acciones con autoridades locales y nacionales, y agrupaciones de apicultores de otras localidades en el Litoral Oeste de Uruguay. Para el caso de pescadores, no se generó ninguna reunión específica, sino que los resultados fueron compartidos por los participantes en la Federativa de cooperativas de pescadores de Uruguay, que se reúne con cierta frecuencia.

Tanto para los resultados de apicultura como los de pesca, se decidió de forma conjunta presentar los resultados en un cierre formal del proyecto que generó estos resultados. Esta actividad se organizó junto con el Liceo de Nuevo Berlín, buscando la mayor comunicación de los resultados a nivel local. En esta instancia se invitó a diversas autoridades del medio local y nacional, con el fin de que se comunicara y vinculara a los resultados con las autoridades que entre otras cosas, deben dar respuesta en caso de continuar constatando impactos de plaguicidas (por ejemplo, frente a casos de mortandades masivas de pesca y colmenas). Esta instancia final también permitió que los datos se comunicaran a la prensa, decisión tomada también en conjunto.

A continuación se presenta la línea del tiempo reconstruida en la sistematización, resumiendo los grandes momentos de la IP y las actividades específicas que incluyó cada una de esas etapas (Figura 1.3).

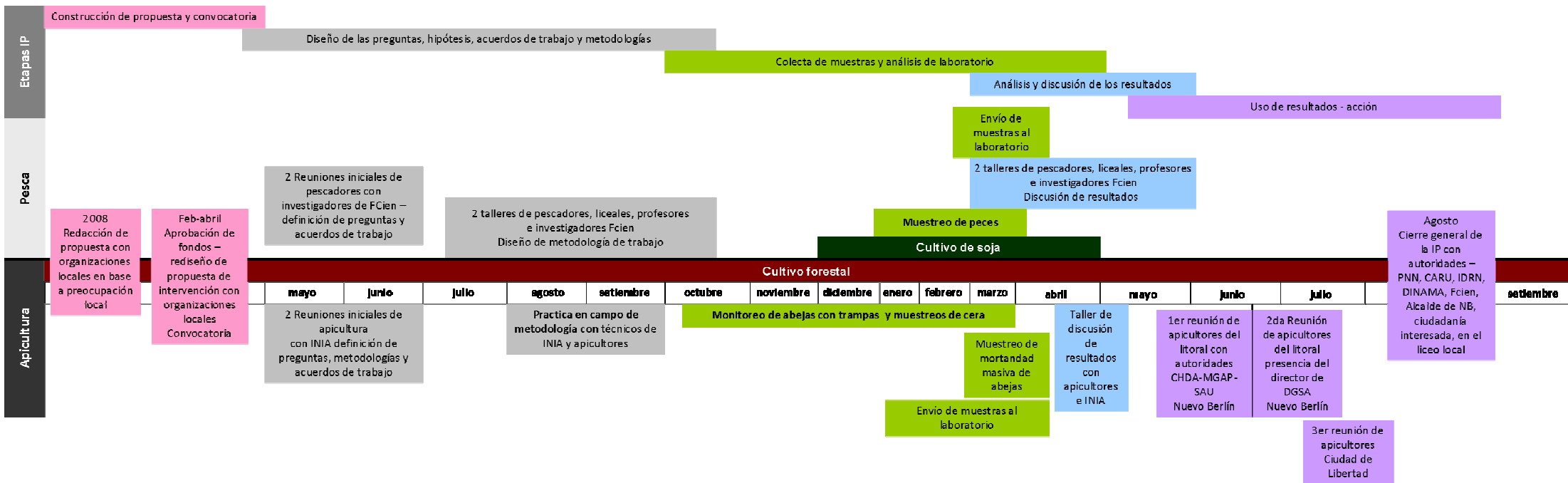


Figura 1.3. Etapas y actividades de la IP que se recrearon en el proceso de sistematización realizado. Se indica los períodos de los cultivos forestales y soja en el año. Abreviaturas: INIA: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Fcién: Facultad de Ciencias (UDELAR), CHDA: Comisión Honoraria de Desarrollo Apícola, SAU: Sociedad Apícola del Uruguay, DGSA: Dirección General de Servicios Agrícolas. Las fotos en la figura corresponden a registros de algunas de las actividades mencionadas en la figura: a) segunda reunión con pescadores e investigadores para definir metodología de trabajo, b) taller a campo con apicultores para probar las trampas *underbasket* junto al técnico de INIA-La Estancuela, c) colecta de muestra de peces en el liceo de Nuevo Berlín, d) primer encuentro de apicultores del litoral – Nuevo Berlín y e) presentación por estudiantes del liceo en el cierre general de la IP, en el Liceo de Nuevo Berlín.

3.2 Grado de participación de los actores en la IP

Los actores locales tuvieron un grado de control igualitario o incluso en algunas etapas lideraron la IP, fueron investigadores activos durante el proceso y no meros colaboradores, y con alto sentido de propiedad del proceso de investigación. De esta forma la IP se clasifica como de nivel alto. A continuación se muestra y analiza para cada eje parte de la sistematización realizada, incluyendo todos los fragmentos de las entrevistas que dan cuenta de los ejes mencionados.

3.2.1 Grado de **control** de la población local sobre la investigación y las acciones que se sucedieron

Los participantes evaluaron que los temas a investigar fueron discutidos por todos y el uso posterior de los resultados, incluyendo reuniones con autoridades y prensa fueron decididas en conjunto. En cambio, las metodologías utilizadas y análisis de muestras fueron principalmente propuestos y decididos por los técnicos (Recuadro 1.2).

Recuadro 1.2

“Siempre había espacio para el debate y qué podíamos hacer para investigar, pero ustedes (equipo técnico de Vida Silvestre) eran las que sabían entonces le dábamos pa’ delante” (participante 17)

“En el arranque nos pusimos de acuerdo en qué es lo que queríamos investigar. Después ustedes instrumentaron la mecánica, lo que es correcto, porque eso les toca a los técnicos...” (participante 11).

Los impactos de los resultados sobre las producciones fueron diferentes a nivel de la producción apícola que de la pesca artesanal. Entre los apicultores ninguno consideró que haya habido algún impacto negativo de esta experiencia para su producción, sino que fue un proceso que contribuyó a la solución de la problemática del impacto de plaguicidas. Sin embargo, para los pescadores la publicación de los resultados de esta investigación pudo tener impactos negativos, sobre todo a nivel de venta de pescado a nivel local por lo que podría significar su consumo (peces contaminados) a nivel de salud humana (Recuadro 1.3).

Recuadro 1.3

“Al pescador le complicó un poco, porque la difusión sonó un poco fuerte por parte de la prensa. Los compradores sospechaban de contaminantes y no compraban. Además, los resultados se politizaron un poco, en una batalla política y no por el tema de los plaguicidas en el ambiente y salud” (participante 17).

“En algún momento sí tuvimos problemas con las ventas, pero fue muy pasajero, en el momento que salieron los resultados. Nosotros directamente tuvimos que volver a crear la cultura, si bien el mercado interno no es mucho, igual hubo que hablar con la gente directamente, para informarlos bien, con el tema de los impactos posibles que pueden generar esos contaminantes” (participante 19).

3.2.2 Grado de **colaboración** en la toma de decisión

Frente a la pregunta de si las decisiones de todo el proceso de IP se tomaron de manera compartida, se describió por los participantes como en conjunto, tanto en las actividades de la IP como respecto a las acciones que derivaron de la investigación (Recuadro 1.4).

Recuadro 1.4

“Había espacios para dialogar incluso para compartir los resultados con los colegas” (participante 7).

“...siempre había instancias de diálogo... En lo que hubo que haber participación, se dieron los espacios y hubo” (participante 11).

“Sí, estuvimos de acuerdo en todo. Y sentí que todo los compañeros tiramos para el mismo lado” (participante 13).

3.2.3 Grado de **compromiso** y **apropiación** de la investigación y las acciones que se sucedieron

En este punto también hubo diferencias entre los apicultores y pescadores, dado el tipo de preguntas que se plantearon para responder con esta IP y el impacto directo de los resultados sobre ambas producciones. La propuesta de investigación para el caso de la producción apícola buscó responder la pregunta ¿los plaguicidas están matando las abejas y afectando la productividad de las colmenas? Por el contrario en el caso de la pesca las preguntas que se abordaron estaban orientadas a conocer si los plaguicidas impactaban los peces a nivel crónico (peces vivos con contaminantes) y a nivel agudo (mortandades de peces producto de una elevada concentración de plaguicidas en los cuerpos de agua), y no tanto a generar un impacto directo en su producción en el corto plazo. Como mencionó un pescador **“queríamos saber donde estábamos parados”** respecto a la intensificación del uso de plaguicidas y su posible relación con las mortandades de peces que veían. **“Si los peces se están muriendo por las fumigaciones, a la larga eso va a afectar nuestra producción, porque va a faltar el recurso”**. De todos modos, hubo confianza en los

resultados y una importante valoración de la IP como proceso válido para abordar el tema que les permitió posicionarse mejor localmente (beneficiarse del proceso), en el sentido que el pueblo de Nuevo Berlín conoció más de cerca las problemáticas del pescador artesanal, tuvieron acceso al liceo, a trabajar con estudiantes y profesores, y a la prensa local y nacional (Recuadro 1.5).

Recuadro 1.5

“Está bueno ser parte. A mi me gusta saber como se hace todo y que tan real es, ahora que viene todo tan trucho... Confianza en la investigación. Yo estaba y sé que se hizo de tal manera. Muchos dicen que las muestras de peces que yo les mandé eran truchas y yo sé que no es que sacamos justo en la cañada contaminada, fue al azar, de lo que yo pesco normalmente en el Río Uruguay” (participante 17)

“La participación, el modo me pareció bárbaro. Este tipo de investigación es motivador, estábamos cerca (respecto al pueblo, al liceo y a los técnicos)” (participante 19).

En el caso de la apicultura, hubo resultados contundentes y directamente relacionados a la problemática, los que dieron argumentos a favor de sus reclamos, siendo los primeros resultados que vinculaban mortandades de abejas con plaguicidas utilizados en los cultivos aledaños. Todos los participantes y otros apicultores que no participaron se apropiaron de los resultados y los usaron para generar acciones políticas que buscaron cambiar la realidad de su producción (Recuadro 1.6).

Recuadro 1.6

“Hubo responsabilidad en el compromiso, el que dijo que ponía trampas la puso y hubo colegas que sí lo hicieron, y aportaron al colectivo” (participante 11).

“Los hablamos con naturalidad. Sabemos que estos resultados son ciertos. Más en reuniones entre apicultores. El aporte técnico siempre es importante. Hacerlo junto nos dio mayor credibilidad en los resultados y fue importante que intercambiáramos entre apicultores y técnicos” (participante 11).

“Estos ya son los resultados de (Nuevo) Berlín” (participante 13)

“En este caso (respecto a la IP) no hubo desconfianza como con otros proyectos. Porque era una propuesta de investigación que nos proponían, donde nosotros nos uníamos y aportábamos. Y todavía después salió redondita porque vino con resultados interesantes” (participante 7).

“Igual todo el mundo está conciente y movilizado de que ahora sabemos quien es que nos mata las abejas. Sabemos quienes son los enemigos, porque los tóxicos sí afectan” (participante 11).

3.3 Tipos de participantes

Los actores locales que finalmente formaron parte de la investigación fueron los pescadores de la COPESNUBE, un pescador no asociado y apicultores agrupados y no agrupados de Nuevo Berlín y San Javier. Algunos de estos participantes realizan ambas actividades productivas, combinando sus ingresos entre la producción pesquera y apícola. En total 21 personas participaron de la IP de manera diferencial según su grado de asistencia, uso de los resultados y beneficios que obtuvieron del proceso. En los talleres iniciales (discusión de las preguntas de la investigación y definición de la metodología inicial) y finales (discusión de los resultados y encuentros con fines de acción política) la mayoría de los participantes se reunieron y participaron activamente de las reuniones de trabajo. Sin embargo, la asistencia durante las etapas de colecta de muestras y análisis primarios de resultados, fue menor, notándose que el resto de los interesados daban seguimiento a la IP a través de la asistencia de sus compañeros (Recuadro 1.1). La tabla 1.4 muestra las características de cada uno de los 21 participantes según los factores que podrían estar explicando los tipos de participantes que se describen en esta tesis.

Recuadro 1.1

“Se logró unir a un lote que en la vida se iban a juntar” (participante 13).

“Incluso otros que quedaron por ahí, de afuera, pero empujando el carro” (participante 17).

“Se mantuvo el grupo hasta el final, e incluso al exponer las conclusiones de la investigación. Eso fue muy destacable. Cabe decir que los que quedaron participando no fueron tan pocos, para la cantidad de gente que le podía interesar y que podía estar dispuesta a participar del programa. Siendo con lo que es la idiosincrasia criolla. No quedaron pocos participantes, comparados con otros casos que podían quedar tres valientes” (participante 11).

En el caso de los pescadores los participantes fueron personas de entre 30 a 65 años, en la mayoría de los casos con una reproducción social simple impedida y con nivel educativo bajo, siendo que la mayoría de ellos solo terminaron la escuela. Además, tenían un bajo conocimiento sobre sus derechos respecto al uso de plaguicidas y sobre los procedimientos de denuncia.

Salvo en uno de los casos, fueron pescadores agrupados en la COPESNUBE, no afectados directamente por la problemática, aunque con un interés en conocer “**donde estaban parados**” respecto al impacto de plaguicidas en la zona, y en particular en los casos de mortandades de peces que observaban. En la mayoría de los casos tuvieron una baja expectativa del impacto en el corto plazo de los resultados que se derivaran de la IP sobre su producción y un grado de curiosidad variable.

Tabla 1.4. Niveles de cada factor para los 21 participantes que tomaron parte en el proceso de IP. T de P corresponde a Tipo de participante

Participante	T de P	1. Edad	2. Educación	3. Nivel socio-económico	4. Agrupado	5. Conocimiento de sus derechos	6. Afectación por la problemática	7. Impacto de los resultados	8. Curiosidad
1 - Apicultor	1	30-40	Bachillerato	Ampliada	Si	Alto	Si	Alto	Alto
2 - Apicultor y pescador	1	50-60	Escuela	Simple	Si	Medio	Si	Alto	Medio
3 - Apicultor	1	30-40	Bachillerato	Simple	Si	Alto	Si	Medio	Alto
4 - Apicultor	7	30-40	Terciario	Ampliada	Si	Alto	Si	Bajo	Medio
5 - Apicultor y pescador	2	40-50	Ciclo básico	Simple	Si	Bajo	No	Bajo	Medio
6 - Apicultor	1	40-50	Bachillerato	Simple	No	Medio	No	Bajo	Alto
7 - Apicultor	1	50-60	Terciario	Ampliada	No	Alto	No	Bajo	Alto
8 - Apicultor	2	40-50	Ciclo básico	Ampliada	No	Bajo	No	Bajo	Alto
9 - Apicultor	8	40-50	Bachillerato	Simple	No	Bajo	Si	Bajo	Bajo
10 - Apicultor	1	40-50	Bachillerato	Simple	Si	Alto	Si	Alto	Alto
11 - Apicultor	3	40-50	Terciario	Ampliada	Si	Alto	Si	Alto	Bajo
12 - Apicultor	3	30-40	Bachillerato	Ampliada	Si	Alto	No	Bajo	Bajo
13 - Apicultor	7	40-50	Bachillerato	Ampliada	Si	Alto	Si	Alto	Medio
14 - Apicultor y pescador	7	50-60	Ciclo básico	Simple	Si	Bajo	Si	Bajo	Bajo
15 - Apicultor	8	60+	Escuela	Simple	No	Medio	Si	Bajo	Bajo
16- Pescador	8	60+	Escuela	Simple impedida	Si	Bajo	No	Bajo	Bajo
17 - Apicultor y pescador	1	30-40	Bachillerato	Simple	Si	Alto	Si	Bajo	Alto
18 - Pescador	2	40-50	Escuela	Simple impedida	Si	Bajo	No	Bajo	Medio
19 - Pescador	2	40-50	Escuela	Simple impedida	Si	Alto	Si	Medio	Medio
20 - Pescador	8	60+	Escuela	Simple impedida	Si	Bajo	No	Bajo	Bajo
21 - Apicultor y pescador	8	40-50	Escuela	Simple impedida	Si	Bajo	No	Bajo	Bajo

Los apicultores participantes tuvieron edades entre 30 y más de 70 años, incluyendo desde pequeños apicultores con pocas colmenas (menos de 40 colmenas) a apicultores con más de 1000 colmenas en diferentes predios que arriendan, con una reproducción desde simple impedida a ampliada. El nivel educativo varió entre apicultores que no habían terminado la escuela hasta otros con formación terciaria, con un grado de conocimiento variable de sus derechos respecto a los impactos de los plaguicidas en su producción.

Respecto a la afectación por la problemática de los impactos del uso de plaguicidas, más de la mitad de los participantes habían sufrido mortandades masivas en sus apiarios. También participaron otros que no habían sufrido mortandades, llegando incluso a haber participación de apicultores cuyas colmenas estaban lejos de la problemática. Las expectativas sobre el impacto de los resultados en el corto plazo fueron en su mayoría bajas, aunque valoraron en esta IP una oportunidad más de tener evidencias sobre la problemática. El grado de curiosidad por investigar la problemática fue variable.

Finalmente, los apicultores de Nuevo Berlín estuvieron en la mayoría de los casos agrupados en la Sociedad de Fomento de Nuevo Berlín, cuyo principal foco de trabajo es la producción apícola. Los apicultores de San Javier no estuvieron agrupados a ninguna organización.

El número de participantes que se beneficiaron del proceso fue mayor respecto a los que no se beneficiaron, así como los que usaron los resultados, respecto a los que no usaron, y los participantes que tuvieron una asistencia alta fueron más que los que tuvieron una asistencia baja (Figura 1.4 a, b y c).

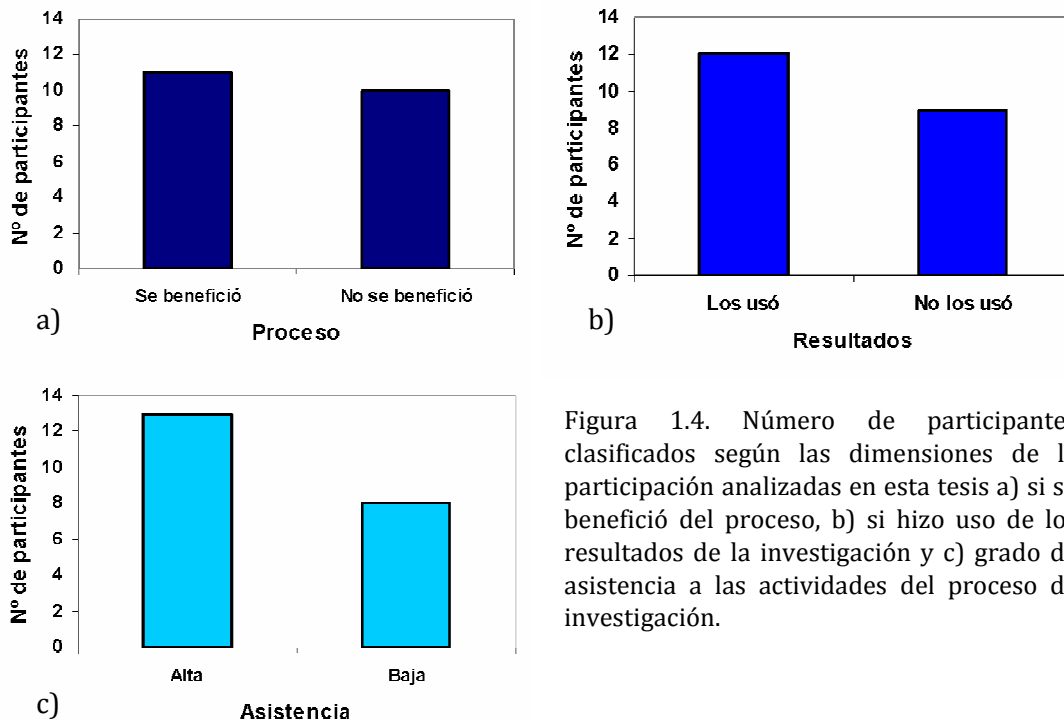


Figura 1.4. Número de participantes clasificados según las dimensiones de la participación analizadas en esta tesis a) si se benefició del proceso, b) si hizo uso de los resultados de la investigación y c) grado de asistencia a las actividades del proceso de investigación.

Los pescadores fueron participantes del tipo 1, 2 y 8, y los apicultores del tipo 1, 2, 3, 7 y 8, no habiendo ningún participante que haya sido del tipo 4, 5 o 6 (tabla 1.5).

Tabla 1.5. Número de participantes en cada tipo de participante definido, según las dimensiones: asistencia, resultados y proceso.

Proceso		Se benefició		No se benefició	
Resultados		Los usó	No los usó	Los usó	No los usó
Asistencia	Alta	Tipo 1 7	Tipo 2 4	Tipo 3 2	Tipo 4 0
	Baja	Tipo 5 0	Tipo 6 0	Tipo 7 3	Tipo 8 5

Los factores que mejor permitieron discriminar las personas locales en los 5 tipos de participantes fueron Curiosidad, Educación y Nivel socio-económico (Figura 1.5). El modelo explicó más del 85% de la varianza de los datos (error = 0.143), con un error de clasificación de 9,52 % (*model missclassification rate*), con solo 2 casos de 21 mal clasificados.

Los tipos de participante 1 fueron aquellos con alta curiosidad y nivel educativo de bachillerato-terciario, los tipo 2 aquellos con curiosidad alta-media y nivel educativo de ciclo básico-escuela, los tipo 3 aquellos con curiosidad baja y un nivel socio-económico de reproducción ampliada, los tipo 7 aquellos con curiosidad media y nivel educativo de bachillerato-terciario, y por último los tipo 8 aquellos con una curiosidad baja y nivel socio-económico de reproducción simple-simple impedida.

En cuanto al peso relativo de los factores analizados, los que tuvieron mayor peso fueron Curiosidad y Educación. Así mismo, los factores con menor peso fueron la Afectación por la problemática, Si estaban Agrupados y el Impacto esperado de la IP en el corto plazo sobre sus producciones (Figura 1.6).

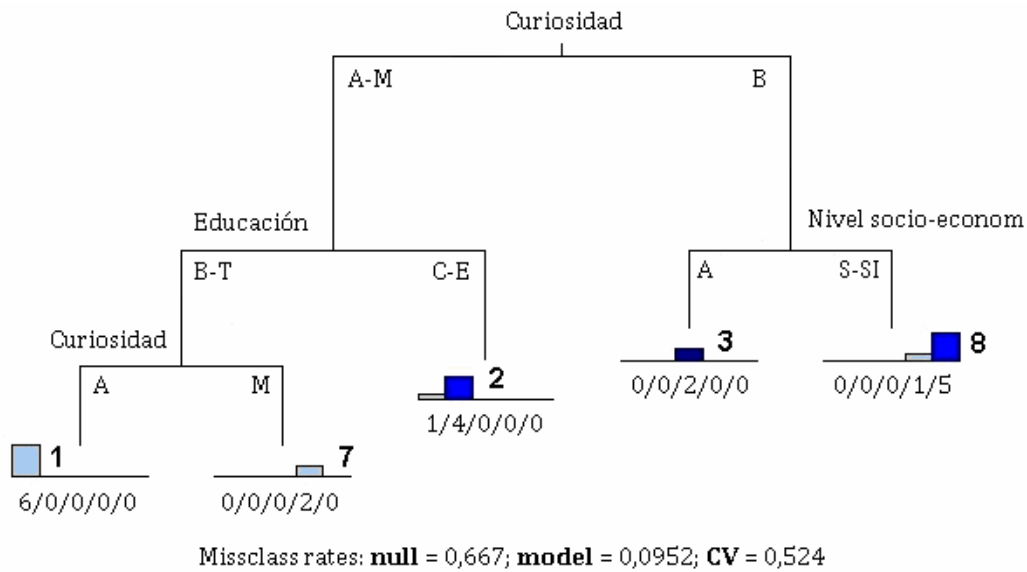


Figura 1.5. Clasificación de los tipos de participantes en función de los factores explicativos analizados. Los tres factores que clasifican los tipos de participantes se indican en las ramas: Curiosidad, Educación y Nivel Socio-económico. Cada una de las separaciones (nodos) es etiquetado con el nivel que toma cada factor que genera la separación Curiosidad (A= alta, M= media, B= baja), Educación (B= bachillerato, T= terciario, C= ciclo básico, E= escuela) y Nivel socio-económico (A= reproducción ampliada, S= reproducción simple, SI= reproducción simple impedida). Los tipos de participantes que clasifican cada rama terminal del árbol se indican (números en negritas) junto al histograma de los valores observados de cada tipo de participación (barras). *Missclass rate Model* corresponde a la tasa de la clasificación errónea de los casos en cada categoría del modelo generado (9,52%), *Missclass rate Null* corresponde a los casos mal clasificados de un modelo nulo generado al azar (66,7%) y *Missclass rate CV* a los casos mal clasificados por validación cruzada (52,4%). Estos dos últimos valores corresponden al grado de predictibilidad que tiene el modelo.

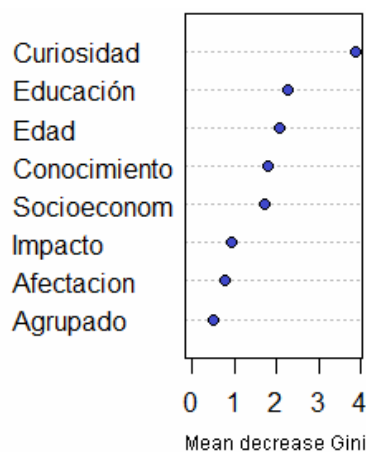


Figura 1.6. Importancia de los factores analizados en la clasificación de los tipos de participantes. Valores más altos de *Mean decrease in Gini* reflejan mayor peso de ese factor en la clasificación de los tipos de participantes.

4. DISCUSIÓN

En este capítulo se analizaron diferentes aspectos de la IP con el objetivo de analizar las condiciones que promovieron una participación de actores locales en esta investigación.

El tipo de investigación participativa (IP) desarrollada fue colegiada según la clasificación de Biggs (1989). Investigadores y población local formaron parte en todo el proceso, desde la elección y problematización del tema, hasta la ejecución de la investigación, discusión de los resultados, y acciones que de la IP se derivaron. Así mismo, se logró que los actores locales intervinieran no como meros informantes o asistentes en la colecta de muestras, se apropiaran del proceso científico y aportaran su propio conocimiento empírico sobre la problemática que se acordó resolver y los procesos productivos sobre los que se trabajó.

En los términos de Fals Borda (1981), esta IP se sostuvo a partir de la articulación entre lo que él llamó ciencia modesta y la técnica dialógica. *“La idea de que la ciencia puede avanzar hasta en las situaciones más modestas y primitivas y que, en efecto, en las condiciones populares encontradas la modestia en el manejo del aparato científico y en la concepción técnica es la única manera de realizar los trabajos necesarios, lo cual no quiere decir que, por modesta, esta ciencia sea de segunda clase, o carezca de ambiciones.”* (Fals Borda, 1981; p. 34).

Se reconoce en esta caracterización además algunas de las premisas que orientaron el trabajo de campo en las diferentes etapas de la investigación. En este tipo de procesos el investigador:

“a) debe descartar la arrogancia del letrado o del doctor, aprender a escuchar discursos concebidos en otras sintaxis culturales, y asumir la humildad de quien realmente desea aprender y descubrir; b) romper las relaciones asimétricas que se imponen generalmente entre entrevistador y entrevistado para explotar unilateralmente el conocimiento de éstos; y c) incorporar a las gentes de base como sujetos activos, pensantes y actuantes en su propia investigación.” (Fals Borda, 1981; p. 34).

4.1 Etapas de la investigación participativa y grado de participación de los actores locales

Esta investigación tuvo en cuenta etapas conjuntas entre actores locales y técnicos en la definición de las preguntas de investigación, armado de la convocatoria, metodología, colecta de datos, discusión de resultados y acciones derivadas de la IP. Estas etapas conjuntas son importantes para mantener la confianza en el proceso de investigación y para la apropiación de los resultados por parte de todos los actores involucrados, a mismo tiempo que se generan instancias de capacitación local que permiten que el proceso de IP se mantenga en el tiempo (Cornwall & Jewkes, 1995; Balcazar, 2003; Chuenpagdee *et al.*, 2004; Hampshire *et al.*, 2005; Wiber *et al.*, 2009).

En particular, fue importante para lograr una alta participación que el armado inicial de la propuesta y las etapas finales, de uso político de los resultados, fuera en conjunto entre personas locales y técnicos. Esta importancia radica en que se logra definir investigar sobre temas de relevancia local. Estas etapas, donde se toman decisiones políticas de qué investigar y qué se va a realizar con los resultados, son las etapas que Rodríguez-Brandão (1984) y Chuenpagdee *et al.* (2004) definen como cruciales para que efectivamente el proceso de investigación sea participativo.

Otro punto de relevancia para una alta participación fue la utilización de redes ya formadas localmente, evitando generar redes de relaciones entre actores locales en paralelo. Así, las redes locales se fortalecieron, tuvieron un objetivo común para el trabajo conjunto entre ellos y con técnicos, lo que permitió profundizar vínculos locales entre ellos. Además, fue importante abordar la IP desde una perspectiva “somos agentes de cambio” y no desde “somos víctimas de este problema”, lo que permitió que en todo momento visualizaran el proceso como una herramienta de generación de información de la problemática, y que los resultados se usaran en acciones políticas una vez finalizada la etapa de análisis de resultados (Balcazar, 2003).

Las diferencias en el impacto de los resultados (acciones que se derivaron del proceso de IP) entre apicultores y pescadores probablemente refleje por el tipo de información que se logró generar en cada caso. En los apicultores los resultados aportaron directamente a su problemáticas: “los plaguicidas matan abejas; los plaguicidas contribuyen a disminuir la producción de miel”. En el caso de los pescadores los resultados no permitieron relacionar directamente los impactos de plaguicidas con una disminución en su pesca, y podrían haber significado un problema en su venta de pescado.

4.2 Tipos de participantes

De los ocho tipos de participantes que se definieron en esta tesis, sólo se registraron cinco tipos. La propia asistencia a las actividades que previó la IP permitió que los participantes se apropiaran y usaran los resultados, se beneficiaran del proceso, o ambas cosas (tipos de participación 1, 2 y 3). Por el contrario, la no asistencia condujo a que el proceso no generara ningún beneficio para el participante, hayan o no usado los resultados (tipos de participación 7 y 8), sea porque el participante ya contaba con una amplia red social y este proceso no le generó ningún beneficio (ejemplo de participantes del tipo 7) o porque el beneficio que obtuvieron surge de la participación en sí, y no de los resultados que se obtuvieron.

La ampliación de su red social, acceso al liceo y prensa local, se logró a través de la propia asistencia a las etapas de la IP, al hacer presencia y participar en los talleres, u otras actividades en conjunto con los técnicos. Este fue el caso principalmente de los pescadores, grupo con una menor red social. Según Merklen (2005) “La participación comunitaria –en la vida política, social y cultural del asentamiento- es una forma de construir un mundo de significados culturales y de relaciones sociales –la radio, la asociación o la escuela, por ejemplo- que les permita una mejor experiencia de la vida en la ciudad a partir de una mejor integración a la sociedad”. La oportunidad de participar de la IP, independiente al resultado, les permitió incrementar sus vínculos locales y nacionales, aunque no visualizaran inicialmente los beneficios inmediatos de dicha participación.

La baja asistencia no tuvo una explicación común en los diferentes participantes, y puede responder a diversos factores: falta de interés, falta de tiempo, ausencia de confianza en la IP, entre otros. En las palabras de un participante **“siempre están los escépticos y también aquellos que no pudieron seguir...”**

Es interesante notar que los tipos de participantes 7, a pesar de tener una baja asistencia, se apropiaron y usaron los resultados. Esto fue mencionado por algunos participantes como **“confianza en el proceso por todos (los que tomaron parte en la IP)”**, relacionado a que como otros colegas estaban en el día a día en la generación de los

resultados, estos participantes con menor presencia igual confiaron y se apropiaron de los resultados. Esto sucedió principalmente con algunos apicultores (Recuadro 1.6).

Un aspecto interesante a destacar es la Curiosidad como el factor que más discriminó los tipos de participación. Este factor no se había registrado en la bibliografía sobre participación en gestión ambiental, si bien es un importante elemento que actúa como motor en los procesos de investigación (Gadotti, 2007; Arango *et al.*, 2009). El Nivel educativo y Nivel socio-económico son factores que habían sido registrados previamente en la bibliografía como elementos que explican el grado participación de las personas en procesos de gestión ambiental (Delgado & Mariscal, 2004; Santandreu, 2007; Jones *et al.*, 2012). El Nivel socio-económico además es un factor que podría estar subyacente y condicionando otros factores como el Nivel educativo y el Conocimiento de sus derechos, aunque en esta tesis no fueron abordados aspectos de correlación entre factores considerados.

Contrario a lo esperado, factores como si el participante estaba agrupado o si había sido afectado por la problemática de las aplicaciones de plaguicidas (por ejemplo si había sufrido eventos de mortandades masivas de sus colmenas) tuvieron menor peso a la hora de discriminar los tipos de participación. Su bajo peso podría significar que como una alta proporción de participantes fueron afectados y estaban agrupados, no fueron elementos discriminatorios entre los tipos de participación, o que simplemente la participación de las personas no siempre está asociada a qué tan afectados o desesperados estén por los impactos negativos de una problemática.

4.3 Condiciones para la participación: de la IP a la gestión ambiental

Desarrollar un IP con espacios de decisión y grado de control conjunto, y con temáticas de trabajo identificadas como de relevancia por los actores locales permitió una elevada participación de los actores locales en el proceso. Por otro lado, el grado de participación de los actores varió en función de sus características particulares. Estas observaciones están en líneas con la hipótesis 1 de esta tesis, y por lo tanto sugieren que para lograr una participación local efectiva en la gestión del Parque Nacional Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay y su entorno, se requiere implementar procesos de participación con características similares a las de este proceso.

Existen motivaciones propias de una investigación que no son necesariamente motivaciones en un proceso de gestión ambiental y viceversa. Sin embargo las IPs se presentan como importantes herramientas de cara a una gestión ambiental de “abajo hacia arriba” donde todos los actores comparten la gestión, llegando a niveles tan profundos como la co-gestión (Leong *et al.*, 2009). En este sentido esta tesis aporta más evidencia que sustenta que la participación de los actores locales en los procesos de investigación contribuye a aumentar la credibilidad en la información generada y en su aplicación para la gestión ambiental del territorio, aumentando la transparencia de todo el proceso y la confianza en el mismo y entre todos los actores clave involucrados en la gestión de ese territorio. Las IPs propician un conocimiento y entendimiento bidireccional y mutuo, un lenguaje común, la construcción de capacidades locales, y el empoderamiento de la sociedad (Cornwall & Jewkes, 1995; Chuenpagdee *et al.*, 2004; Wiber *et al.*, 2009), y pueden constituir la fase inicial de procesos en los que la investigación se traduce luego en acciones de gestión ambiental concretas (Chuenpagdee *et al.*, 2004; Wiber *et al.*, 2004; Wiber *et al.*, 2009; Ballard & Belsky 2010).

Específicamente en gestión ambiental en APs, es reconocido que un manejo efectivo y eficiente de las áreas está asociado con las actitudes, percepciones y actividades de los residentes o comunidades locales cercanas al área protegida (Delgado & Mariscalá, 2004; Stump & Kriwoken, 2006; Suuronen *et al.*, 2010; Jones *et al.*, 2011). En este contexto y avanzando en las lecciones que se aprendieron del análisis de esta IP, para la integración de personas locales en una gestión ambiental participativa, instituciones encargadas de la gestión del PNEFIR, deben considerar aspectos como: trabajar preocupaciones y problemáticas sentidas por los actores locales, generar espacios de diálogo bidireccionalidad y de elevada transparencia, lo que contribuye a aumentar la confianza en los procesos de gestión ambiental y disminuir escepticismos típicos de relaciones convencionales entre población local e instituciones de gestión ambiental, que surgen más de aproximaciones de gestión ambiental de “arriba hacia abajo”. Equiparar las relaciones de poder entre actores locales e instituciones de gestión del AP, mediante trabajos colaborativos y co-producción de conocimiento, donde los actores locales se vean a ellos mismos como agentes de cambio y no como víctimas de los problemas locales que los afectan. Fortalecer redes locales formales e informales ya creadas, y no generar estructuras en paralelo que más que sumar esfuerzos, compiten por tiempos y recursos con los participantes locales.

Además es importante considerar los perfiles de los actores locales, reconociendo que existen diferentes tipos de participantes. Una amplia convocatoria no dependerá solo de la construcción y características de un proceso participativo, sino de tener en cuenta características propias de las personas como grado de curiosidad hacia la temática, nivel educativo y nivel socio-económico de las personas locales. Habiendo personas que participarán sin importar las condiciones del proceso, y otras sobre las que se tendrá que pensar estrategias específicas para involucrarlas, como los tipos de participantes 8.

BIBLIOGRAFÍA

- Arango N., M. E. Chaves & Feinsinger P., 2009. Principios y Práctica de la Enseñanza de Ecología en el Patio de la Escuela. Instituto de Ecología y Biodiversidad - Fundación Senda Darwin, Santiago, Chile. 136 pp.
- Arnstein S.R., 1969. A ladder of citizen participation. *Journal of the American Planning Association* 35(4): 216-24.
- Balcazar F.E., 2003. Investigación acción participativa (iap): Aspectos conceptuales y dificultades de implementación. *Fundamentos en humanidades. Universidad Nacional de San Luís IV(7/8):59-77.*
- Ballard H.L. & Belsky J.M., 2010. Participatory action research and environmental learning: implications for resilient forests and communities. *Environmental Education Research*, 16:611-627.
- Biggs S., 1989. Resource-poor farmer participation in research: a synthesis of experiences from nine national agricultural research systems. OFCOR Comparative Study Paper 3. International Service for National Agricultural Research. The Hague.
- Cano A. & Migliaro A., 2009. Aproximación al concepto de sistematización de experiencias. Texto elaborado por la Unidad de Proyectos del SCEAM. UDELAR.
- Chase L.C., Siemer W.F. & Decker D.J., 2002. Designing stakeholder involvement strategies to resolve wildlife management controversies. *Wildlife Society Bulletin* 30(3):937-950.
- Chuenpagdee R., Fraga J. & Euán-Avila J.I., 2004. Progressing toward comanagement through participatory research. *Society and Natural Resources* 17(2):147-61.
- Clark J.R.A. & Clarke R., 2011. Local sustainability initiatives in English National Parks: what role for adaptive governance? *Land Use Policy* 28:314-324.
- Cornwall A. & Jewkes R., 1995. What is participatory research? *Social Science and Medicine* 41(12): 1667-76.
- Cutler D. R., Edwards Jr T. C., Beard K. H., Cutler A., Hess K. T., Gibson J. & Lawler J. J., 2007. Random forests for classification in ecology. *Ecology* 88: 2783-2792.
- Daly H., 2006. Sustainable development - definitions, principles, policies. *The Future of Sustainability*, vol. 1. Springer, doi:10.1007/1-4020-4908-0_239-53.
- De'ath G. & Fabricius K. E., 2000. Classification and regression trees: a powerful yet simple technique for ecological data analysis. *Ecology* 81: 3178-3192.
- Delgado F. & Mariscal J.C. (Eds.), 2004. Gobernabilidad social de las áreas protegidas y biodiversidad en Bolivia y Latinoamérica. Memoria del seminario realizado en Cochabamba, 26 al 29 de febrero. AGRUCO/PLURAL.
- European Comisión, 2003. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Public Participation in relation to the Water Framework Directive. European Communities.
- Fals Borda O., 1981. La ciencia y el pueblo, en *Investigación Participativa y Praxis Rural*, Vío Grossi, Gianotten y de Wit (editores), Mosca Azul, Lima.
- Fals Borda O., 1987. The application of participatory action-research in Latin America. *International Sociology* 2(4):329-47.
- Gadotti M., 2007. Por que continuar lendo Paulo Freire? *Jornal O Estado de S. Paulo*.
- García-Tagliani L., 2009. Marco conceptual para la definición de modelos de gobernanza en áreas protegidas de Uruguay. Serie de informes N° 10. Proyecto SNAP/DINAMA-MVOTMA/GEF-PNUD.
- Gerhardinger L.C., Godoy E.A.S. & Jones P.J.S., 2009. Local ecological knowledge and the management of marine protected areas in Brazil. *Ocean Coast. Manage.* 52:154-165.

- Hampshire K., Hills E. & Iqbal N., 2005. Power relations in participatory research and community development: A case study from Northern England. *Human Organization* 64(4):340-9.
- Jara O., 1994. Para sistematizar experiencias. Centro Editor Alforja, Costa Rica.
- Johnson T.R., 2010. Cooperative research and knowledge flow in the marine commons: Lessons from the Northeast United States. *International Journal of the Commons* 4(1):251-72.
- Jones N., Clark J.R.A., Panteli M., Proikaki M. & Dimitrakopoulos P.G., 2012. Local social capital and the acceptance of Protected Area policies: An empirical study of two Ramsar river delta ecosystems in northern Greece. *Journal of Environmental Management* 96:55-63.
- Jones N., Iosifides T., Evangelinos K.I., Florokapi I. & Dimitrakopoulos P.G., 2011. Investigating knowledge and perceptions of citizens of the National Park of Eastern Macedonia and Thrace, Greece. *Int. J. Sust. Dev. World.* doi:10.1080/13504509.2011.584579.
- Kindon S., 2008. Participatory Action Research. En: Hay I., (Ed.). *Qualitative Research Methods in Human Geography*. Oxford University Press, Melbourne.
- Leong K.M., Decker D.J., Lauber T.B., Raik D.B. & Siemer W.F., 2009. Overcoming jurisdictional boundaries through stakeholder engagement and collaborative governance: Lessons learned from white-tailed deer management in the U.S. In *Beyond the Rural-Urban Divide: Cross-continental Perspectives on the Differentiated Countryside and its Regulation*. Andersson K., Ekland E., Lehtola M. & Salmi P. (Eds.) Bingley, U.K.: Emerald, 221-247.
- Luxemburgo R., 2007. *La acumulación del Capital*, Terramar Ediciones, La Plata.
- Melendres L., 2004. Informe Río Negro Censo Nacional 2004 Fase I. Instituto Nacional de Estadística.
- Merklen D., 2005. Los pobres están condenados a la participación. Entrevista en Página 12, Lunes 23 de enero de 2006, Buenos Aires.
- Narotzky S., 2004. *Antropología económica. Nuevas tendencias*. Melusina, Barcelona
- Potschin M.B. & Haines-Young R.H., 2006. Landscapes and sustainability. *Landscape Urban Plan.* 75(3-4), 155-161, doi:10.1016/j.landurbplan.2005.03.006 .
- Rodríguez-Brandão C., 1985. Encuentro de instituciones uruguayas con Carlos Rodríguez-Brandao. En: Cetrulo R., 1986. *Investigación participativa*. Instituto del Hombre. Banda Oriental, Montevideo-Uruguay.
- Rodríguez-Gallego L., Achkar M., Bartesagui L., Santos C., Loureiro M., Teixeira de Mello F., González I., D'Anatro A., González E., Aldabe J., Rocca P., Prigioni C., Masciadri S. & Jolocin G., 2008. Producto 2. Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay. Informe Técnico. Proyecto SNAP URU/06/G34, PNUD-DINAMA- MVOTMA. Inédito.
- Santandreu A., 2007. Instrumentos y estrategias para promover la participación ciudadana y de la sociedad civil en la gestión ambiental. Serie documentos de trabajo N° 10. Proyecto SNAP/DINAMA-MVOTMA/GEF-PNUD.
- Santos C., 2011. ¿Qué protegen las áreas protegidas? Conservación, producción, Estado y sociedad en la implementación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Ed. Trilce.
- Selener D., 1997. *Participatory action research and social change*. NY: Cornell University Participatory Action Research Network.
- Smutko S & Garber S., 2001. *Public Issues Education Facilitation Skills Work-shop*. Raleigh, N.C.: Natural Resources Leadership Institute, North Carolina Cooperative Extension Service.
- Staples L.H., 1990. Powerful ideas about empowerment. *Administration in social work*, 14(2):29-42.

- Stump N.E. & Kriwoken L.K., 2006. Tasmanian marine protected areas: attitudes and perceptions of wild capture fishers. *Ocean Coast. Manage.* 49:298-307.
- Suuronen P., Jounela P. & Tschernij V., 2010. Fishermen responses on marine protected areas in the Balticcod fishery. *Mar. Policy* 34:237-243.
- Thomas L. & Middleton J., 2003. Guidelines for Management Planning of Protected Areas. Best Practice Protected Area Guidelines Series N° 10. World Commission on Protected Areas. IUCN y Cardiff University.
- Wibera M., Berkesb F., Charlesc A. & Kearney J., 2004. Participatory research supporting community-based fishery. *Management. Marine Policy* 28:459-468
- Wiber M., Charles A., Kearney J. & Berkes F., 2009. Enhancing community empowerment through participatory fisheries research. *Marine Policy* 33(1):172-9.

Capítulo 2.-

Evaluación del impacto de los plaguicidas utilizados en soja y forestación en el PNEFIRU y su entorno.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Uso de plaguicidas a nivel mundial y sus impactos en el ambiente

Desde mediados del siglo XX los plaguicidas son utilizados en todo el mundo como la principal línea de defensa en la mayoría de los programas de manejo de plagas, existiendo aproximadamente 1000 ingredientes activos en miles de productos comerciales (Devine & Furlong, 2007). Estos compuestos corresponden a una variedad de sustancias químicas artificiales con diferentes características físico-química, diferencias en polaridad, volatilidad y persistencia. Se estima que mundialmente un 80% de los plaguicidas son utilizados en la agricultura, y se movilizan al ambiente mediante volatilización, escorrentía (disueltos o asociados a coloides), infiltración y transporte a través de la cadena trófica, entre otros (Chen *et al.*, 2007).

Globalmente la extensión e intensificación agrícola, y el uso de plaguicidas en particular ha provocado contaminación de fuentes de agua y persistencia de plaguicidas en la red trófica acuática (Pimental, 1992; Davies & Cook, 1993); contaminación de suelos y alteración de la biodiversidad de invertebrados del suelo (Heaney *et al.*, 2001; Benton *et al.*, 2002); impactos letales y sub-letales (incluyendo generación de malformaciones) en la biodiversidad de los sitios donde se aplica y su entorno (Grant, 2001; Blaustein & Keisecker, 2002; Davidson *et al.*, 2002; Newton, 2004; Peltzer *et al.*, 2011), así como presencia y persistencia de plaguicidas en la atmósfera (Bard, 1999).

Se estima que del total de compuesto aplicado en un cultivo, solo el 1% llega a los organismos blanco, mientras que el 25% es retenido en el follaje del cultivo, el 30% llega al suelo y el 44 % restante es exportado a la atmósfera (evaporación) y a los sistemas acuáticos por escorrentía y lixiviación (Brady & Weil, 1996). Una vez ingresados al ambiente un compuesto puede sufrir diferentes procesos: pueden transportarse y acumularse en el aire, sistemas acuáticos y suelo o bioacumularse en organismos vivos (EXTOXNET, 2003; Figura 2.1). Dependiendo de sus características físico-químicas (solubilidad, adsorción, vida media, volatilización, etc.), los plaguicidas pueden tener diferente dinámica, persistencia y toxicidad en el ambiente.

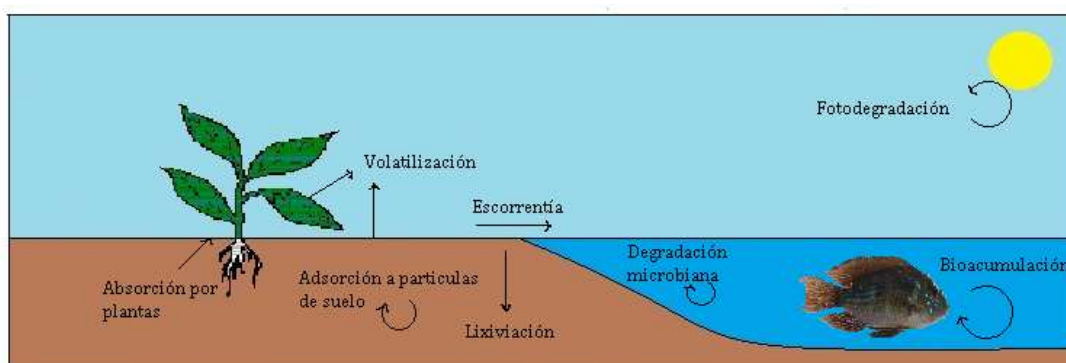


Figura 2.1. Procesos que sufren los plaguicidas en el ambiente una vez aplicados. Los procesos de absorción, adsorción, bioacumulación y degradación microbiana suceden en diferentes compartimentos ambientales, incluidos suelo, sedimento, y vegetación y fauna terrestre y acuática, entre otros.

La persistencia en el ambiente es la capacidad de un plaguicida para retener sus características físicas, químicas y funcionales en el medio en el cual son distribuidos o

transportados, durante un período limitado después de su emisión (Nardo, 2011). Los compuestos se clasifican en persistentes (de vida media⁴ mayor a 18 meses), moderadamente persistentes (vida media de 1 a 18 meses) y no persistentes (vida media menor a 1 mes) (Ramírez & Lacasaña, 2001). En general los compuestos organocolorados son los más persistentes ya que persisten varios años, los compuestos organofosforados son poco persistentes, degradándose en meses e incluso semanas, y los compuestos piretroides son rápidamente degradados por organismos o la luz.

La movilidad de plaguicidas en suelo se puede medir a través de los Coeficientes de distribución (Kd) y Coeficiente de adsorción de carbono orgánico (Koc). El Kd es la medida de cuan fuerte un pesticida se adhiere a las partículas de suelo y materia orgánica del suelo. A mayor Kd, mayor inmovilización del plaguicida en suelo y menor riesgo de lixiviación y escorrentía del compuesto. Se estima que a valores de $Kd > 5$ el compuesto queda inmovilizado en suelo. El Koc es el Kd normalizado por el contenido total de carbono orgánico del suelo (Wiley, 1983). Dada la variabilidad de valores Koc, se utiliza el log Koc (FAO, s/f). Los compuestos móviles son aquellos con $\log Koc > 2$; ligeramente móviles entre 2 y 4, escasamente móviles de 4 a 5 y no móviles $\log Koc > 5$.

Los insecticidas se reconocen como las sustancias que tienen los mayores impactos ambientales, dado sus efectos negativos sobre la biodiversidad. Su objetivo específico es matar plagas de insectos y por consecuencia pueden tener un impacto letal o subletal en organismos que no son su objetivo como polinizadores (Devine & Furlong, 2007), y persistir en las redes tróficas a través de procesos de biomagnificación y bioacumulación (JUNAGRA, 2005). Otros plaguicidas, principalmente los herbicidas, pueden tener importantes impactos negativos sobre especies no blanco y en el ambientales afectando el desarrollo embrionario de vertebrados (Paganelli *et al.*, 2010; Guilherme *et al.*, 2012), y contribuyendo a la eutrofización de cuerpos de agua (Ongley, 1997; Devine & Furlong, 2007).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) los clasifica según el riesgo que representan para la salud humana en extremadamente peligrosos (Clase Ia), altamente peligrosos (Clase Ib), moderadamente peligrosos (Clase II), levemente peligrosos (Clase III) y los que normalmente no ofrecen peligro (Clase U). Esta clasificación se basa en la toxicidad aguda, oral y dérmica de los plaguicidas en estudios con ratas (OMS, 2009), no considerando la toxicidad en casos de exposición crónica; ni efectos sinérgicos de exposición a varios compuestos al mismo tiempo (anexo 1.1).

A nivel de plaguicidas en alimentos existen estándares de referencia sobre concentraciones de plaguicidas en productos de consumo humano. Algunos, como los Límites Máximos para Residuos (LMR) referidos en el Codex Alimentarius, indican la concentración máxima de plaguicidas permitidas en carnes, productos lácteos, frutas, etc. (expresado en mg de plaguicida por kg de alimento) (Codex Alimentarius, 2010). Los LMR se basan en datos de buenas prácticas agrícolas, y análisis toxicológicos del compuesto pero no están directamente relacionados con el efecto sobre la salud humana del plaguicida ingerido, sino que es un concepto legal de mercado. En Uruguay, según el Reglamento Bromatológico Nacional (Decreto N° 315/994), los LMR Nacionales se basan en el Codex Alimentarius.

⁴ La vida media se define como el tiempo requerido para que la mitad de la concentración de activo de plaguicida presente después de una aplicación se descomponga en productos de degradación (Nardo, 2011)

A su vez, la OMS (OMS, 2010) establece Ingestas Diarias Aceptables (IDA) para una serie de productos. La IDA es la cantidad estimada de una sustancia en alimentos y/o agua potable, que puede ser ingerida diariamente durante toda la vida sin que represente un riesgo cancerígeno frente a esta exposición crónica (EPA, 2000).

Por último, cabe destacar que además de las características mencionadas de los principios activos, es importante considerar los productos coadyuvantes (productos que se incluyen en la mezcla del plaguicida con el fin de mejorar su aspersión) y los de degradación (compuesto secundario que se genera cuando el plaguicida se transforma en otro/s compuestos una vez aplicado). En ambos casos, poco se conoce sobre su toxicidad e impactos en el ambiente y salud humana. En el caso particular del Glifosato, su toxicidad varía según el coadyuvante que se utilice (Diamond & Durkin, 1997), y su producto de degradación AMPA posee similar toxicidad que el Glifosato, por lo que para establecer niveles máximos permitidos de Glifosato, el Codex Alimentarius considera la concentración de Glifosato + AMPA, buscando incorporar la toxicidad del producto de degradación (Dutra Caldas, 2006).

1.2 Uso de plaguicidas en Uruguay

En Uruguay las importaciones de plaguicidas han aumentado en los últimos 10 años, de la mano de un proceso de expansión e intensificación agrícola, que ha permitido alcanzar un record de hectáreas sembradas similares a la de los años 50 (García Préchac *et al.*, 2011). Esto es particularmente evidente en el Litoral Oeste donde se concentra el 56.8% de la superficie del complejo trigo/soja (DIEA, 2008) (Figuras 2.2a y b). Además, desde los 90 se ha consolidado un modelo forestal, que ha alcanzado en los últimos cuatro años un crecimiento de entre las 40.000 y las 75.000 hectáreas por año, que también basa su combate de plagas y preparación de terreno en el uso de plaguicidas.

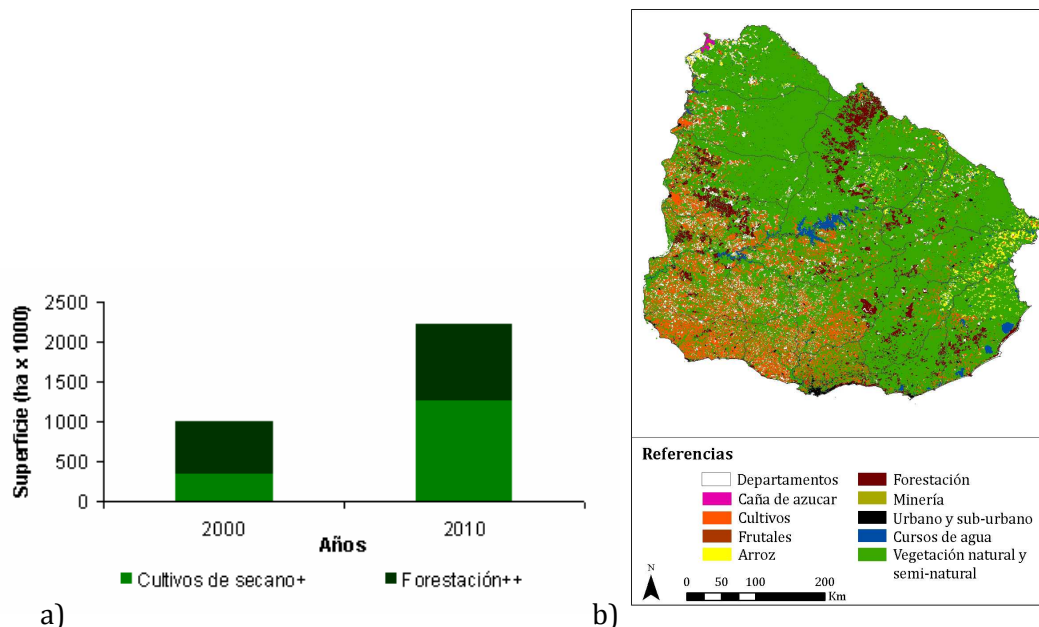


Figura 2.2. a) Evolución de la superficie sembrada en el período 2000-2010 (Fuente: DIEA (+) y DGF (++)); b) cobertura del suelo para los años 2007-2008 (Fuente: SIA, 2010 MVOTMA).

Entre el 2003 y 2010 las importaciones de herbicidas aumentaron 120% y las de insecticidas se duplicaron (DGSSAA, 2011). Existe una estrecha asociación entre las

importaciones de glifosato y la superficie sembrada de soja (Figura 2.3). Lo mismo sucedió con los principales insecticidas (Endosulfán, Clorpirifós y Cipermetrina), cuyas importaciones pasaron de 40 toneladas en 2000/01 a 820 toneladas en 2009/10.

En el caso particular del Glifosato, a partir de las dosis más frecuentes utilizadas en los cultivos de soja, se estima que en la zafra 2010 se habrían utilizado 6.8 millones de litros, equivalentes al 43% del total importado de este herbicida en ese año (15.7 millones de litros) (Narbondo & Oyhantçabal, 2011).

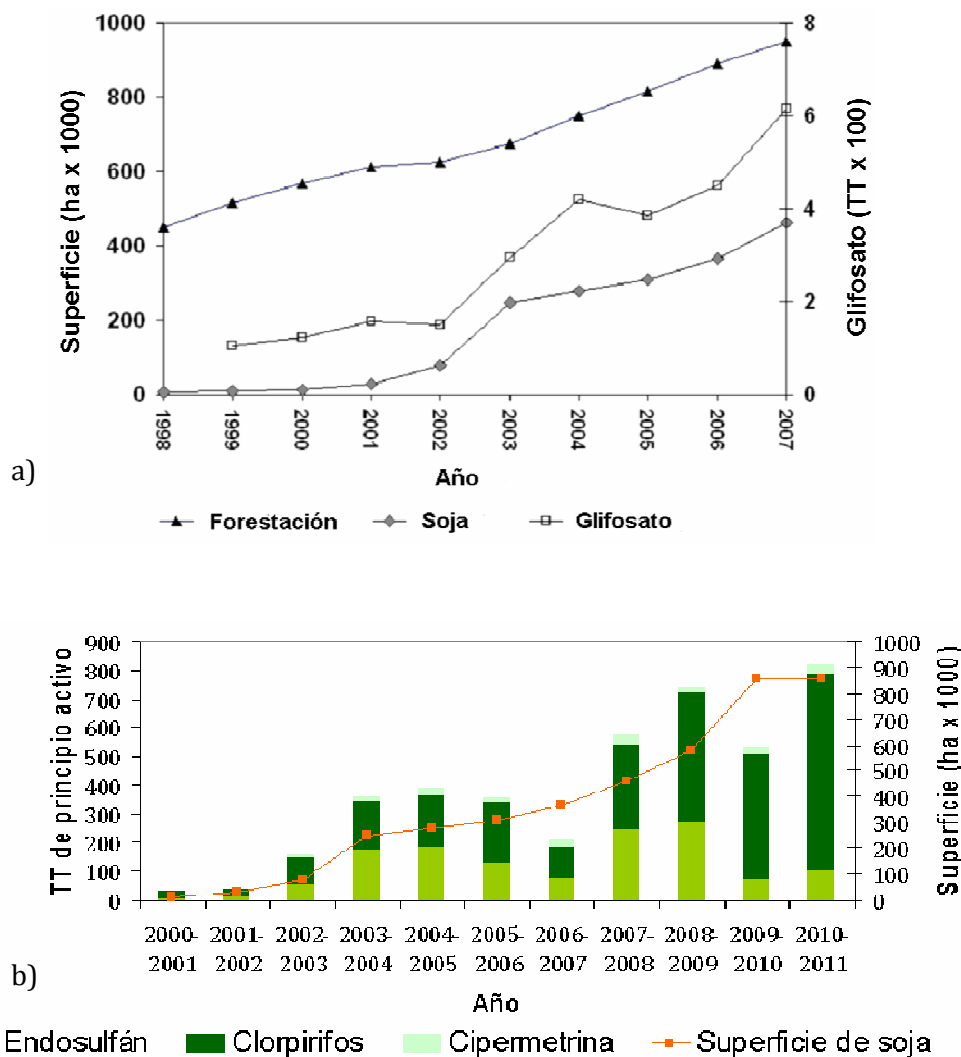


Figura 2.3. a) Superficie de cultivo de soja y forestación entre los años 1998 y 2007 y las toneladas (TT) importadas de Glifosato (Tomado de Céspedes *et al.*, 2009, con información de DGF, 2009; DGSSAA, 2009; DIEA, 2009 - MGAP) y b) superficies plantada de soja en las zafras 2000/01 y 2010/11 y las toneladas (TT) importadas de los principios activos de insecticidas principalmente utilizados en este cultivo (Fuente: DIEA, 2011 y DGSSAA, 2011).

La tabla 2.1 sintetiza las principales características físico-químicas, persistencia, dinámica en el ambiente, movilidad y toxicidad de los insecticidas y herbicidas más usados en la producción de soja y forestación en Uruguay.

Tabla 2.1. Descripción de los principales insecticidas y herbicidas utilizados en la producción sojera y forestal en Uruguay. Tomado de Cox (1995); Carrasco-Letelier *et al.* (2009); OMS (2009); Ricardo *et al.* (2010); El-Shahawi *et al.* (2010); PAN PD (2011); PPDB (2011). La bibliografía utilizada para los valores de log Koc se indica en la tabla.

Grupo químico	Tipo	Principio activo	Dinámica y persistencia en el ambiente	Matriz donde se acumula	Toxicidad
Organo-clorado	Insecticida	Endosulfán ⁵	Persistente. Tiene baja solubilidad en agua, soluble en lípidos, es volátil, moderadamente persistente en suelos y con alto potencial de bioacumulación. Log Koc = 4,0 (PPDB, 2011)	Tejidos grasos, músculo, cera y suelos.	Clase Ib - Toxicidad aguda moderada para aves, crustáceos y otros invertebrados acuáticos, organismos del suelo, algas, y lombrices; y toxicidad aguda alta para mamíferos, abejas y peces
	Insecticida	Fipronil	Persistente De baja solubilidad en agua, soluble en lípidos, es volátil, persistente en suelos y con moderado potencial de bioacumulación. Log Koc = 4,0 - 5,8 (Brennan <i>et al.</i> , 2009)	Tejidos grasos, músculo, cera y suelo.	Clase II - Toxicidad aguda moderada en peces, invertebrados y plantas acuáticas, algas y lombrices; toxicidad aguda alta para abejas, crustáceos acuáticos, aves y mamíferos.
Organo-fosforado	Herbicida	Glifosato	Moderadamente persistente Alta solubilidad en agua, volátil, de bajo potencial de bioacumulación. Log Koc = 0,9 - 5,8 (UNL, 2010)	Suelo	Clase III - Toxicidad aguda moderada en mamíferos, aves, peces, abejas, crustáceos y otros invertebrados acuáticos, algas y lombrices.
	Insecticida	Clorpirifós	Moderadamente persistente Tiene baja solubilidad en agua, soluble en lípidos, volátil, persistente en suelo, alto potencial de bioacumulación. Log Koc = 3,9 (PPDB, 2011)	Tejidos grasos, músculo, cera y suelos.	Clase II - Toxicidad aguda alta para mamíferos, aves, peces, crustáceos y otros invertebrados acuáticos, abejas; y toxicidad aguda moderada en algas y lombrices.
Piretroide	Insecticida	Cipermetrina	No persistente De baja solubilidad en agua, soluble en lípidos, es volátil, de baja persistencia en suelos y alto potencial de bioacumulación. Log Koc = 4,2 (PPDB, 2011)	Tejidos grasos, músculo, cera y arcillas	Clase II - Toxicidad moderada a muy alta para peces y abejas.
	Insecticida	λ-Cialotrina	Moderadamente persistente Baja solubilidad en agua, soluble en lípidos, volátil. Alto potencial de bioacumulación. Log Koc = 5,2 (PPDB, 2011)	Tejidos grasos, músculo y cera	Clase II - Toxicidad aguda alta para mamíferos, peces, invertebrados acuáticos, abejas y moderada para lombrices y algas.

⁵ En noviembre de 2007 el MGAP restringió el uso del Endosulfán, debiendo usarse solo para el control de chinches en soja, una vez al año en concentraciones de no más de 0,5 kg/ha/año de ingrediente activo. En enero de 2011 la resolución del MGAP exigió su uso con receta profesional. Por último, el uso e importación de este compuesto fue prohibida en Uruguay por decreto presidencial del 5 de diciembre de 2011, luego de que el Convenio de Estocolmo lo introdujera en la lista de Contaminantes Orgánicos Persistentes.

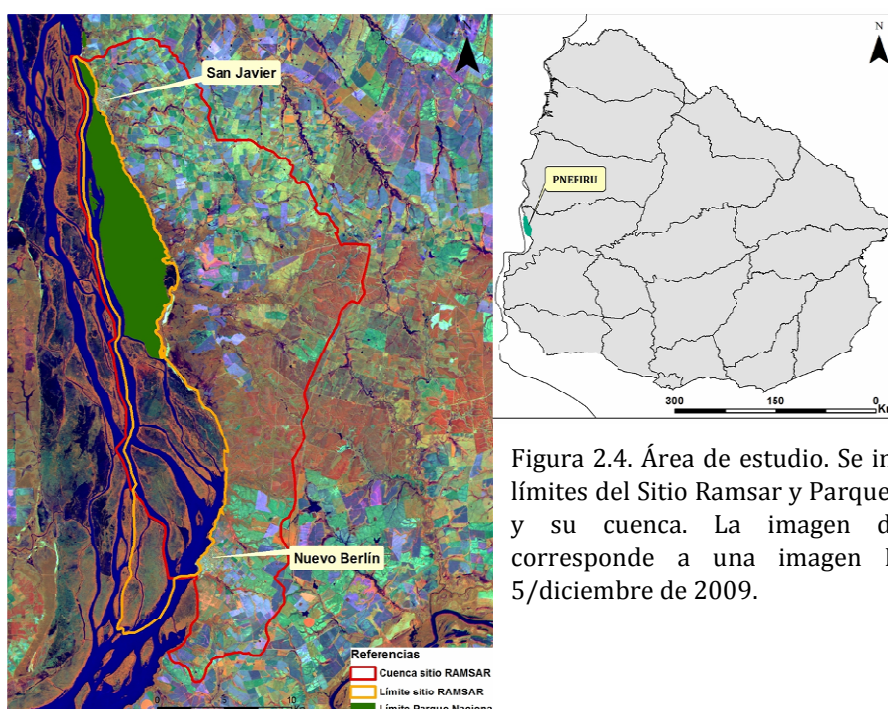
En Uruguay y la región del Río Uruguay se ha evidenciado presencia de plaguicidas en sistemas acuáticos, suelo y biodiversidad (Janiot *et al.*, 1994; Janiot *et al.*, 2003; Ibáñez & Rodríguez, 2005; Eguren *et al.*, 2008; Hill & Clérichi, 2008; Leites *et al.*, 2009; Ojeda *et al.*, 2009; Saucó *et al.*, 2010; Nardo, 2011; Colombo *et al.*, 2011) y se discute sobre los impactos negativos de su presencia en el ambiente como externalidad del proceso de intensificación agrícola que transita el país (Mañay *et al.*, 2004; Manuel-Navarrete, 2005; Narbondo & Oyhançabal, 2011). Sin embargo, no existen trabajos que abordan integralmente la presencia, persistencia y movilidad de diferentes plaguicidas utilizados en un territorio. En este contexto interesa evaluar integralmente los pesticidas, su impacto a nivel de cuenca, y sus impactos más allá del sitio de aplicación.

Este capítulo tiene como objetivo evaluar los impactos de los plaguicidas utilizados en los cultivos de soja y plantaciones forestales en el Parque Nacional Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay y su entorno, tanto a nivel del ambiente como a nivel de las producciones locales (pesca y apicultura) que allí se desarrollan.

2. METODOLOGÍA

2.1 Área de estudio

El Sitio Ramsar Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay se ubica en el litoral Oeste de Uruguay (32° 53' S, 058° 05' W), cuenta con una superficie de 17.496 ha y su cuenca de drenaje posee una superficie de 41.812 ha. Corresponde a un sistema de planicie de inundación con lagunas marginales, canales y bañados de alrededor de 8.000 ha de superficie (en la margen uruguaya del río), el cual queda en directa conexión con el Río Uruguay durante la época de alto nivel del río. Por estas características es esperable que sea una importante área de cría de peces de valor comercial para el Río Uruguay bajo (Loureiro *et al.*, 2007). Además, se destaca el bosque fluvial del Río Uruguay, que ha sido altamente impactado por la represa de Salto Grande en el tramo uruguayo del Río Uruguay y que en esta zona se encuentra bien representado, grandes dunas y arenales fluviales con una fauna y flora propia, y los bosques de algarrobo asociados a sistemas boscosos secos denominados blanqueales (Rodríguez-Gallego *et al.*, 2008). Parte de este Sitio Ramsar ha sido declarado en el año 2008 como área protegida ingresada al SNAP bajo en nombre Parque Nacional Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay (PNEFIRU, Decreto 579/2008), el que actualmente está gestionado por la Dirección Nacional de Medio Ambiente, el resto de la cuenca son tierras rurales privadas (Figura 2.4) y suelos urbanos que corresponden a los poblados de Nuevo Berlín y San Javier.



2.2 Abordaje metodológico

Para evaluar impactos de los plaguicidas en el área protegida y su región de influencia se realizó un abordaje integral de diferentes matrices donde se esperaba encontrar plaguicidas. Se analizó la presencia y concentración de plaguicidas directamente en la producción apícola (cera y miel), pesca (músculo de peces) y suelo. El trabajo con la pesca y apicultura se desarrolló bajo un abordaje de investigación participativa, donde los

pescadores y apicultores de las localidades de Nuevo Berlín y San Javier formaron parte de todo el proceso de investigación. El capítulo 1 de esta tesis abordó en detalle el desarrollo del proceso de investigación participativa, analizando la construcción de la propuesta de investigación conjunta entre investigadores y productores locales, el proceso de investigación y los tipos de involucramiento que tuvieron los diferentes actores locales en este proceso.

2.3 Dinámica de los plaguicidas en las matrices analizadas

2.3.1 Plaguicidas aplicados en el sitio de estudio

En el cultivo de soja el manejo para soja de primera implica la realización de tres aplicaciones de 3 litros/hectárea de glifosato: dos antes de la siembra (preparación de la chacra) y una en post-emergencia. En soja de segunda las aplicaciones se restringen a una sola aplicación post-emergencia de 3 litros/hectárea (Blum *et al.*, 2008; Narbondo & Oyhantçabal, 2011). La tecnología predominante implica la utilización de insecticidas no selectivos como el Endosulfán (actualmente prohibido, decreto presidencial del 5 de diciembre de 2011), en estado puro o en mezclas con Cipermetrina y λ -Cialotrina, para el control de chinches, así como el Clorpirifós para el control de lagartas defoliadoras y barrenadoras de los brotes (Blum *et al.*, 2008). Por lo tanto, mientras el Glifosato se aplica a lo largo de todo el período del cultivo, los insecticidas solo se aplican de diciembre a marzo.

En los cultivos forestales la preparación del terreno incluye el control de malezas y el combate a las hormigas, lo cual implica la aplicación de Glifosato y el hormiguicida Fipronil (cebos granulados) (Cárcamo, 2010; Informante calificado, Com. pers). Después de la plantación se realizan controles de malezas utilizando herbicidas pre-emergentes (Oxifluorfen y Acetoclor solo en la fila de plantación) y Glifosato (observaciones personales). Al momento de la tala de los árboles (cosecha) se aplica Glifosato sobre los tocones para prevenir o eliminar posibles rebrotes (Cárcamo, 2010). En el caso de los cultivos forestales analizados la fecha de las últimas aplicaciones de plaguicidas fue entre 3 y 5 años previo a la realización de este estudio (Informante calificado, Com. pers.).

2.3.2 Peces

Los plaguicidas pueden llegar a los cuerpos de agua por arrastre, lixiviación o por aplicación y deposición directa (EXTOXNET, 2003). Una vez en el cuerpo de agua, estos pueden acumularse en sedimento decantando en el fondo, o ser incorporados por la biota acuática. En el caso de los peces los plaguicidas pueden ingresar al organismo tanto en forma directa a través de las branquias y tejido epitelial, o indirectamente por la ingesta de otros organismos con contenido de plaguicidas. Una vez dentro del organismo el compuesto puede ser excretado a través de órganos de detoxificación o en su defecto el compuesto tenderán a inmovilizarse en los tejidos grasos dada su liposolubilidad (Lenardón & Enrique, 1998).

Estos compuestos generan impactos letales (el pez muere, lo que sucede en general en eventos de exposición aguda) o sub-letales afectando sobrevivencia y movilidad de las larvas (Lenardón & Enrique, 1998), pérdida de peso y deterioro del sistema inmune, así como impactos en el desarrollo embrionario (Gipsy *et al.*, 2000; Avas *et al.*, 2007)

De los plaguicidas aplicados en la zona de estudio, el Endosulfán, Clorpirifós y λ -Cialotrina presentan toxicidad aguda alta para estos organismos, el Fipronil y Glifosato toxicidad agua moderada y la Cipermetrina entre moderada y alta. A su vez, los plaguicidas con mayor probabilidad de ser bioacumulados por los peces son Endosulfán, Clorpirifós y λ -Cialotrina, Fipronil y Cipermetrina; y con baja probabilidad de bioacumulación el Glifosato (Tabla 2.1).

2.3.3 Producción apícola

La producción apícola y la salud de las colmenas de *Apis mellifera* está ligada a la calidad ambiental de su entorno (Porrini *et al.*, 2003), por esta razón es que los apiarios son utilizados frecuentemente como bioindicadores de calidad ambiental (Celli & Maccagnani, 2003; Ponikvar *et al.*, 2005; Carrasco-Letelier *et al.*, 2008).

Los plaguicidas pueden llegar a la colmena 1) a través de las abejas pecoreadoras que salen a buscar néctar y polen, y retornan con contaminantes, 2) por fumigación directa de la colmena (Porrini *et al.*, 2003) y 3) por persistencia de plaguicida en cera que se re-usa en el estampado de cuadros. Una vez que el compuesto entra en la colmena, este puede concentrarse en cera principalmente por ser liposoluble, pero también en propolio, miel o las propias abejas, dependiendo de las características físico-químicas del plaguicida; y pasar de un compartimiento de la colmena a otro (Tremolada *et al.*, 2004; Pareja *et al.*, 2011).

Lo producción de miel puede verse afectada por los plaguicidas como consecuencia de la disminución de la población (mueren abejas pecoreadoras). Además, los monocultivos sobre los que se aplican los plaguicidas significan una disminución en la oferta polínica que genera debilitamiento de la colmena, haciéndola más propensa a enfermedades (Alaux *et al.*, 2010; Mullin *et al.*, 2010).

De los plaguicidas utilizados en la zona de estudio, los insecticidas Endosulfán, Fipronil y Clorpirifós presentan toxicidad aguda alta para abejas, la Cipermetrina y λ -Cialotrina de moderada a alta, y el Glifosato toxicidad aguda moderada. A su vez, los plaguicidas con mayor probabilidad de persistir en la colmena son Endosulfán, Clorpirifós, λ -Cialotrina, Fipronil y Cipermetrina; el Glifosato tiene baja probabilidad (Tabla 2.1).

2.3.4 Suelo

El suelo es un importante sumidero de plaguicidas por su baja solubilidad y volatilización, y por la elevada adsorción de los plaguicidas por la materia orgánica y arcillas del suelo mediante enlaces covalentes e interacciones hidrofóbicas (Marschner, 1999).

La movilidad de un plaguicida en suelo va a depender de sus características moleculares (medidas a través de los coeficientes K_d y K_{oc}) y de las propiedades físico-químicas del suelo como el pH, la capacidad de intercambio catiónico, las fuerzas iónicas, contenido de materia orgánica y contenido y composición de arcillas (Richter *et al.*, 1996; Delle-Sita, 2001). Dependiendo del compuesto que sea y el tipo de suelo, será la persistencia de cada compuesto o su movilización a cuerpos de agua, aire o bio-disponibilización para organismos vivos (Kodesová *et al.*, 2011; Zhang *et al.*, 2011).

Para el caso de los plaguicidas usados en el área de estudio, λ -Cialotrina es considerado como no móvil, con alta adherencia al suelo y sedimentos, Endosulfán, Fipronil y

Cipermetrina son considerados escasamente móvil, Clorpirifós ligeramente móvil y Glifosato oscila desde móvil a no móvil según diferentes autores (UNL, 2010; Tabla 2.1).

2.4 Obtención de datos

2.4.1 Peces

A partir del análisis de las principales capturas realizadas por los pescadores de Nuevo Berlín en el Río Uruguay dentro del área protegida, se colectaron muestras de las ocho especies más capturadas, de elevado interés comercial para los pescadores, y de interés para la conservación para el área protegida (Rodríguez-Gallego *et al.*, 2008 y observaciones personales): tararira (*Hoplias malabaricus*), sábalo (*Prochilodus lineatus*), boga (*Leporinus obtusidens*), bagre amarillo (*Pimelodus maculatus*), surubí (*Pseudoplatystoma corruscans*), patí (*Luciopimelodus pati*), dorado (*Salminus brasiliensis*) y bagre picudo (*Iheringichthys labrosus*).

Se colectaron tres individuos de cada especie, con la excepción de la tararira de la cual se colectaron seis, por ser esta una especie que no realiza migraciones y que podría dar mayor información de sitio (Teixeira de Mello *et al.*, 2011). Los peces fueron tomados de la pesca diaria que los pescadores realizaron durante los meses de diciembre a marzo, tomados al azar durante los desembarcos, según disponibilidad de captura de las diferentes especies elegidas para este estudio. Correspondieron a peces de la zona de pesca aledaña a la localidad de Nuevo Berlín, no superando los 5 km de distancia aguas arriba y a bajo del poblado. De cada individuo se colectó una muestra de 100 g de músculo dorsal. Se escogió músculo a pesar de no ser el órgano más bioacumulador de sustancias químicas (Konwick *et al.*, 2006; Miranda *et al.*, 2008), por ser lo que se comercializa y consume de los peces, priorizando generar información de relevancia para los pescadores de Nuevo Berlín que venden y consumen este pescado.

Las muestras fueron conservadas en freezer a -4°C y hielo seco para su envío al laboratorio Intertek (Alemania). Se realizó un screening general de compuestos organoclorados (Anexo 1.2) mediante la técnica de cromatografía de gases, con un límite de detección de entre 0.01 a 0.02 mg kg⁻¹ según cada compuesto.

2.4.2 Producción apícola

Ocho apicultores de diferentes zonas en el entorno del área protegida colectaron mensualmente información de sus apiarios. Los apiarios estuvieron ubicados en zonas con diferentes usos productivos, clasificados en apiarios rodeados predominantemente por cultivos agrícolas, forestación o ambiente natural, definido como el uso del suelo con más del 50% de la superficie total en un radio de 2 km y 4 km. Se utilizaron estas distancias por ser estos radios los que se han estimado como de mayor uso por parte de la colmena para obtener néctar y polen (Porrini *et al.*, 2003; Ponikvar *et al.*, 2005). Los usos se calcularon a partir de la clasificación no supervisada y chequeo a campo de una imagen satelital LANDSAT 5 (combinación de bandas 3, 4 y 5; fecha: 30 de diciembre 2009).

Para el conteo mensual de abejas muertas se colocaron trampas "Underbasket" (Porrini *et al.*, 2000; Carrasco-Letelier, 2010) en cinco colmenas de cada apiario participante, y durante una semana se contó el número de abejas muertas por trampa, repitiéndolo cada mes entre octubre y marzo.

Además, se colectó en cada apiario 10g de cera recién operculada en el mes de noviembre (previo a las aplicaciones de insecticidas en soja) y en febrero (durante las aplicaciones), y 100g de miel en el momento de la primera o única cosecha de miel de la temporada apícola de cada apicultor (entre enero y marzo). Las muestras fueron conservadas a 4°C hasta su envío al laboratorio Intertek (Alemania). De cada muestra de cera y miel se realizó un screening de plaguicidas (Anexo 1.2), a través de la técnica de cromatografía de gases con un límite de detección de entre 0.01 a 0.02 mg kg⁻¹ según cada compuesto.

2.4.3 Suelo

Se colectó un total de 15 muestras compuestas de suelo: cinco en cultivos de soja, cinco en cultivos forestales y cinco en ambientes naturales, los que incluyeron bosque nativo, matorrales, praderas y blanqueales, dentro del área protegida. Se colectaron los primeros 10-15 cm de suelo, donde se espera se acumulen principalmente los plaguicidas (Ssebugere *et al.*, 2010).

Las muestras fueron conservadas a 4°C hasta su envío al Laboratorio de Suelo de la Unidad de Ciencias de la Epigénesis de Facultad de Ciencias – UdelaR, donde se analizó el porcentaje de materia orgánica (Método Wakley & Black, 1934) y textura (Método Bouyoucus, 1962), y al Laboratorio Químico de la DGSSAA – MGAP para analizar el contenido de plaguicidas incluidos en el anexo 1.2, mediante las técnicas de derivatización con FMOC (Departamento de Seguridad Alimentaria Ministerio de Salud Pública y Trabajo de Japón) y screening de plaguicidas mediante el método de multi-residuo con cromatografía de gases (Luke *et al.*, 1981), con un límite de detección de entre 0.02 a 0.10 mg kg⁻¹ según cada compuesto.

2.5 Análisis de datos

2.5.1 Peces

Se analizó la diferencia entre la concentración de plaguicidas por especie, contenido graso, hábito alimenticio y uso del hábitat de las especies de peces, utilizando tests no paramétricos de Kruskal-Wallis para comparar más de dos muestras. En caso de detectarse diferencias significativas se utilizó el test Mann-Whitney realizando la corrección de Bonferroni para establecer el nivel de significancia (Holm, 1979; Rice, 1989; pero ver Moran, 2003).

También se comparó los resultados de concentración de plaguicidas en músculo de peces, con los niveles máximos de residuos establecidos por el Codex Alimentarius (Codex Alimentarius, 2010) para los diferentes compuestos, utilizando como referencia valores de LMR para carne de pollo y carne vacuna, ya que no existen para peces. También se comparó los resultados con la IDA tomada para cada compuesto de la Agencia de Protección Ambiental de EEUU (EPA, 2012).

Se analizaron los factores que explican la concentración de plaguicida en peces usando modelos lineales generales con función de enlace identidad y distribución de errores normal (Crawley, 2007). Se utilizaron los siguientes factores explicativos: % grasa en músculo dorsal, hábito alimenticio y uso de hábitat. Se espera que la concentración de plaguicidas sea mayor en a) peces con mayor % graso dado que los plaguicidas son compuestos liposolubles, b) peces detritívoros y piscívoros dado que se alimentan directamente del sedimento o biomagnifican (Satyanarayan *et al.*, 1999; Li *et al.*, 2008;

Ondarza *et al.*, 2009; El-Shahawi *et al.*, 2010) y c) aquellos que incurran en afluentes y cañadas laterales, por su mayor exposición a los contaminantes (Lenardón & Enrique, 1998).

Los valores de % graso se obtuvieron de análisis de filete de pescado que publicó la Universidad de Luján (2011); el tipo de alimentación se estableció según su ubicación en la red trófica (detritívoro, piscívoro, herbívoro, omnívoro; Teixeira de Mello *et al.*, 2011) y para determinar si ingresan o no a cañadas y lagunas laterales, se siguió a Teixeira de Mello *et al.* (2011).

2.5.2 Producción apícola

Se analizó la diferencia entre el número semanal de abejas muertas y los períodos cuando se aplica insecticidas en soja (diciembre a marzo) y cuando no se aplica (octubre y noviembre). Para los análisis se evaluó la significancia a través de tests no paramétricos de Mann-Whitney. Además, se analizó si existe correlación entre las mortandades de abejas y el uso de suelo alrededor de las colmenas en un radio de 2 y 4 km, utilizando análisis de correlación no paramétricos de Spearman.

Se analizaron los factores que explican las mortandades semanales de abejas utilizando modelos lineales generales con función de enlace identidad y distribución de errores normal (Crawley, 2007). Se utilizaron los factores explicativos: período de aplicación de insecticidas, % de ambiente natural en un radio de 2 y 4 km, y uso predominante en el entorno de las colmenas. Es importante notar que el número de abejas muertas por semana puede ser utilizado como *proxy* de la productividad de las colmenas, al mismo tiempo que brinda información sobre la calidad ambiental en el entorno del apiario (Porrini *et al.*, 2003; Carrasco-Letelier *et al.*, 2009).

2.5.3 Suelo

Se analizó las diferencias en el contenido de materia orgánica entre los suelos con diferentes usos (cultivo, forestación y ambiente natural), y entre la concentración de plaguicidas por uso de suelo, utilizando el test no paramétricos de Kruskal-Wallis para más de dos muestras. En caso de detectarse diferencias significativas se utilizó el test Mann-Whitney realizando la corrección de Bonferroni para establecer el nivel de significancia (Holm, 1979; Rice, 1989; pero ver Moran, 2003).

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa R. La selección de los modelos se realizó por etapas a partir de un modelo saturado, removiendo de forma secuencial las interacciones no significativas utilizando en cada instancia criterios de teoría de la información (Tabla 2.2, Crawley, 2007).

Tabla 2.2. Procedimiento de selección de los modelos lineales generales.

Pasos	Procedimiento	Explicación
1	Fijar el modelo maximista.	Se incluyeron en el modelo todos los factores, interacciones y covariables de interés.
2	Comenzar a simplificar el modelo.	Se comenzó a remover los términos menos (no) significativos, comenzando con los términos de mayor orden.
3	Si la eliminación de término generó un aumento de	Se dejó el término fuera del modelo y se siguió removido términos menos (no) significativos.

	devianza no significativo, eliminar el término.	
4	Si la eliminación de término generó un aumento de devianza significativo, mantener el término.	Se dejó el término en el modelo, como término significativo.
5	Continuar remoción de términos.	Se continuó realizando los pasos 3 y 4 hasta obtener un modelo simplificado solo con términos significativos.

3. RESULTADOS

3.1 Peces

De todos los plaguicidas analizados en peces (anexo 1.2) se encontró el compuesto organoclorado Endosulfán en cuatro de las ocho especies analizadas; correspondiendo a muestras positivas el 44% (N=12) de las muestras analizadas. En la figura 2.5 se muestran las concentraciones de Endosulfán (ng g^{-1} peso húmedo de músculo) por especie, tipo de alimentación, % graso y hábitat que utiliza. Tres muestras tuvieron una concentración por encima de los límites máximos de residuos (LMR) permitidos para carne de aves (LMR = 30 ng g^{-1}) y todas las muestras estuvieron por debajo del LMR permitido para carnes de mamíferos (LMR = 200 ng g^{-1}). Respecto a la IDA todas las muestras están por debajo de los niveles definidos para niños (IDA = 100 ng g^{-1}) y adultos (IDA = 500 ng g^{-1} ; Figura 2.6).

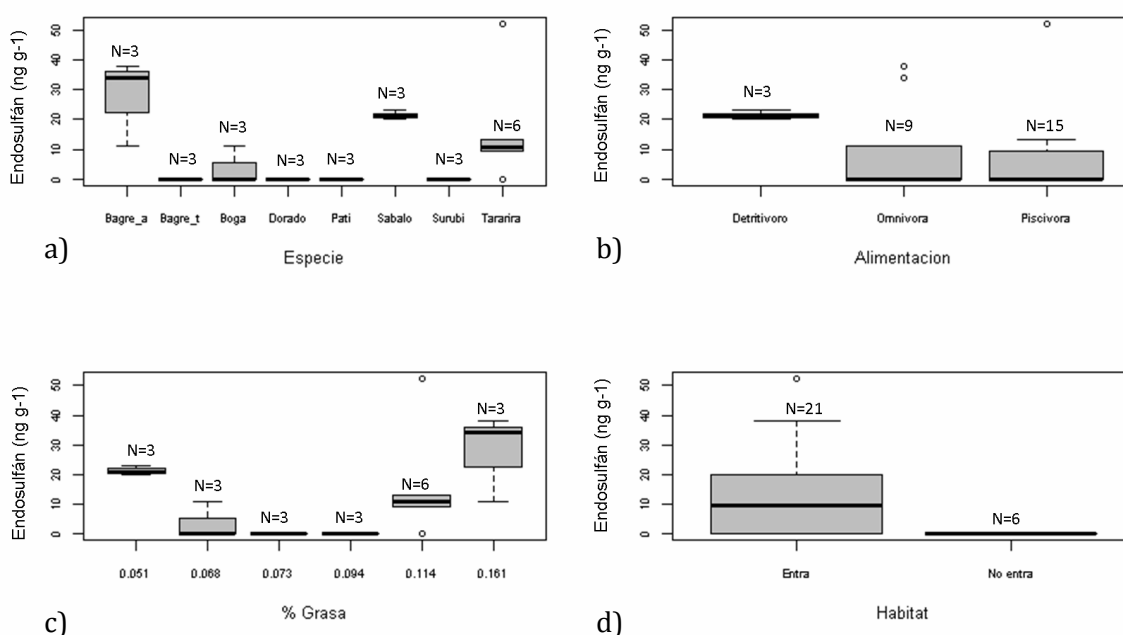


Figura 2.5. Concentración de Endosulfán a) por especie (donde “Bagre_a” es bagre amarillo y “Bagre_t” es bagre trompudo), b) por hábito alimenticio, c) por % graso y d) según si “entra” a las cañadas y lagunas laterales, o se mantiene en la columna de agua de cursos principales “no entra”. La banda horizontal indica la mediana, el área gris la distancia intercuartil y las barras externas representan +/- 1,5 veces la distancia intercuartil.

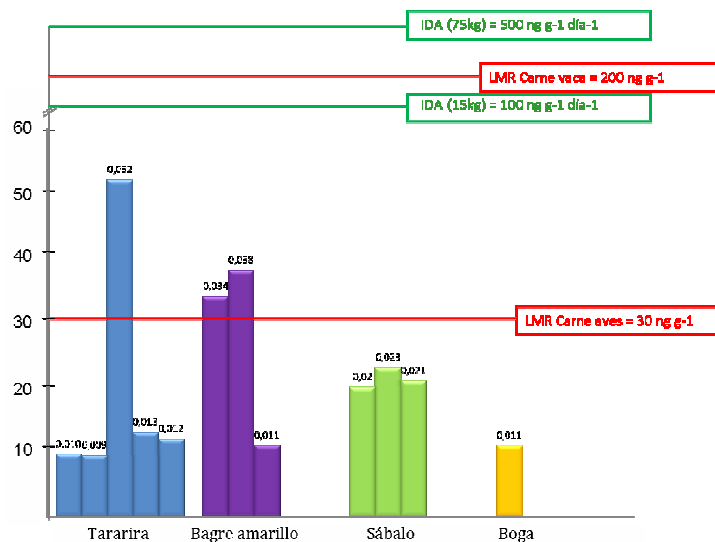


Figura 2.6. Concentración de Endosulfán en los peces analizados, en relación a los Límites Máximos de Residuos para carne de aves y vaca (en rojo) y Tasas de Consumo diario para niños y adultos (en verde).

La concentración de Endosulfán fue diferente entre especies ($\chi^2 = 20.11$; $df = 7$; $p\text{-valor} < 0.05$), % grasa ($\chi^2 = 13.85$; $df = 5$; $p\text{-valor} = 0.017$) y según si incurren o no en cañadas y bañados laterales ($\chi^2 = 5.31$; $df = 1$; $p\text{-valor} = 0.021$). En el caso del hábito alimenticio la acumulación de Endosulfán según tipo de alimentación fue marginalmente significativa ($\chi^2 = 5.73$; $df = 2$; $p\text{-valor} = 0.057$), encontrando que los detritívoros tuvieron mayor concentración de Endosulfán que los piscívoros ($Z = -2.54$; $N = 18$; $p\text{-valor} = 0.011$), no habiendo diferencias significativas con los omnívoros ($Z = -1.44$; $N = 12$; $p\text{-valor} = 0.15$). El modelo lineal general que mejor explica la concentración de Endosulfán en músculo de peces incluye exclusivamente el hábito alimenticio y el % grasa (Tabla 2.3a y b).

Tabla 2.3. Significancia de los factores y parámetros del modelo lineal generalizado que mejor explica la concentración de Endosulfán en músculo de peces.

a) Tests de significancia de los factores explicativos. Se incluye los valores del Test de F (F), los grados de libertad (df) y el p-valor.

Fuente	F	df	p-valor
Modelo corregido	4.571	3	0.016
Intercepto	1.542	1	0.231
Alimentación	4.750	2	0.023
Grasa	9.983	1	0.006
Error		17	
Total		21	
Total corregido		20	

b) Estimación de parámetros del modelo que mejor explica la concentración de Endosulfán en músculo de peces. Donde B= intercepto, Error st = error estándar y t= test de Student.

Parámetros	B	Error st.	t	p-valor
Intercepto	-20.934	9.796	-2.137	0.047

Detritívoro	27.299	8.873	3.076	0.007
Omnívoro	2.994	6.130	0.488	0.632
Piscívoro	0 ^b			
% Grasa	2.935	0.929	3.160	0.006

b. Parámetro fijado en 0 porque es redundante.

3.2 Producción apícola

En la producción apícola se encontró el plaguicida Endosulfán en una de las 16 muestras de cera analizadas, colectada en febrero (en el período de aplicación de insecticidas), con una concentración de 14.0 ng g⁻¹. En las muestras de miel no se encontró ninguno de los plaguicidas analizados.

El número de abejas muertas semanalmente fue mayor en el período que se realizan aplicaciones de insecticidas en la producción de soja, respecto al período sin aplicación ($Z=-3.64$; $N=80$; $p\text{-valor} < 0.05$; Figura 2.7). Se encontró una correlación positiva entre el % de cultivo agrícola en un radio de 2 km alrededor de las colmenas y el número de abejas muertas ($R_s= 0.24$; $N= 80$; $p\text{-valor}= 0.034$), una correlación negativa y marginalmente significativa entre el número de abejas muertas y el % de ambiente natural en un radio de 2 km ($R_s= -0.20$; $N = 80$; $p\text{-valor}= 0.077$), y una correlación positiva y marginalmente significativa entre el número de abejas muertas y el % de cultivo agrícola en un radio de 4 km ($R_s= 0.19$; $N= 80$; $p\text{-valor}= 0.097$). No se encontraron correlaciones significativas entre el número de abejas muertas y el % de forestación a 2 y 4 km (en ambos casos $R_s=-0.15$; $N= 80$; $p\text{-valor}= 0.17$) y el % de ambiente natural en un radio de 4 km ($R_s= -0.15$; $N= 80$; $p\text{-valor}=0.20$). El modelo que mejor explica el número de abejas muertas por semana incluye los factores período con aplicación y sin aplicación, uso, y cobertura de ambiente natural en los radios de 2 y 4 Km (Tabla 2.4a). La tabla 2.4b muestra la estimación de los parámetros del modelo.

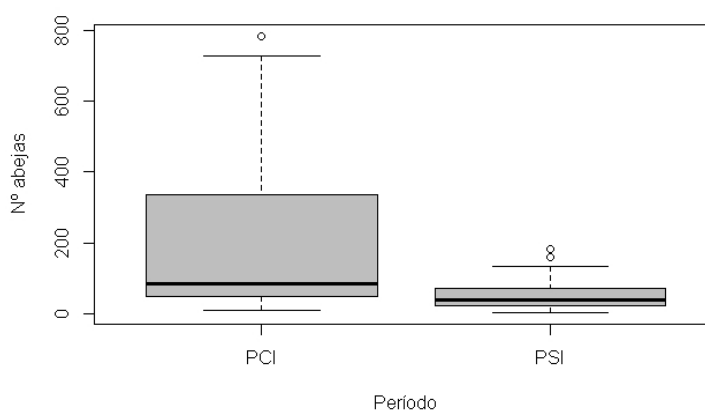


Figura 2.7. Número de abejas muertas para los períodos con aplicación de insecticidas (PCI) y sin aplicación de insecticidas (PSI), $N=40$ en ambos casos. La banda horizontal indica la mediana, el área gris la distancia intercuartil y las barras externas representan $\pm 1,5$ veces la distancia intercuartil.

Tabla 2.4. Significancia de los factores y parámetros del modelo lineal generalizado que mejor explica las mortandades semanales de abejas.

a) Tests de significancia de los factores explicativos. Se incluye los valores del Test de F (F), los grados de libertad (df) y el p-valor.

Fuente	F	df	p-valor
Modelo corregido	26.078	10	<0.0001
Intercepto	53.070	1	<0.0001
Período	67.585	1	<0.0001
Uso	.	0	.
Ambiente natural (2 km)	56.173	1	<0.0001
Ambiente natural (4 km)	77.673	1	<0.0001
Período * ambiente natural (2 km)	68.049	1	<0.0001
Período * ambiente natural (4 km)	79.758	1	<0.0001
Ambiente natural (2 km) * ambiente natural (4 km)	76.284	1	<0.0001
Período * Uso	49.227	1	<0.0001
Uso * ambiente natural (2 km)	.	0	.
Uso * ambiente natural (4 km)	.	0	.
Período * ambiente natural (2 km) * ambiente natural (4 km)	83.469	1	<0.0001

b) Estimación de parámetros del modelo que mejor explica la mortandad semanal de abejas, donde B= intercepto, Error st = error estándar, t= test de Student, PCI = período con aplicación de insecticidas y PSI = período sin aplicación de insecticidas.

Parámetro	B	Error st	t	p-valor
Intercepto	-101.17	394.13	-0.257	0.798
PCI	-3722.86	447.11	-8.327	<0.0001
PSI	0 ^b	.	.	.
Cultivo	224.85	283.50	0.793	0.430
Forestación	0 ^b	.	.	.
Ambiente natural (2 km)	2.89	11.58	0.250	0.803
Ambiente natural (4 km)	-0.51	8.31	-0.061	0.951
PCI * ambiente natural (2 km)	121.68	14.75	8.249	<0.0001
PSI * ambiente natural (2 km)	0 ^b	.	.	.
PCI * ambiente natural (4 km)	104.64	11.72	8.931	<0.0001
PSI * ambiente natural (4 km)	0 ^b	.	.	.
Ambiente natural (2 km) * ambiente natural (4 km)	0.04	0.27	0.149	0.882
PCI * Cultivo	461.89	65.83	7.016	<0.0001
PCI * Forestación	0 ^b	.	.	.
PSI * Cultivo	0 ^b	.	.	.
PSI * Forestación	0 ^b	.	.	.
Cultivo * ambiente natural (2 km)	-5.943	7.27	-0.818	0.416
Forestación * ambiente natural (2 km)	0 ^b	.	.	.
Cultivo * ambiente natural (4 km)	0 ^b	.	.	.
Forestación * ambiente natural (4 km)	0 ^b	.	.	.
PCI * ambiente natural (2 km) * ambiente natural (4 km)	-3.428	0.38	-9.136	<0.00001
PSI * ambiente natural (2 km) * ambiente natural (4 km)	0 ^b	.	.	.

b. Parámetro fijado en 0 porque es redundante.

3.3 Suelo

Las muestras de suelo tuvieron contenidos de materia orgánica y textura variable. El contenido de materia orgánica en suelos con cultivos de soja fue marginalmente mayor que el contenido en los suelos con uso forestal y de ambiente natural ($\chi^2 = 5.46$; $df = 2$; p -valor = 0.065) (Figura 2.8).

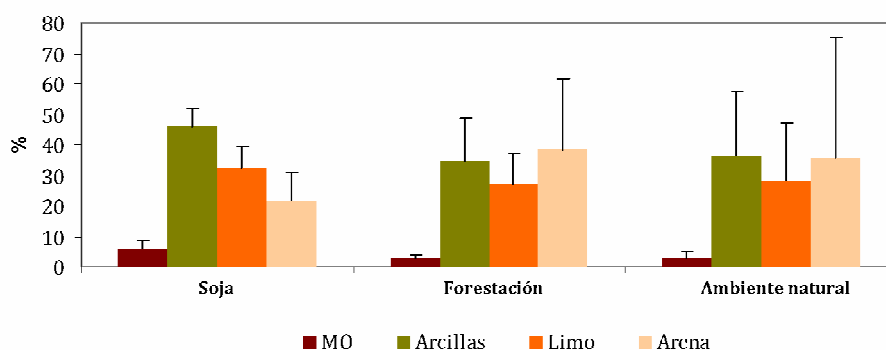


Figura 2.8. Contenido de materia orgánica (MO) y textura (proporción de arcillas, limo y arena) de los suelos analizados, por usos del suelo.

Respecto al contenido de plaguicidas, se obtuvieron muestras positivas para Glifosato y AMPA, Endosulfán y Clorpirifós (Tabla 2.5).

Tabla 2.5. Número de muestras que presentaron plaguicidas, según el uso de suelo analizado. Se expresa en fracciones: nº muestras positivas/nº de muestras totales. El símbolo (-) corresponde a muestra negativa para determinado plaguicida.

Uso del suelo	Plaguicida			
	Endosulfán	Clorpirifós	Glifosato	AMPA
Soja	4 / 5	5 / 5	1 / 5	2 / 5
Forestación	(-)	(-)	5 / 5	3 / 5
Natural	(-)	3 / 5	3 / 5	(-)
Total	4 / 15	8 / 15	9 / 15	5 / 15

La concentración de Glifosato fue diferente en los distintos tipos de usos analizados ($\chi^2 = 8.59$; $df = 2$; p -valor = 0.013; Figura 2.9a). La concentración en suelos con uso forestal fue mayor que en suelos con cultivos de soja y que en suelos de ambiente natural (marginamente significativa, $Z = -1.781$; $N = 10$; p -valor = 0.075). Para el caso de AMPA (Figura 2.9b), no hubo diferencias en las concentraciones encontradas respecto a los usos del suelo analizados ($\chi^2 = 4.26$; $df = 2$; p -valor = 0.119), a pesar de que no se constató AMPA en suelos de ambiente natural. Esto probablemente responda al reducido número de muestras y al poco poder de discriminación del test utilizado.

El Endosulfán estuvo presente solo en suelos con uso sojero, donde se aplica (Figura 2.9c). La concentración de Clorpirifós en suelo fue significativamente diferente según el uso que se le da a ese suelo ($\chi^2 = 6.71$, $df = 2$, p -valor = 0,035; Figura 2.9d). No se encontró Clorpirifós en suelos forestales y la diferencia entre las concentraciones encontradas en suelos con uso sojero (donde se aplica) y suelos de ambientes naturales, donde no se espera su aplicación, no fue significativa ($Z = -0.53$; $N = 10$; p -valor = 0.60).

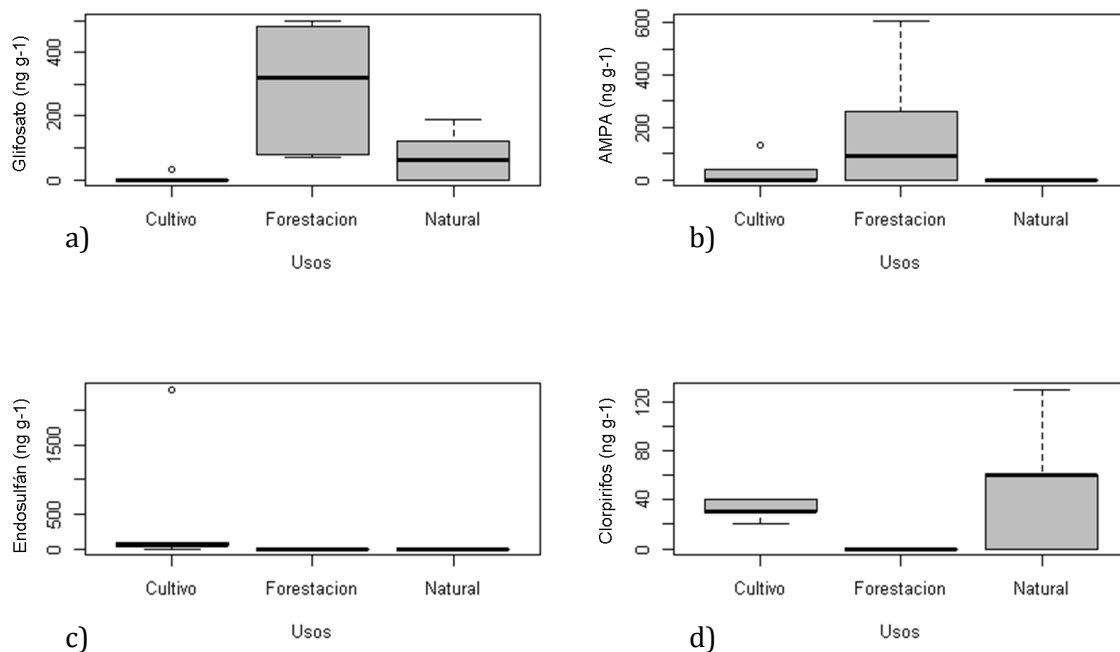


Figura 2.9. Concentración de plaguicidas encontrada por uso del suelo (N=5 en todos los casos), a) Glifosato, b) AMPA, c) Endosulfán y d) Clorpirifós. La banda horizontal indica la mediana, el área gris la distancia intercuartil y las barras externas representan +/- 1,5 veces la distancia intercuartil.

4. DISCUSIÓN

En este trabajo se encontró que en todas las matrices (peces, producción apícola y suelo) se halló alguno de los compuestos analizados; tanto en el área adyacente al área protegida donde se desarrollan las mayores actividades que utilizan plaguicidas, como dentro del área protegida, incluyendo los sistemas acuáticos donde no se aplican directamente. Esto respalda las hipótesis 2 y 3 planteadas en esta tesis, evidenciando un impacto negativo del uso de plaguicidas utilizados en soja y forestación, sobre las actividades productivas locales pesca y apicultura (hipótesis 2), y el ingreso al área protegida de plaguicidas aplicados fuera de ella, con potenciales efectos negativos sobre la biodiversidad que se pretende conservar (hipótesis 3).

En particular, el plaguicida organoclorado Endosulfán se encontró en la mayoría de las matrices analizadas, a excepción de la miel, hallándose incluso en organismos acuáticos y alcanzando a los depredadores tope como la tararira. Esto es esperable por ser este un compuesto muy persistente y liposoluble (PPDB, 2011). Dada su baja movilidad en suelo, se espera que este compuesto llegue a los cuerpos de agua, adherido a partículas de suelo, por procesos de erosión y escorrentía (PPDB, 2011).

Respecto a las producciones locales, de los plaguicidas analizados el Endosulfán es el que podría tener los mayores impactos negativos sobre las producciones locales analizadas, dado que este compuesto puede estar afectando la sobrevivencia de peces que los pescadores capturan, y aumentar la tasa de mortalidad de abejas muertas durante el período en el que se aplican insecticidas. Esto implica un debilitamiento de la colmena y menor producción de miel (Porrini *et al.*, 2000).

4.1 Presencia de plaguicidas en peces

Los niveles de Endosulfán encontrados en las diferentes especies de peces fueron significativamente mayores en especies con mayor % de contenido graso, en especies detritívoras, y en aquellas que incurren en cuerpos de agua laterales como cañadas y bañados laterales. La mayor acumulación de Endosulfán por el sábalo (única especie detritívora), a pesar de ser la especie de menor contenido graso, probablemente se deba a que esta especie se alimenta directamente de sedimento, donde se acumula la mayor concentración del compuesto. Esto es similar a los resultados encontrados recientemente por Colombo *et al.* (2011) para el Río Uruguay y previamente por Lenardón & Enrique (1998) para el Río Paraná.

Estos resultados constituyen uno de los pocos trabajos para Uruguay sobre evaluación de plaguicidas en peces, junto con los trabajos de monitoreo de calidad ambiental del Río Uruguay que CARU realiza con cierta frecuencia (Seigneur, 1993; Leites & Bellagamba, 2001; Janiot & Espinach Ros, 2008; Leites, 2009). El plaguicida encontrado (Endosulfán) es ampliamente utilizado en la producción sojera hasta la zafra 2011/2012 (actualmente prohibido para Uruguay), es altamente tóxico para peces y la fauna en general, tiene alto potencial de bioacumulación y biomagnificación, e importantes impactos a nivel neuronal, alteraciones enzimáticas, fisiológicas, hormonales, comportamentales, en el desarrollo, y reproductivas (PPDB, 2011).

Estos resultados son relevantes a nivel de sitio y en particular para la gestión de uno de los objetos focales de conservación del Parque Nacional, dado que se comprobó la presencia

de contaminantes con efectos sub-letales en los individuos, y que pueden trasladarse en la trama trófica con efectos a nivel ecosistémico. También son relevantes a nivel del sistema fluvial Uruguay-Paraná, dado el carácter migratorio de muchas de las especies analizadas como el sábalo, bagre amarillo y boga (Sverlij *et al.*, 2008). En este sentido la acumulación de Endosulfán en estas especies no es necesariamente específica del sitio y pudo haber ocurrido a lo largo de sus sitios de migración; más aún considerando que las cuencas del sistema Paraná – Uruguay presentan plantaciones de monocultivos de soja sobre el que se aplica este plaguicida (SIA-MVOTMA, 2010). No así en el caso de las tarariras, las que se considera como residentes (Sverlij *et al.*, 2008) y que podrían estar indicando contaminación en la zona del Parque Nacional.

Respecto a su implicancia en la salud humana, la interpretación de la presencia de plaguicidas en músculo de peces debe realizarse con precaución. Se trata de un recurso alimenticio que se comercializa y exporta, y es de consumo para la población local, en particular por los pescadores y sus familias, que consumen pescado frecuentemente (CARU, 2007; Nardo, 2011). El hecho de que acumule un compuesto persistente como el Endosulfán, puede representar un riesgo para su salud. Se han registrado efectos sistémicos en humanos a nivel de hígado, riñones, músculos, sistema nervioso, reproductivo, respiratorio, circulatorio y efectos reproductivos y de desarrollo, por exposiciones agudas y crónicas a Endosulfán (EPA, 2000).

A pesar de que en algunos peces, superan los niveles permitidos según el Codex Alimentarius, su consumo diario y a largo plazo, el análisis de los datos obtenidos en esta tesis, no sugiere que existe un riesgo significativo para la salud humana, en relación al riesgo de generar cáncer. Sin embargo es importante mencionar que el cálculo del indicador utilizado para esta evaluación posee ciertas limitantes, dado que considera que el consumo de pescado es la única vía de ingreso de Endosulfán al cuerpo del consumidor. Tampoco tiene en cuenta otros elementos que podrían sinergizar el impacto del Endosulfán en las personas, como ser estado de salud de los consumidores (ejemplo, desnutrición, enfermedades crónicas, entre otras) y su etapa de desarrollo. Es importante destacar que los niños entre 1 y 6 años constituyen un grupo de alto riesgo (sensible a bajas concentraciones de plaguicidas) por exposición a plaguicidas, especialmente Endosulfán, debido a entre otras cosas sus requerimientos energéticos, mayor ingesta por quilo de masa corporal y por estar en una etapa de rápido desarrollo, donde pequeñas alteraciones pueden afectar permanentemente el funcionamiento de algunos órganos (Weiss *et al.*, 2004; Silva & Carr, 2010).

4.2 Presencia de plaguicidas en la producción apícola

A nivel de producción apícola, se encontró el plaguicida Endosulfán en una muestra de cera, colectada en el mes de febrero. A pesar del riesgo de contaminación de miel que significa este compuesto en la colmena (Tremolada *et al.*, 2004; Pareja *et al.*, 2011), ninguna de las muestras de miel analizadas tuvo presencia de contaminantes. Se destaca que la miel, de característica hidrofílica, tiene menor riesgo de acumulación de la mayor parte de los plaguicidas analizados, que la cera (Tremolada *et al.*, 2004). Por otro lado, se observó un aumento de las mortandades de abejas durante los meses de aplicación de insecticidas en la producción de soja. Esto fue independiente del tipo de cultivo mayoritario en el entorno de la colmena (agrícola o forestación), lo que podría sugerir que en estos meses hay una pérdida general de la calidad ambiental de la zona de estudio (Porrini *et al.*, 2003).

A su vez, y a pesar de no haber analizado directamente la cantidad de miel producida por cada apiario, el aumento en el número de abejas muertas por semana sugieren una disminución en la producción de miel (Porrini *et al.*, 2003), en línea con lo que apicultores de la zona han mencionado durante el proceso de investigación de esta tesis (observaciones personales). En el caso de mortandades masivas, donde una elevada porción o toda la población de varias colmenas de un apiario mueren en un solo evento, existe una pérdida total de la producción de miel de esa temporada. Esto fue constatado durante esta investigación (datos no incluidos en esta tesis, pero reportados en Ríos *et al.*, 2010), encontrándose Endosulfán, Cipermetrina y λ -Cialotrina en los análisis de abejas muertas en tres eventos de mortandades masivas, ocurridos en apiarios rodeados de cultivos de soja o forestación.

Los resultados sugieren que la cobertura de ambiente natural en el entorno de las colmenas contribuye a disminuir la tasa de mortalidad de abejas. Según análisis realizados por Porrini *et al.* (2003) y Ponikvar *et al.* (2005) los apiarios representan lo que sucede en el entorno en un radio de 2 a 4 km. Los ambientes naturales son ampliamente utilizados por las abejas dado que son los sitios de donde obtienen mayor diversidad de oferta polínica, que no logran cubrir en sitios con monocultivos como los cultivos de soja o forestales (Zaldúa *et al.*, 2010; Invernizzi *et al.*, 2011; Santos *et al.*, en prensa).

4.3 Presencia de plaguicidas en suelo

En suelos de ambiente natural, donde no se aplica ningún plaguicida, se encontró Glifosato y Clorpirifós. Ambos compuestos son citados como móviles a ligeramente móviles por diferentes autores (UNL, 2010; PPDB, 2011), lo que podría explicar su fácil transporte por escorrentía o asociado a coloides del suelo por procesos de erosión. Además, pueden llegar por arrastre de este compuesto en agua de río y procesos de deposición en inundaciones, o por rociamiento directo y deriva aérea en momentos de aplicación de estos compuestos, dada la cercanía de predios donde se aplica, con las áreas de ambiente natural evaluadas, incluyendo el área protegida.

Respecto a la persistencia de Glifosato en suelos, en particular en suelos con uso forestales en los que no se había aplicado por al menos tres años, este resultado fue mayor al esperado para este compuesto en la bibliografía - vida media de 20 a 60 días en suelo (UNL, 2010). De hecho una de las principales ventajas que justifican su extendido uso a nivel mundial y nacional es que el Glifosato se inactiva rápidamente en suelo y agua, tiene baja movilidad, y no pasa a otras capas de suelo (Christoffoleti *et al.*, 2008; Duke & Powles, 2008). Sin embargo, también existen evidencias de que el Glifosato puede ser desorbido desde las partículas de suelo frente a cambios físico-químicos y ser móvil, llegando a otras capas del suelo (Vereecken, 2005; Borggaard & Gimsing, 2008); así como ser persistente en suelo y sedimento (Eberbach, 1998; Fomsgaard *et al.*, 2003; Laitinen *et al.*, 2006; UNL, 2010), en línea con lo que se encontró en este trabajo en los suelos con uso forestal.

Los resultados de plaguicidas en suelo presentados en esta tesis tienen implicancias en la gestión de plaguicidas a nivel nacional. Se destaca la constatación de presencia de dos compuestos aplicados en el entorno de los ambientes naturales (Glifosato y Clorpirifós), que son transportados más allá de su área de aplicación. Ambos compuestos podrían significar un riesgo ambiental, en particular para los valores de conservación del área protegida.

4.4 Implicancias para la gestión ambiental

Este trabajo presenta información sobre presencia y residualidad de plaguicidas en un abordaje integral, el cual analiza diferentes matrices y plaguicidas. Sus hallazgos implican una novedosa e importante información para la gestión ambiental del territorio en Uruguay, y en particular de plaguicidas. A pesar del constatado aumento en la importación y aplicación de plaguicidas en Uruguay, las investigaciones que evalúan sus impactos en el ambiente aún son escasas y este trabajo significa uno de los primeros trabajos que analiza integralmente sus impactos, en las producciones locales como pesca y apicultura en una zona determinada, y en particular en la calidad ambiental de un área protegida.

Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de monitorear y evaluar la presencia de plaguicidas más allá de su área de aplicación, considerando su residualidad y tiempos de vida media superiores a los publicados en la bibliografía, para abordar aspectos de uso de plaguicidas como concentraciones permitidas en las aplicaciones y tipos de plaguicidas permitidos en Uruguay, cercanía de aplicación a centros poblados y sus impactos sobre sistemas ambientales y la salud humana. Además, debe considerarse que los análisis de toxicidad de plaguicidas en laboratorio, con los que se definen niveles de aplicación permitidos, no tienen en cuenta interacciones entre diferentes compuestos, coadyuvantes y productos de degradación en los organismos, ni su relación con otros estresores que pueden sufrir los organismos en campo, como ser cambios en la temperatura y humedad, disponibilidad de alimento, etc. Así, la gestión de plaguicidas debe tener en cuenta que los umbrales de tolerancia en condiciones a campo pueden ser diferentes a los observados en laboratorio (Carrasco-Letelier et al., 2009).

En este sentido la carencia o ausencia total de monitoreos sobre los impactos y externalidades del uso de plaguicidas en el ambiente y la salud humana llama la atención, dado el amplio uso que se hace de estos compuestos en todo el país (Burger & Pose-Román, 2012). Al respecto, los monitoreos deben de hacerse de manera integral según las características y dinámica de los plaguicidas en los sistemas ambientales, y sus impactos en la salud humana. Por ejemplo, en el caso de sistemas acuáticos, no es suficiente analizar muestras de agua para monitorear presencia de compuestos, sino que es necesario monitorear sedimento, organismos vivos, y dentro de la biota, diferentes niveles tróficos, dado los diferentes procesos que suceden una vez que los plaguicidas llegan a los sistemas acuáticos. Aspectos similares deben considerarse en sistemas terrestres y aéreos.

En general, la gestión de los plaguicidas, como sustancias artificiales que se ingresan al ambiente y que se trasladan y acumulan más allá del sitio de aplicación, se debe abordar integralmente y no de manera parcial. También, debe ser reconocido por oficinas estatales y ciudadanía en general los mecanismos para dar respuesta a eventos de aplicación negligente de plaguicidas o constatación de impactos en el ambiente y salud humana, como comunicar, denunciar y qué respuestas se pueden obtener, pensando en el potencial que tiene la gestión ambiental participativa.

En particular, respecto a la gestión ambiental del PNEFIRU, esta tesis aporta información sobre la presencia de plaguicidas en concentraciones sub-letales en peces de interés para la conservación y objetos focales para la conservación de esta área (Nin, 2010). A su vez, el área protegida no prevé a priori una gestión fuera de sus límites, y la evaluación y monitoreo de plaguicidas aún no están siendo incluidos en la gestión del área. Los resultados de esta tesis sugieren que el monitoreo de plaguicidas es un elemento fundamental para entender una de las mayores presiones que están afectando el área

actualmente, así como para la promoción de una gestión más sustentable fuera de sus límites. En este sentido, se destaca la importancia de abordar la gestión ambiental del PNEFIRU de una manera articulada con su entorno (DINAMA, 2010).

BIBLIOGRAFÍA

- Avas T.C. & Könen S., 2007. Detection of cytogenetic and DNA damage in peripheral erythrocytes of goldfish (*Carassius auratus*) exposed to a glyphosate formulation using the micronucleus test and the comet assay, *Mutagenesis* 22:263-268.
- Alaux C., Ducloz F., Crauser D. & Le Conte Y., 2010. Diet effects on honeybee immunocompetence. *Biol. Lett.* 6:562-565.
- Bard S.M., 1999. Global Transport of anthropogenic contaminants and the consequences for the Arctic Marine Ecosystem. *Marine Pollution Bulletin*, 38(5):356-379.
- Benton T. G., Bryant D. M., Cole L. & Crick H.Q.P., 2002. Linking agricultural practice to insect and bird populations: a historical study over three decades. *Journal of Applied Ecology* 39(4):673-687.
- Black C.A., 1965. *Methods of soil analysis V. 2.* American Society of Agronomy. Madison.
- Blaustein A. R. & Kiesecker J.M., 2002. Complexity in conservation: lessons from the global decline of amphibian populations. *Ecology Letters* 5(4): 597-608.
- Blum A., Narbondo I. y Oyhantçabal G., 2008. ¿Dónde nos lleva el camino de la soja? Sojización a la uruguay: principales impactos socioambientales. RAP-AL Uruguay.
- Borggaard O.K. & Gimsing A.L., 2008. Fate of glyphosate in soil and the possibility of leaching to ground and surface waters: a review. *Pest Management Science*, 64: 441-456.
- Bouyoucos G., 1962. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. *Agron. J.* 54:464-465.
- Brennan A.A., Harwood A.D., You J., Landrum P.F. & Lydy M.J., 2009. Degradation of fipronil in anaerobic sediments and the effect on porewater concentrations. *Chemosphere* 77:22-28.
- Burger M., Mate M., Laviña R., Carzoglio J., Antonaz R. & Rampoldi O., 2000. Rol de los plaguicidas organoclorados en el cáncer de mama. *Toxicología* 17:79-82.
- Burger M. & Pose-Roman D., 2012. Plaguicidas salud y ambiente: experiencia en Uruguay. Redes-AT y RETEMA-UdelaR.
- Cárcamo M.I., 2010. Uruguay trabajo y agrotóxicos en la forestación. RAP-AL Uruguay.
- Carrasco-Letelier L., Eguren G., Castañera C., Parra O. & Panario D., 2004. Preliminary study of prairies forested with *Eucalyptus* sp. at the northwestern Uruguayan soils. *Environmental Pollution* 127:49-55.
- Carrasco-Letelier *et al.*, 2008. Evaluación de la calidad ambiental del entorno de la colmena. SETAC-LA Mar del Plata, Argentina.
- Carrasco-Letelier L., Ojeda P., Ramallo G., Díaz S. & Mendoza Y., 2009. Toxicidad aguda de abejas expuestas a insecticidas empleados en cultivos agrícolas del Litoral Oeste. 6as Jornadas de la SBBM. Montevideo, 9 y 10 de noviembre de 2009.
- Carrasco-Letelier L., 2010. Aportando a la consolidación de la sustentabilidad forestal. *Revista INIA* 22: 41-44.
- CARU: Comisión Administradora del Río Uruguay, 2007. Programa de conservación de la fauna íctica y los recursos pesqueros del Río Uruguay. Informe anual. <http://www.caru.org.uy/Informe%20anual%20pesca%202007.pdf>
- Cayssials R., Pérez-Miles F. & Maneyro R., 2002. Pautas para la elaboración de un Plan de Manejo para el área de Esteros de Farrapos. Primera parte: Medio Físico y Fauna. Convenio DINAMA-Facultad de Ciencias.
- Celli G. & Maccagnani B., 2003. Honey bees as bioindicators of environmental pollution. *Bulletin of Insectology* 56(1):137-139.

- Céspedes-Payret C., Piñeiro G., Achkar M., Gutiérrez O. & Panario D., 2009. The irruption of new agro-industrial technologies in Uruguay and their environmental impacts on soil, water supply and biodiversity: a review. *Int. J. Environment and Health* 3(2): 175 – 197.
- Chen L., Shi Z., Shan Q. & Hu 2007. *Food Chem.* 104:1315
- Christoffoleti P.J., Galli A.J.B., Carvalho S.J.P., Moreira M.S., Nicolai M., Foloni L.L., Martins B.A.B. & Ribeiro D.N., 2008. Glyphosate sustainability in South American cropping systems. *Pest Management Science*, 64: 422–427.
- Codex Alimentarius, 2010. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO y Organización Mundial de la Salud. URL: http://www.codexalimentarius.net/web/index_es.jsp Visitada en julio de 2010.
- Colombo J.C., Cappelletti N., Williamson M., Migoya M.C., Speranza E., Sericano J & Muir D.C.G., 2011. Risk ranking of multiple-POPs in detritivorous fish from the Río de la Plata. *Chemosphere* 83:882–889.
- Contreras D., Fuentes N. & Sauco C., 2006. Análisis y Determinación de la Composición del Suelo. I.E.S. Enrique Flores. URL: http://www.ubu.es/investig/au/virtual/trabajos_06
- Cox C., 1995. Chlorpyrifos, part 2: Human exposure. *Journal of pesticide reform* 15(1):14-20
- Crawley M., 2007. *The R Book*. John Wiley London.
- Davidson C., Shaffer H.B. & Jennings M.R., 2002. Spatial tests of the pesticide drift, habitat destruction, UV-B, and climate-change hypotheses for California amphibian declines. *Conservation Biology* 16(6): 1588–1601.
- Davies P.E. & Cook S.J., 1993. Catastrophic macroinvertebrate drift and sublethal effects on Brown Trout, *Salmo trutta*, caused by cypermethrin spraying on a Tasmanian stream. *Aquat Toxicol* 27(3/4): 201-24.
- Delle Sita A., 2001. Factor affecting sorption of organic compound in natural sorbent/water systems and sorption coefficients for selected pollutants. A review. *J. Phys. Chem. Ref. Data* 30:87–439.
- Devine G.J. & Furlong M.J., 2007. Insecticide use: Contexts and ecological consequences. *Agriculture and Human Values* 24, 281-306.
- DGF: Dirección General Forestal, 2009. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. <http://www.mgap.gub.uy/Forestal/DGF.htm>
- DGSSAA: Dirección General de Servicios Agrícolas, 2009. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. http://www.mgap.gub.uy/DGSSAA/DivAnálisisDiagnostico/DAYD_PROFIT_ESTADISTICA.htm
- Diamond G.L. & Durkin P.R., 1997. Effects of Surfactants on the Toxicity of Glyphosate, with Specific Reference to RODEO. SERA TR 97-206-1b.
- DIEA: Dirección de Estadísticas Agropecuarias, 2009. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. 'Sistema de Información Censo Agropecuario 2000' – SICA. http://www.mgap.gub.uy/Ddiea/CENSO2000\censo_general_agropecuario_2000.htm
- DINAMA: Dirección Nacional de Medio Ambiente, 2010. Plan de Mediano Plazo 2010-2014. Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente.
- Duke S.O. & Powles S.B., 2008. Glyphosate: a once-in-a-century herbicide. *Pest Management Science* 64:319–325.
- Dutra Caldas E., 2006. Principios y métodos para estimar límites máximos de residuos de plaguicidas según la JMPR. Seminario taller sobre límites máximos de residuos de

- plaguicidas. 15^a Reunión del CCLAC, Mar del Plata – Argentina, 16 de noviembre de 2006. http://www.cclac.org/seminarios/lmr/dcaldas/paper_MRL_caldas_s.pdf
- Eberbach P., 1998. Applying non-steady-state compartmental analysis to investigate the simultaneous degradation of soluble and sorbed Glyphosate (N(Phosphonomethyl)glycine) in four soils. *Pesticide Science* 52:229–240.
- El-Shahawi M.S., Hamza A., Bashammakh A.S. & Al-Saggaf W.T., 2010. An overview on the accumulation, distribution, transformations, toxicity and analytical methods for the monitoring of persistent organic pollutants. *Talanta* 80:1587–1597.
- EXTOXNET: Extension Toxicology Network 2003. Movement of pesticides in the environment. Universidad de Oregon. URL: <http://ace.orst.edu/info/extoxnet/tibs/movement.htm>
- EPA: Environmental Protection Agency, 2000. Guidance for Assessing Chemical Contaminant. Data for use in fish advisories. Vol. 2, Risk Assessment and Fish Consumption Limits. Third Edition. U.S. Environmental Protection Agency. Washington, DC.
- EPA: Environmental Protection Agency, 2012. Oral Reference Dosis. <http://www.epa.gov/iris/rfd.htm>
- Fomsgaard I.S., Spliid N.H. & Felding G., 2003. Leaching of pesticides through normal-tillage and low-tillage soil – a lysimeter study. II. Glyphosate. *Journal of Environmental Science and Health Part B* 38(1):19–35.
- García Préchac F., Ernst O., Arbeletche P., Pérez Bidegain M., Pritsch C., Ferenczi A. & Rivas M., 2011. Intensificación Agrícola: oportunidades y amenazas para un país productivo y natural. Art. 2 CSIC-UDELAR.
- Geo: Global Environmental Outlook Uruguay, 2008. Informe del estado ambiental de Uruguay. PNUMA-CLAES-DINAMA.
- GFEA: German Federal Environment Agency, 2007. Endosulfan. Dossier prepared in support of a proposal of endosulfan to be considered as a candidate for inclusion in the Annex I to the Protocol to the 1979 Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution on Persistent Organic Pollutants (LRTAP Protocol on POPs). Umweltbundesamt, Dessau.
- Gipsy J., Dobson S. & Solomon K., 2000. Ecotoxicological risk assessment for Roundup herbicide. *Rev. Environ. Contam. Toxicol* 167:35–120.
- Grant I.F., 2001. Insecticides for tsetse and trypanosomiasis control: is the environmental risk acceptable? *Trends Parasitol* 17(1): 10-14.
- Guilherme S., Gaivão I., Santos M.A. & Pacheco M., 2012. DNA damage in fish (*Anguilla anguilla*) exposed to a glyphosate-based herbicide—Elucidation of organ-specificity and the role of oxidative stress. *Mutation Research* In press.
- Heaney S.I., Foy R.H., Kennedy G.J.A., Crozier W.W. & O' Connor W.C.K., 2001. Impacts of agriculture on aquatic systems: lessons learnt and new unknowns in Northern Ireland. *Marine and Freshwater Research* 52(1):151–163.
- Holm S., 1979. A simple sequentially rejective multiple test procedure. – *Scand. J. Stat.* 6: 65 – 70.
- Ibáñez F & Rodríguez E., 2005. Screening de residuos de pesticidas organofosforados en mamíferos y peces. Trabajo de fin de curso. URL: <http://www.ceuta.org.uy/files/YerbaLechePeces.pdf>
- Invernizzi C., Santos E., García E., Daners G., Di Landro R., Saadoun A. & Cabrera C., 2011. Sanitary and nutritional characterization of honeybee colonies in eucalyptus grandis plantations. *Arch. Zootec* 60(232):1303-1314.
- Janiot L & Espinach Ros A., 2008. Contaminación en Peces. En: CARU, DINARA, INIDEP, 2008. Programa de conservación de la fauna íctica y los recursos pesqueros del Río Uruguay. Informe anual 2007.

- JUNAGRA: Junta Nacional de la Granja, 2005. Manual de capacitación para el buen uso y manejo de plaguicidas en Uruguay. MGAP – Montevideo, Uruguay.
- Kodesová R., Kocárek M., Kodes V., Drábek O., Kozák J. & Hejtmánková K., 2011. Pesticide adsorption in relation to soil properties and soil type distribution in regional scale. *Journal of Hazardous Materials* 186:540–550.
- Konwick B.J., Garrison A.W., Black M.C., Avants J.K., & Fisk A.T., 2006. Bioaccumulation, Biotransformation, and Metabolite Formation of Fipronil and Chiral Legacy Pesticides in Rainbow Trout. *Environ. Sci. Technol* 40 (9):2930–2936.
- Laitinen P., Siimes K., Eronen L., Ramo S., Welling L., Oinonen S., Mattsoff L. & Ruohonen-Lehto M., 2006. Fate of the herbicides glyphosate, glufosinate-ammonium, phenmedipham, ethofumesate and metamitron in two Finnish arable soils. *Pest Management Science* 62:473–491.
- Leites V. & Bellagamba M., 2001. Estudio sobre la presencia de biocidas organoclorados en peces para el embalse de Salto Grande. III Seminario de calidad de aguas y control de la contaminación del Río Uruguay. Colón – Argentina, 29 y 30 de noviembre de 2001.
- Leites V., 2009. Estudios de fauna íctica en Salto Grande. Comisión técnica mixta de Salto Grande.
- Lenardón A. & Enrique S., 1998. Insecticidas organoclorados en el río Paraná. *Natura Neotropicalis* 29(2):111:116.
- Li X., Zhang Q., Dai J., Gan Y., Zhou J., Yang X., Cao H., Jiang G. & Xu M., 2008. Pesticide contamination profiles of water, sediment and aquatic organisms in the effluent of Gaobeidian wastewater treatment plant. *Chemosphere* 72:1145–1151.
- Loureiro M., Teixeira de Mello F., González I. & D'Anatro A., 2007. Peces. En *Producto II-Esteros de Farrapos e Islas del Rio Uruguay*. Informe Rodriguez-Gallego, L. 2008.
- Luke M.A., et al., 1981. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 64, 1187-1195
- Manuel-Navarrete D. et al., 2005. Análisis sistémico de la agriculturización en la pampa húmeda argentina y sus consecuencias en regiones extrapampeanas: sostenibilidad, brechas de conocimiento e integración de políticas. *Medio ambiente y desarrollo*. CEPAL.
- Mañay N., Rampoldi O., Alvarez C., Piastra C., Heller T., Viapiana P. & Korbut S., 2004. Pesticides in Uruguay. *Rev. Environ. Contam. Toxi* 181:111-138.
- Marschner B., 1999. Sorption of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and polychlorinated biphenyls (PCB) in soil. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 162:1-14.
- Miranda A.L., Roche H., Randi M.A.F., Menezes M.L. & Oliveira Ribeiro C.A., 2008. Bioaccumulation of chlorinated pesticides and PCBs in the tropical freshwater fish *Hoplias malabaricus* : Histopathological, physiological, and immunological findings. *Environment International* 34:939 – 949.
- Moran M.D., 2003. Arguments for rejecting the sequential Bonferroni in ecological studies. *OIKOS* 100:2.
- Morillo E., Undabeytia T., Maqueda C. & Ramos A., 2000. Glyphosate adsorption on soils of different characteristics. Influence of copper addition. *Chemosphere* 40:103-107
- Mosquera C.S., Martínez M.J. & Guerrero J.A., 2010. ¹⁴C tebuconazole degradation in Colombian soils. *Communications in agricultural and applied biological sciences* 75(2):173-181.
- Mullin C.A., Frazier M., Frazier J.L., Ashcraft S., Simonds R., et al., 2010. High Levels of Miticides and Agrochemicals in North American Apiaries: Implications for Honey Bee Health. *PLoS ONE* 5(3):e9754. doi:10.1371/ journal.pone.0 009754

- Narbondo I. & Oyhantçabal G.. 2011. Radiografía del agronegocio sojero: descripción de los principales actores y de los impactos socio-económicos en Uruguay. Edición ampliada y actualizada a 2010. REDES-AT.
- Nardo D., 2011. Estudio del impacto de plaguicidas utilizados en el cultivo de soja y en otras actividades agrícolas sobre las especies acuáticas de consumo humano en el área Protegida Laguna de Rocha. Tesis de maestría en nutrición con énfasis en Salud pública. Universidad Católica, Montevideo, Uruguay.
- Newton I., 2004. The recent declines of farmland bird populations in Britain: An appraisal of causal factors and conservation actions. *Ibis* 146(4): 579–600.
- Nin M., 2010. Producto 2. Parque Nacional Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay. Informe Técnico. Proyecto SNAP URU/06/G34, PNUD-DINAMA- MVOTMA. Inédito.
- Ondarza P., Miglioranza K., Gonzalez M., Aizpún J. & Moreno V. 2009. Distribución de compuestos organoclorados en peces de río negro, patagonia argentina y su relación con un evento de inundación. *Biologist* 7(1-2).
- OMS: Organización Mundial de la Salud, 2009. The WHO Recommended Classification of Pesticidas by Hazard. Guidelines to Classification. URL: http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard_2009.pdf
- OMS: Organización Mundial de la Salud (OMS), 2010. URL: <http://www.who.int/es/>. Visitada en Julio de 2010.
- Ongley E.D., 1997. Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. URL: <http://www.fao.org/docrep/W2598S/W2598S00.htm>.
- PAN Pesticide Database, 2011. URL: <http://www.pesticideinfo.org/> Visitada en setiembre de 2011.
- Paganelli A., Gnazzo V., Acosta H., López S.L. & Carrasco A.E., 2010. Glyphosate-Based Herbicides Produce Teratogenic Effects on Vertebrates by Impairing Retinoic Acid Signaling. *Chem. Res. Toxicol* 23(10):1586–1595.
- Pareja L., Colazzo M., Pérez-Parada A., Niell S., Carrasco-Letelier L., Besil N., Cesio M.V. & Heinzen H., 2011. Detection of Pesticides in Active and Depopulated Beehives in Uruguay. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 8:3844-3858. doi:10.3390/ijerph8103844
- Peltzer P.M., Lajmanovich R.C., Sanchez L.C., Attademo A.M., Junges C.M., Bionda C.L., Martino A.L. & Bassó A., 2011. Morphological abnormalities in amphibian populations from the mid-eastern region of Argentina. *Herpetological Conservation and Biology* 6(3):432–442.
- Pimentel D., 1992. Ecological effects of pesticides on non-target species in terrestrial ecosystems. In: Tardiff R.G. (ed.), *Methods to assess adverse effects of pesticides on non-target organisms*. Toronto: John Wiley & Sons Ltd p. 171-90.
- PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2004. Childhood Pesticide Poisoning. Information for Advocacy and Action. FAO/PNUMA/OMS. <http://www.who.int/ceh/publications/pestipoison/en/>
- Ponikvar M., Šnajder J. & Sedej B., 2005. Honey as a bioindicator for environmental pollution with SO₂. *Apidologie* 36:403–409.
- Porrini C., Monaco L. y Medrzycki P., 2000. Rilevamento della mortalità di *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) nel biomonitoraggio dei pesticidi: strutture a confronto e prospettive. *Boll. Ist. Ent. G. Grandi Univ. Bologna* 54: 101-112.
- Porrini C., Sabatini A.G., Girotti S., Fini F., Monaco L., Celli G., Bortolotti L. & Ghini S., 2003. The death of honey bees and environmental pollution by pesticides: the honey bees as biological indicators. *Bulletin of Insectology* 56 (1): 147-152.
- Pou R., 2011. Caracterización de la forestación en Uruguay. URL: <http://www.uruguayforestal.com/informes/Forestacion%20en%20Uruguay-2011.pdf> Visitada en setiembre de 2011.

- PPDB: Pesticides Properties Database, 2011. URL: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/> Visitada en setiembre de 2011.
- Ramírez J. A. & Lacasaña M., 2001. Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. Arch. Prev. Riesgos Labor. 4(2):67-75.
- Ricardo T., Maitre M.I. & Rodríguez A.R., 2010. Efectos subletales de la lambda-cialotrina sobre *Eisenia fetida* (Annelida, Oligochaeta, Lumbricidae) Cienc. Suelo (Argentina) 28(1):39-46.
- Rice W. R., 1989. Analyzing tables of statistical tests. Evolution 43:223-225.
- Richter O., Diekkrüger B. & Nörtersheuser P., 1996. Environmental Fate Modelling of Pesticides, VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim.
- Ríos M., Zaldúa N. & Cupeiro S., 2010. Evaluación participativa de plaguicidas en el sitio Ramsar, Parque Nacional Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay. Vida Silvestre. <http://vidasilvestre.org.uy/vida-silvestre/lineas-de-accion/gestion-para-la-conservacion/evaluacion-de-la-calidad-ambiental-en-esteros-de-farrapos>
- Rodríguez-Gallego L., Achkar M., Bartesagui L., Santos C., Loureiro M., Teixeira de Mello F., González I., D'Anatro A., González E., Aldabe J., Rocca P., Prigioni C., Masciadri S. & Jolocin G., 2008. Producto 2. Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay. Informe Técnico. Proyecto SNAP URU/06/G34, PNUD-DINAMA- MVOTMA. Inédito.
- Tremolada P., Bernardinelli I., Colombo M., Spreafico M. & Vighi M., 2004. Coumaphos Distribution in the Hive Ecosystem: Case Study for Modeling Applications. Ecotoxicology, 13:589-601.
- Santos E., Mendoza Y., Vera M., Carrasco-Letelier L., Diaz S. & Invernizzi C., en prensa. Aumento en la producción de semillas de soja (*Glycine max*) empleando abejas melíferas (*Apis mellifera*). Agrociencia.
- Satyanarayan S., Muthal P.L., Krishnamoorthy K.P., & Kaul S.N., 1999. Bioaccumulation of organochlorine pesticides in different fish tissues. International Journal of Environmental Studies 56(2):201-213.
- Seigneur G., 1993. Residuos de biocidas en tejidos de peces del Río Uruguay. II Seminario de calidad de aguas y control de la contaminación del Río Uruguay. Colón - Argentina, 11 y 12 de noviembre de 1993.
- SIA: Sistema de Información Ambiental, 2010. Mapa de cobertura del suelo de Uruguay. Land Cover Classification System (LCCS). Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. http://www.dinama.gub.uy/index.php?option=com_content&view=article&id=34&Itemid=350
- Silva M.H. & Carr W.C., 2010. Human health risk assessment of endosulfan: II. Dietary exposure assessment. Regulatory Toxicology and Pharmacology 56: 18-27.
- Ssebugere P., Wasswa J., Mbabazi J., Nyanzi S.A., Kiremire B.T., Marco J.A.M., 2010. Organochlorine pesticides in soils from south-western Uganda. Chemosphere 78:1250-1255.
- Sverlij S.B., Delfino R.L., López H.L. & Espinach-Ros A., 2008. Peces del Río Uruguay. Comisión Administradora del Río Uruguay. 89pp.
- Teixeira de Mello, F, González-Bergonzoni, I & Loureiro M., 2011. Peces de agua dulce del Uruguay. Proyecto de Producción Responsable. MGAP. Montevideo, Uruguay.
- Turgut C., Erdogan O., Ates D., Gokbulut C. & Cutright T. J., 2010. Persistence and behavior of pesticides in cotton production in Turkish soils. Environ Monit Assess 162:201-208.
- UNL: Universidad Nacional del Litoral, 2010. Informe acerca del grado de toxicidad del glifosato. Servicio altamente especializado a terceros. Santa Fe, Argentina. 271pp.
- Vereecken H., 2005. Mobility and leaching of glyphosate: a review. Pest Management Science, 61:1139-1151.

- Weiss B., Amler S. & Amler R.W., 2004. Pesticides. *Pediatrics*. Official Journal of the American Academy of Pediatrics 113: 1030- 1036.
- Wiley J., 1983. *Enciclopedia de tecnología química*. Kirkothmer. 3ra. Edicion. Interscience, New York, USA.
- Zaldúa N., Rosano A., Maidana R., Santos E. & Ríos M., 2010. Aportes de los bosques fluviales y bosques parque a la apicultura en el parque nacional esteros de farrapos e islas del Río Uruguay. Encuentro de Bosque nativo, Ciudad de Paysandú, 10 de junio de 2010. CIEDUR.
- Zhang N., Yang Y., Tao S., Liu Y. & Shi K., 2011. Sequestration of organochlorine pesticides in soils of distinct organic carbon content. *Environmental Pollution* 159:700-705.

Discusión general

El actual proceso de expansión agrícola-forestal es una importante fuente de presión que pone en riesgo la viabilidad del SNAP. Lo que refuerza la importancia del rol de las APs como focos de desarrollo sustentable, que enfatice su gestión ambiental de los límites para adentro, pero también de sus límites hacia fuera. En particular, en el PNEFIRU y su entorno, el uso de plaguicidas está afectando la viabilidad de los objetivos de conservación, requiriendo gestión articulada con su entorno para disminuir esta presión. En este contexto, algunos actores locales afectados por la mismas problemáticas pueden ser socios importantes en abordar la gestión ambiental de las APs.

Mediante esta investigación se logró generar resultados novedosos respecto a la presencia e impactos de plaguicidas en la producción apícola, pesca y suelos en un área protegida y su cuenca, involucrando en el proceso productores locales afectados por la problemática, investigando de manera conjunta. Los resultados que se derivaron de la investigación fueron utilizados por algunos participantes locales para cambiar su realidad, principalmente porque los resultados respondieron y confirmaron sus propias preguntas de interés, y porque existió confianza en la investigación compartida.

La articulación entre generar información rigurosa en el marco de una investigación participativa y propiciar una real participación de los actores locales, no suele ser sencillo (Balcazar, 2003). Biggs (1989) ya discute sobre estas dificultades, argumentando que en general las investigaciones que buscan involucrar a actores locales quedan en iniciativas de colaboración de los actores locales con los investigadores, sobre preguntas propias de los investigadores. En este proceso de IP se logró una co-producción de contenidos y una participación activa de los actores en todas sus etapas, alcanzando a generar resultados sobre la presencia e impactos de plaguicidas en un área protegida y su cuenca, de utilidad local para influir en cambiar su realidad.

La normativa nacional existente en Uruguay, prevé mecanismos de participación en la gestión ambiental del territorio. Entre estos mecanismos se prevé la participación de diferentes actores (incluyendo actores locales) en Comisiones Asesoras Específicas de Áreas Protegidas, Comité de Cuencas, etc. Este trabajo aporta más evidencia sobre el valor de implementar procesos con características similares a las de una IP, en relación a la toma conjunta de decisiones, con espacios de elevada transparencia donde haya confianza entre todas las partes. En particular, respecto a la gestión del PNEFIRU, este trabajo muestra la necesidad de una gestión del entorno del Parque Nacional para cumplir sus objetivos de creación, y en particular la necesidad de priorizar dentro de la gestión del PNEFIRU medidas para mitigar los efectos del ingreso de plaguicidas al área.

Sobre el involucramiento de actores locales en la gestión ambiental, al analizar críticamente la experiencia de investigación participativa desarrollada, se arriba a conclusiones similares a la de otros autores respecto al por qué los participantes se involucraron en esta investigación (Cornwall & Jewkes, 1995; Balcazar, 2003; Chuenpagdee *et al.*, 2004; Hampshire *et al.*, 2005; Wiber *et al.*, 2009). Estas condiciones

también son importantes a tener en cuenta a la hora de planificar las estrategias de gobernanza del PNEFIRU. Las más destacadas según lo analizado por esta tesis son:

- El abordaje de una problemática local de gran relevancia para los participantes, que permitió entre otras cosas, mantener hasta el final la motivación en participar.
- La construcción de la propuesta de manera conjunta entre actores locales e investigadores, enfatizando en la etapa inicial de construcción del tema a investigar y en la etapa final de uso político de los resultados.
- La utilización de redes locales existentes de interacción e intercambio de los actores locales (tanto formales como informales), no habiendo generado estructuras en paralelo que pudieran debilitar el propio proceso de participación.
- El abordaje del proceso de participación desde una perspectiva de “somos agentes de cambio” y no “víctimas del problema”.
- La existencia de espacios constantes de toma de decisión conjunta, bidireccionalidad en las comunicaciones y transparencia en el proceso, lo que aumentó el grado de control y el nivel de compromiso y apropiación de la población local sobre la investigación y las acciones que se sucedieron.

Por último, a pesar de que esta tesis analizó sólo los impactos del proceso y los resultados en los participantes locales, cabe destacar que los resultados de esta IP también tuvieron impactos a nivel de instituciones de alcance nacional. Ejemplos de esto es la incorporación de envío de muestras a analizar plaguicidas en los protocolos de mortandades masivas de la CARU (Arcelus com. pers 2010), lo que no sucedía previo a esta IP. También se logró evaluar un sistema de monitoreo para la producción apícola, que hasta el momento solo se había testeado en colmenas experimentales por parte de INIA-La Estanzuela (Carrasco-Letelier com pers. 2010), entre otras.

BIBLIOGRAFÍA

- Balcazar F.E., 2003. Investigación acción participativa (iap): Aspectos conceptuales y dificultades de implementación. *Fundamentos en humanidades*. Universidad Nacional de San Luís IV (7/8):59-77.
- Biggs S., 1989. Resource-poor farmer participation in research: a synthesis of experiences from nine national agricultural research systems. OFCOR Comparative Study Paper 3. International Service for National Agricultural Research. The Hague.
- Chuenpagdee R., Fraga J. & Euán-Avila J.I., 2004. Progressing toward comanagement through participatory research. *Society and Natural Resources* 17(2):147-61.
- Cornwall A. & Jewkes R., 1995. What is participatory research? *Social Science and Medicine* 41(12): 1667-76.
- Hampshire K., Hills E. & Iqbal N., 2005. Power relations in participatory research and community development: A case study from Northern England. *Human Organization* 64(4):340-9.
- Wiber M., Charles A., Kearney J. & Berkes F., 2009. Enhancing community empowerment through participatory fisheries research. *Marine Policy* 33(1):172-9.

Conclusiones

- El grado de control de la población local sobre el proceso, la toma de decisión conjunta con los participantes y el nivel de compromiso y apropiación del proceso de la investigación y acciones que de ésta se derivaron, son condiciones que permiten explicar el elevado nivel de participación local en la investigación desarrollada. Esto sugiere que procesos con características similares podría promover un alto involucramiento de la población local en procesos de investigación y eventualmente de gestión ambiental.
- Los resultados que se derivan de la investigación fueron utilizados por los participantes para cambiar su realidad, principalmente porque los resultados respondieron y confirmaron sus propias preguntas de interés, y porque existió confianza en la investigación realizada de manera compartida.
- Fue importante para lograr una alta participación, tomar decisiones conjuntas entre investigadores y actores locales en etapas iniciales (elección del tema de investigación) y etapas finales (uso políticos de los resultados).
- De los ocho tipos de participación que se describen en esta tesis, los participantes se agruparon en cinco. La propia asistencia a las actividades que previó la IP permitió que los participantes se apropiaran y usaran los resultados, se beneficiaran del proceso, o ambas cosas. Por el contrario, la no asistencia condujo a que el proceso no generara ningún beneficio para el participante, hayan o no usado los resultados.
- La Curiosidad se destaca como el factor que tuvo mayor peso a la hora discriminar los diferentes tipos de participación que tuvieron los actores locales. Además se destacan los factores Educación, Nivel Socio-económico y Edad de los participantes para discriminar los diferentes tipos de participación.
- Se aporta evidencias sobre la importancia que tienen las características del proceso (por ejemplo, existencia de espacios de diálogo y toma de decisión conjunta) para asegurar una elevada participación local en la gestión ambiental. También destaca que para lograr hacer efectiva una amplia participación de actores en el diseño e implementación de procesos participativos importa considerar las características propias de cada persona y sus motivaciones. Estos son aspectos que no siempre son evidentes ni bien reportadas en la bibliografía existente, lo que sugiere que son aspectos sobre la participación social en los que es necesario ampliar y profundizar la investigación existente.
- Se encontraron concentraciones variables de distintos plaguicidas aplicados en la cuenca del PNEFIRU en las matrices músculo de peces, suelo y cera, dentro y fuera del área protegida, lo que confirma que las prácticas de aplicación de estos compuestos en la región no evitan que los mismos sean transportados más allá de su área de aplicación.

- El plaguicida Endosulfán se encontró en peces, cera y suelos con uso sojero, incluyendo depredadores tope de los sistemas acuáticos, como la tararira, lo que evidencia procesos de biomagnificación.
- Los niveles de Endosulfán encontrados en las diferentes especies de peces fueron significativamente mayores en especies con mayor % de contenido graso, en especies detritívoras, y en aquellas que incurren en cuerpos de agua laterales como cañadas y bañados laterales.
- Las mortandades de abejas aumentaron durante los meses de aplicación de insecticidas en la producción de soja, independientemente del tipo de cultivo predominante en el entorno de la colmena (agrícola o forestación). En cambio, la superficie cubierta por ambientes naturales alrededor de las colmenas contribuyó a reducir el número de abejas muertas, lo que sugiere que asegurar el mantenimiento de parches de ambientes naturales en el territorio juega un rol importante en disminuir los impactos de las aplicaciones de plaguicidas sobre otras producciones y el ambiente en general.
- En suelos dentro del área protegida se detectó la presencia de Glifosato y Clorpirifós, que son transportados más allá de su área de aplicación. Ambos compuestos podrían significar un riesgo ambiental en general y en particular para los valores de conservación del área protegida.
- Se constató una elevada residualidad del Glifosato y AMPA en suelos con uso forestal, donde fue registrado incluso luego de tres años desde su última aplicación. Esto contrasta con los tiempos de vida media considerados para estos compuestos generalmente en la bibliografía. Sin embargo, resultados similares fueron también constatados por publicaciones recientes.
- Se destaca la importancia de analizar de manera integral la gestión de plaguicidas, incluyendo tipos de plaguicidas, formas de aplicación y concentraciones permitidas en las aplicaciones, y sus impactos sobre sistemas ambientales, otras producciones y la salud humana.

ANEXOS

Anexo 1.1. Clasificación toxicológica de la Organización Mundial de la Salud, de los plaguicidas sobre la salud humana según exposición aguda al compuesto (OMS, 2009).

Clases toxicológicas	Formulación Líquida DL ₅₀ Aguda (expresada en mg/kg de peso vivo)		Formulación Sólida DL ₅₀ Aguda (expresada en mg/kg de peso vivo)	
	Oral	Dermal	Oral	Dermal
Clase I a Producto Sumamente Peligroso	20 o menos	40 o menos	5 o menos	10 o menos
Clase I b Producto Muy Peligroso	20 a 200	40 a 400	5 a 50	10 a 10
Clase II Producto Moderadamente Peligroso	200 a 2000	400 a 4000	50 a 500	100 a 1000
Clase III Producto Poco Peligroso	2000 a 3000	mayor a 4000	500 a 2000	mayor a 1000
Clase IV Productos que Normalmente no Ofrecen Peligro	mayor a 3000		mayor a 2000	

Anexo 1.2. Plaguicidas analizados, límite de detección y matriz donde se analizó. En el caso de las muestras de miel y cera el screening de compuestos incluyó otros plaguicidas no incluidos en este listado, por no ser estos compuestos que se utilicen actualmente o que se hayan utilizado históricamente en esta zona. Para la matriz peces, el screening incluyó otros plaguicidas organoclorados y PCBs no incluidos en este listado por la misma razón. Un detalle de los screening del laboratorio de Intertek puede ser encontrado en <http://www.intertek.com/analytical-laboratories/>

Plaguicida	Límite de detección (ng g ⁻¹)	Matriz		
		Peces	Miel/Cera	Suelo
AMPA	0.03	-	-	X
Atrazina	0.05	-	-	X
Cipermetrina	0.02-0.10	-	X	X
Clorpirifós etil	0.01-0.02	-	X	X
DDT	0.01	X	X	-
DDE	0.01	X	X	-
Endosulfán alfa	0.01-0.02	X	X	X
Endosulfán beta	0.01-0.02	X	X	X
Endosulfán sulfato	0.01-0.02	X	X	X
Fipronil	0.01-0.02	X	X	X
Glifosato	0.03	-	-	X
λ-Cialotrina	0.01	-	X	-
Malathion	0.01	-	X	-
Mirex	0.01	X	X	-