

Universidad de la República - Facultad de Ciencias

TESIS
MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES

“Manejo Integrado de Cuencas: uso del suelo y repercusiones en la calidad del agua de la Cañada del Dragón en Montevideo rural”



Presentado por:
Ing. Agr. Matilde ACOSTA NOGUEIRA

Orientador: **Lic. Geografía PhD Marcel Achkar**

Co-orientador: **Ing. Agr. MSc. Alberto Gómez**

2013

INDICE	Pág.
INDICE TEMÁTICO	I
AGRADECIMIENTOS	IV
RESUMEN	V
1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 Antecedentes	14
2. HIPÓTESIS DE TRABAJO Y PREGUNTAS A SER RESPONDIDAS	20
3. OBJETIVOS: General y específicos	20
4. MATERIALES Y MÉTODOS	21
4.1 Análisis de las actividades antrópicas que se realizan en la microcuenca	28
4.2 Características del borde de la Cañada	35
4.3 Características de la cuenca en cada uno de los puntos de muestreo	36
4.4 Relación entre calidad del agua, intensidad de uso del suelo, características del borde de la cañada	36
4.5 Problemas ambientales de la cuenca	36
4.6 Aporte al Manejo Integrado de Cuencas a nivel local desde la experiencia del trabajo realizado	36
5. RESULTADOS	37
5.1 Análisis de las actividades antrópicas que se realizan en la microcuenca	37
5.2 Características del borde de la Cañada	45
5.3 Características de la cuenca en cada uno de los puntos de muestreo	47
5.4 Relación entre calidad del agua, intensidad de uso del suelo, características del borde de la cañada	55
5.5 Problemas ambientales de la cuenca	56
5.6 Aporte al Manejo Integrado de Cuencas a nivel local desde la experiencia del trabajo realizado	58
6. DISCUSIÓN	60
6.1 Análisis de las actividades antrópicas que se realizan en la microcuenca	60
6.2 Características del borde de la Cañada	61
6.3 Características de la cuenca en cada uno de los puntos de muestreo	62
6.4 Relación entre calidad del agua, intensidad de uso del suelo, características del borde de la cañada	64
6.5 Problemas ambientales de la cuenca	66
6.6 Aporte al Manejo Integrado de Cuencas a nivel local desde la experiencia del trabajo realizado	69
7. CONCLUSIONES	71
8. BIBLIOGRAFÍA	75

9.	ANEXOS	86
Nº1:	A) Tiempo promedio de supervivencia en los 4 puntos de muestreo	86
	B) Parámetros comunitarios del muestreo de macro invertebrados	86
	C) Valoración de la calidad del agua en la Cañada del Dragón según el índice UyBMWP	86
	D) Clases de calidad, significación del índice BMWP y colores a utilizar en las representaciones cartográficas	87
Nº2:	Ubicación (por coordenadas) de los puntos de muestreo donde se realizaron los análisis de calidad de agua	88
Nº3:	Formulario utilizados para realizar la encuesta	89
Nº4:	Descripción de los grupos de suelo CONEAT	93
Nº5:	A) Estratos, número de padrones y superficie total en cada estrato	94
	B) Selección de padrones a encuestar según estrato de superficie	94
	C) Probabilidad de selección de cada padrón	95
Nº6:	Descripción de los padrones encuestados	96
Nº7:	Características de los productos químicos que se utilizan en la zona según datos de la encuesta realizada (2012-2013)	97
Nº8:	A) Matriz presencia – ausencia	100
	B) Matriz para analizar con Past	102
Nº9:	A) Análisis estadístico utilizando los distintos índices	103
	B) Análisis estadístico complementario	108

INDICE DE TABLAS	Pág.
-------------------------	-------------

Tabla nº 1:	Categorías de uso del suelo	37
Tabla nº 2:	Matriz de similitud entre sitios según diferentes coeficientes de Asociación Índice Jaccard	40
Tabla nº 3:	Categorías de intensidad de uso del suelo: descripción y grado de intensidad de uso en cada uno de los puntos de muestreo	42
Tabla nº 4:	Intensidad de uso del suelo en la microcuenca de la Cañada del Dragón	43
Tabla nº 5:	Detalle de los sistemas de producción según datos de la encuesta realizada	45
Tabla nº 6:	Número de padrones y superficie que drena a cada punto de muestreo	49
Tabla nº 7:	Intensidad de uso en cada uno de los puntos de muestreo	49
Tabla nº 8:	Datos de análisis de calidad de agua e intensidad de uso del suelo en los distintos puntos de muestreo	55
Tabla nº 9:	Propuesta de soluciones e inconvenientes para la implementación de las mismas, según la visión de los productores rurales	58

INDICE DE FIGURAS	Pág.
--------------------------	-------------

Figura nº 1:	Zona de muestreo de residuos de plaguicidas	16
Figura nº 2:	Gráfica de probabilidad de supervivencia de los peces (<i>C. decemmaculatus</i>) en función de los días	18
Figura nº 3:	Pasos metodológicos realizados en este trabajo de tesis	23
Figura nº 4:	Límite de la microcuenca de la Cañada del Dragón y puntos de muestreo donde la Intendencia de Montevideo realiza los diferentes análisis de calidad de agua	25

Figura nº 5:	Grupos de suelos CONEAT comprendidos en la microcuenca de la Cañada del Dragón	27
Figura nº 6:	Uso del suelo en detalle en algunos de los padrones de la microcuenca	29
Figura nº 7:	Padrones seleccionados para realizar las encuestas (borde amarillo)	31
Figura nº 8:	Distribución de los padrones seleccionados y encuestados en la cuenca	32
Figura nº 9:	Uso del suelo en cada uno de los padrones de la microcuenca	38
Figura nº 10A:	Análisis Clúster con Índice de Jaccard	40
Figura nº 10B:	Análisis Bootstrap con Índice de Jaccard	41
Figura nº 11:	Intensidad de uso del suelo de la microcuenca de la Cañada del Dragón	44
Figura nº 12:	Cañada del Dragón y cercanía de los montes frutales a la Cañada	46
Figura nº 13:	Cercanía de montes a la Cañada del Dragón con vegetación de borde que protege el curso de agua	46
Figura nº 14:	Cañada del Dragón protegida con vegetación natural	47
Figura nº 15:	Aporte de cada padrón a cada uno de los puntos de muestreo	48
Figura nº 16:	Intensidad de uso del suelo y características del borde de la cañada en el punto de muestreo CD2	50
Figura nº 17:	Intensidad de uso del suelo y características del borde de la cañada en el punto de muestreo CD3	51
Figura nº 18:	Intensidad de uso del suelo y características del borde de la cañada en el punto de muestreo CD4	52
Figura nº 19:	Intensidad de uso del suelo y características del borde de la cañada en el punto de muestreo CD5	53
Figura nº 20:	Intensidad de uso del suelo y características del borde de la cañada en el punto de muestreo CD6	54
Figura nº 21:	Curso de agua alterado y montes próximos a la fuente de agua	64

AGRADECIMIENTOS

A vos viejo, te la dedico por el apoyo de siempre, también a vos mamá que siempre estás presente.

A Santiago “el flaco”, compañero de la vida, a Ismael y Manuel mis hijitos. A mis hermanos Manuel y Mateo y su familia. A Tona, Adela, la Tía Tere y a la familia toda que siempre me acompaña. .

A los profes y colegas y amigos que me acompañaron, a Marcel Achkar muy especialmente por todo su apoyo, excelente guía, profesor, educador y compañero en este proceso; a, a Alberto Gómez, a Ricardo Martínez, a Darío Padula y Leticia Debera, a Gustavo Saona y los compañeros del laboratorio de la Intendencia de Montevideo, a Walter Norbis, a Cecilia Catalurda, a Elena Cabrera, a Sebastián Vittorino, Valentina Mujica y Florencia Santiñaque.

A los integrantes del tribunal Franco Teixeira de Mello, Roberto Zoppolo y Amalia Panizza, quienes me ayudaron mucho con sus aportes y sugerencias.

A JUMECAL, sus directivos y los productores por su disposición, apoyo y colaboración sin quienes no hubiera sido posible realizar este trabajo. GRACIAS: Angel Mazzarielo, Horacio Rossi, Carlos Camps, Carlos Stanga, Héctor Colman, Lilián Della Onde, Germán Cetrulo, Mirta Martínez, Santiago Briano, Betina y Eduardo Berger y Rosita. Y a Fernando Carbone, Carlos Croce, Eduardo Díaz e Ismael Solari

MUCHAS GRACIAS A TODOS

*Existe un estrecho vínculo entre la pobreza
y la falta de acceso a los recursos de
tierras y aguas.
FAO, 2011.*

RESUMEN

El desarrollo de las ciudades, el incremento de la actividad industrial y el avance de la agricultura intensiva han producido una demanda creciente de agua. En Uruguay el consumo de agua para usos agropecuarios significa el 86% del total. En este contexto es importante una adecuada gestión de los recursos hídricos. Este trabajo se enmarca dentro de las líneas de acción de la Unidad de Montevideo Rural de la Intendencia de Montevideo y del Proyecto Regional "Implementación de un sistema de diagnóstico para evaluar el impacto de la contaminación por plaguicidas en los compartimentos de alimentos y ambientales".

La microcuenca de la Cañada del Dragón es dónde se realiza este estudio y se ubica en Melilla al oeste de Montevideo. El principal uso del suelo es fruticultura, con alta intensidad de uso del suelo y alto uso de agroquímicos. Los productores de la zona y las instituciones involucradas, están interesados en mitigar los problemas ambientales que se presentan. El trabajo avanzó en la comprensión de cómo las actividades agropecuarias, afectan la calidad del agua. El objetivo general fue caracterizar la microcuenca en estudio para interpretar los análisis de calidad de agua vinculándolos a las actividades antrópicas desarrolladas y aportar elementos al Manejo Integrado de Cuenca hacia el manejo sustentable de los recursos naturales.

La metodología consistió en caracterizar la microcuenca mediante el análisis de las actividades antrópicas y la descripción del borde de la Cañada, caracterizando cada uno de los puntos de muestreo donde la Intendencia de Montevideo realizó los análisis de calidad de agua. Con estos elementos se analizó la relación entre el uso del suelo, las características del borde de la Cañada y la calidad del agua. Además se analizaron los problemas ambientales teniendo en cuenta la opinión de los productores. Finalmente se aportan elementos hacia el Manejo Integrado de Cuencas a nivel local.

Los principales resultados fueron: caracterización de la microcuenca según las presiones que reciben las fuentes de agua y del borde de la Cañada destacando su efecto como filtro de contaminantes para preservar la calidad de agua. Se analizaron los datos de análisis de calidad de agua en cada uno de los puntos de muestreo, vinculándolos al grado de intensidad de uso del suelo y las características del borde curso. Se identificaron problemas ambientales de la microcuenca y se realizan sugerencias para mejorar la calidad ambiental de la microcuenca teniendo en cuenta la opinión de los productores, aportando elementos al Manejo Integrado de Cuencas.

Se constata que en los sitios donde es mayor el grado de intensidad de uso del suelo con un mayor uso de productos químicos y a la vez sin protección en las márgenes de la cañada, los niveles de contaminación encontrados son mayores. La determinación de intensidad de uso del suelo permitió mejorar la interpretación de los datos de análisis de agua obtenidos por la Intendencia. Los problemas ambientales percibidos por los productores conciden con el trabajo de caracterización de las actividades antrópicas que se realizó. Destacando que los puntos de muestreo donde el curso de agua tiene vegetación de borde tienen mejores resultados de calidad de agua. De las encuestas surge la preocupación de los productores por mejorar la cantidad y calidad de agua, aspecto fundamental para realizar una buena gestión del recurso hídrico. Los principales problemas mencionados en la cuenca fueron el vertido de desechos y el uso de agroquímicos, a lo que se suma el uso del agua sin una adecuada planificación.

Palabras clave: Grado de intensidad de uso del suelo - Contaminación del agua - Manejo Integrado de Cuencas.

1. INTRODUCCIÓN

La población mundial, aproximadamente 7000 millones de personas, aumentará a unos 9000 millones en 2050 (FAO, 2011). El desarrollo de las ciudades, el incremento de la actividad industrial y el avance de la agricultura intensiva, han producido una demanda creciente de agua. La población mundial y el uso del agua han crecido durante el siglo XX por un factor 3 y 7 respectivamente. Pero se estima que un tercio de la población mundial vive en países que experimentan tensiones, medianas a elevadas, vinculadas al acceso al agua (Agarwal *et al*, 2000). Un quinto de la población mundial no tiene acceso a agua potable segura, principalmente los segmentos más pobres de la población en los países en desarrollo (Agarwal *et al*, 2000). En estos países, la disponibilidad de agua y las condiciones sanitarias en áreas rurales y urbanas representan uno de los desafíos más serios de los próximos años generando un interés creciente por la protección de fuentes de agua y sistemas de suministro adecuados para consumo humano y para la agricultura (Achkar *et al.*, 2004; Flora *et al.*, 2004; Caire, 2008).

En el plano mundial, la mayor parte de las mejores tierras se utilizan para la agricultura; produciendo una degradación progresiva de los sistemas terrestres y acuáticos, los que garantizan la seguridad alimentaria y los medios de vida rurales en el mundo (FAO, 2011). Los cambios en el uso del suelo han deteriorado los recursos naturales, especialmente los recursos hídricos (Guerrero, 2011). Las presiones han alcanzado niveles críticos en algunas zonas y se prevé que el cambio climático empeore la situación (IPCC, 2012; Easterling *et al.*, 2007 en FAO, 2012).

La expansión de la agricultura y la intensificación productiva se han visto favorecidas por el crecimiento sostenido del consumo per cápita desde 1950 (De la Fuente *et al*, 2008). Entre 1961 y 2009, la superficie agrícola mundial creció un 12%, pero la producción agrícola aumentó un 150%, gracias al incremento significativo de los rendimientos de los principales cultivos (FAO, 2011). En América Latina, la producción agropecuaria aumentó más del 50% en el período de 2000 a 2012.

En Uruguay, a partir del año 2002 se da un proceso de expansión e intensificación agrícola (García Préchac *et al.*, 2010) que está modificando los ecosistemas. Se evidencia un aumento de la intensificación agraria principalmente en agricultura y forestación (GEO, 2008; Ceroni, 2013), los cambios más relevantes son a raíz de la expansión del cultivo de soja (GEO, 2008).

También hay una tendencia en la intensificación en ganadería aumentando la superficie de praderas y disminuyendo la de campo natural (GEO, 2008). En resumen, en nuestro país, en los últimos 20 años aumenta la intensidad en el uso de la tierra (GEO, 2008; García Préchac *et al.*, 2010; Achkar *et al.*, 2014)

Actualmente, la agricultura utiliza el 11% de la superficie terrestre del mundo, y su consumo representa el 70% del agua total extraída de acuíferos, ríos y lagos (Folegatti *et al.*, 2010; FAO, 2011; Carpenter *et al.*, 2011); se prevé que la proporción de agua disponible para la agricultura disminuirá hasta un 40% para el año 2050 (OCDE, 2012 en FAO, 2012) así como la disponibilidad de nutrientes como resultado de la degradación física, química y biológica de los suelos (De la Fuente *et al.*, 2008). En Uruguay el principal uso de las fuentes de agua superficiales es el riego con fines agrarios significando un 86% (MVOTMA-DINAGUA, 2011).

La disponibilidad de agua dulce tiene gran influencia en el desarrollo de las sociedades humanas, actualmente agua limpia suficiente y hábitats acuáticos saludables han llegado a ser recursos naturales escasos (Parra, 2009). Sólo el 2,5% del agua de la hidrosfera ($1,386 \times 10^6$ km³) es agua dulce y el 0,26% del agua dulce líquida se encuentra en lagos, embalses y ríos (Carpenter *et al.*, 2011).

En este contexto, el análisis y diagnóstico del funcionamiento del sistema hidrológico resulta muy importante, en especial en las zonas agrarias intensivas, ya que la intensificación y expansión de las prácticas agrícolas han generado diversos impactos ambientales a escala local, nacional y regional (Matson *et al.*, 1997). Con esto se ve limitada la generación de procesos y funciones ecosistémicas, destacándose los vinculados con el estado de los sistemas acuáticos que permiten orientar los sistemas de gestión (Díaz, 2013).

Los mayores impactos y amenazas emergentes de una gestión inadecuada de los recursos naturales, principalmente de la tierra y del agua, son degradación de suelos (baja fertilidad, erosión, drenaje insuficiente, compactación, salinidad y acidez), pérdida de biodiversidad (especies nativas de flora y fauna), favorecer procesos de desertificación destruyendo los ecosistemas naturales, deforestación; afectando los recursos hídricos generando su agotamiento y contaminación (contaminar las aguas superficiales y subterráneas). La tendencia a la intensificación productiva implica también mayor uso de agroquímicos y mayor intensidad en el uso del suelo (González Piedra, 2004; GEO, 2008; Gaspari *et al.*, 2013).

La cuenca hidrográfica resulta un instrumento operativo para la gestión e intuitivo en su definición desde el origen del concepto, que se remonta a mediados del siglo XVIII formulado por Philippe Buache en 1752 en su obra *Essai de Geographie Physique* (Melville, 1997), hasta la actualidad. Se define como el área natural en la que el agua que proviene de la precipitación forma un curso principal, o de otra manera como el territorio que ocupa el curso hídrico principal y sus afluentes, cuyos límites son definidos por la topografía del terreno a partir de las divisorias de agua (Achkar *et al.*, 2004).

Las cuencas hidrográficas son consideradas unidades territoriales adecuadas para la gestión del agua y se utilizan como unidad físico-biológica y socio-económica-política para caracterizar, diagnosticar, evaluar y planificar el uso de los recursos; desarrollando un sistema de gestión ambiental con cooperación y coordinación de actores; en tanto que el predio puede ser el medio adecuado para la intervención y el manejo de los recursos. Esto permite avanzar hacia la gestión integrada de los recursos hídricos, considerando efectos acumulados de los procesos. (Sheng, 1992; Duarte y Pérez Guevara, 1998; Achkar *et al.*, 2004; Winckell y Le Page, 2004; Caire, 2008; Aguirre, 2011). La gestión integrada asegura disponer de agua en cantidad y calidad para conseguir el desarrollo social, económico y productivo de manera sustentable (MVOTMA-DINAGUA, 2011).

La cuenca está conformada por componentes biofísicos (agua, suelo, etc.), biológicos (flora y fauna) y antrópicos (socioeconómicos, culturales, institucionales, etc.) interrelacionados en forma compleja, donde cualquier alteración cualitativa o cuantitativa de alguno de los componentes incidirá en el funcionamiento global del sistema (Ramakrishna, 1997; Londoño, 2001; Van Wambeke, 2006; Gaspari *et al.*, 2013). Los servicios ambientales de una cuenca son diversos y dependen de la zona en estudio, algunos son: suministro de agua para producción de alimentos (ej. riego), consumo humano, mantener recursos genéticos (flora y fauna del lugar); regulación del aire, clima, agua; culturales como recreación, religioso, educativo, identidad y servicios de base como la formación de suelos (Quintero Burgos, 2011).

Al interior de las cuencas, por las divisorias de agua de un afluente, se pueden delimitar subcuencas y microcuencas, que constituyen el sistema de drenaje de las corrientes de agua principales y facilitan la implementación de sistemas de gestión territorial (Achkar *et al.*, 2004; Caire, 2008). Es importante trabajar en escalas pequeñas por el tiempo que tarda en responder el ecosistema y porque permite entender de manera precisa la sustentabilidad o resiliencia de un

territorio respecto al conjunto de acciones antrópicas (Cotler, 2004; Alatorre Monroy, 2011). Además trabajar a escala de microcuenca facilita la percepción de la comunidad sobre las interacciones existentes entre la producción y el comportamiento de los recursos naturales; permite que los usuarios del agua perciban la relación que hay con el uso directo de la tierra; facilita el establecimiento de un proceso productivo organizado; posibilitando interacciones entre instituciones que prestan servicios a las comunidades (Van Wambeke, 2006).

En función de las características naturales y los principales usos agropecuarios en el país, es necesario definir estaciones de referencia en microcuencas pareadas, que cumplen un doble propósito: evaluar los efectos de los principales usos del suelo sobre la calidad y cantidad de los recursos hídricos superficiales e incorporar y validar a nivel nacional bioindicadores (UDELAR/Mesa de Recursos Hídricos, 2007). La opción técnica debe tener en cuenta las interacciones entre los recursos naturales y el impacto generado (Van Wambeke, 2006).

Entonces, tiene ventajas trabajar a nivel de microcuenca sobre todo en lo que refiere al empoderamiento y estrategia para solucionar la problemática que se presenta. El manejo por subcuenca (o microcuencas) permite la participación de mayor número de usuarios y las decisiones que se tomen en estos comités serían mucho más consensuadas y participativas. De esta manera, los grupos al ser consultados, elaborarían los planes de manejo considerando la problemática local y sus soluciones, estarían acordes con la realidad; por lo tanto, los objetivos que guíen el plan y el trabajo realizado darán un nivel de mayor confianza a los generadores de la propuesta (Quintero Burgos, 2011). También hay algunas desventajas y refieren básicamente a que no siempre las formas de organización territorial existentes coinciden con la microcuenca; que las comunidades que viven en las divisorias de agua utilizan las tierras de dos microcuencas y que los límites políticos administrativos no coinciden con las cuencas, subcuencas o microcuencas (Van Wambeke, 2006).

En Estados Unidos se define el Manejo de Cuencas como "el arte y la ciencia de manejar los recursos naturales de una cuenca con el fin de controlar la descarga de agua en calidad, cantidad y tiempo de ocurrencia", o bien, como "la aplicación de técnicas modernas de conservación al drenaje de la cuenca". Son enfoques referidos a realidades específicas con objetivos específicos hacia la gestión de los recursos hídricos y el control de la erosión hídrica (Gaspari et al., 2013).

La mayoría de los países en desarrollo y en particular los de América Latina, presentan características muy diferentes y particulares. Las experiencias de manejo de cuencas se han ido adaptando a cada una de las realidades ambientales, socio económicas, culturales y políticas de los países de la región; a partir de la década de 1980, se incorporó la visión ecosistémica y de participación social, en un marco conceptual de desarrollo sustentable, donde la cuenca hidrográfica se presenta como un espacio idóneo donde interactúan los sistemas físico-bióticos y socio-económicos (Cotler, 2004; Gaspari et al., 2013). En estos países se pasó de una visión centrada en la gestión de los recursos hídricos a considerar los recursos asociados al agua y para finalmente incorporar a los habitantes de la cuenca (Gaspari et al., 2013).

El concepto de Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas se define como el conjunto de esfuerzos para identificar y solucionar la problemática causada por el mal uso de los recursos naturales renovables y se basa en lograr un mejor desarrollo de la sociedad humana y su calidad de vida. El manejo adecuado de la cuenca brinda beneficios a la sociedad, ofrece servicios que son aprovechados por la comunidad local y regional (Gaspari *et al*, 2013)

Es un instrumento que asigna especial importancia a la resolución de los conflictos de intereses entre los que están vinculados con el recurso aguas arriba y aguas abajo (Agarwal *et al.*, 2000). Por tanto es un instrumento de planeación y gestión que resulta muy útil para enfrentar los problemas ambientales en un territorio y mantener la calidad del agua adecuando las actividades humanas para poder conservar los ecosistemas, integrando a diferentes actores (Caire, 2008; Cotler, 2004). Se puede concebir como la formulación y aplicación, tanto aguas abajo como aguas arriba, de un conjunto integrado de acciones en la búsqueda del desarrollo sostenible (Gaspari *et al.*, 2013). Además la gestión integrada está directamente vinculada al Ordenamiento Ambiental del Territorio¹ donde progresivamente se consideran a las cuencas hidrográficas como unidades ambientales en sus distintos niveles: macrocuenca, subcuenca y microcuenca; ecosistema y ecotono, unidad edafológica, costa, lagunas, lagos, etc. (Achkar *et al*, 2004).

El manejo integrado de cuencas es un proceso de gestión que la sociedad realiza en un determinado sistema hidrográfico para aprovechar y proteger los recursos naturales que le ofrece, con el fin de obtener una producción óptima y sostenida. A su vez permite comprender y analizar las distintas dimensiones del ambiente y coordinar acciones para controlar los impactos

¹ Ordenamiento Ambiental del Territorio es un proceso dinámico dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los RRNN en el territorio a escala nacional y local; considerando el equilibrio ecológico y proteger el medio ambiente y la calidad de vida de la sociedad" (Chabalgoity, 2002)

provocados por las actividades humanas que afectan el equilibrio y la funcionalidad de la cuenca, minimizando los efectos ambientales negativos sobre el recurso hídrico que la población utiliza (Gaspari et al, 2013).

Las acciones se dirigen a mejorar el aprovechamiento de los recursos naturales con fines productivos, a prevenir y controlar procesos de contaminación del agua y a la conservación y restauración de ecosistemas contribuyendo a la toma de decisiones en forma preventiva y a la implementación de un modelo de desarrollo sustentable lo que implica que se consideren las múltiples dimensiones (económica, biológica, política, espiritual y cultural) en su abordaje (Eguren *et al.*, 2002; Caire, 2008; Folegatti *et al.*, 2010).

La participación real en la gestión de los recursos hídricos se logra sólo cuando los interesados forman parte del proceso de toma de decisiones, cuando las comunidades locales se organizan para llevar a cabo la elección de sistemas, de la provisión, la administración y el uso del agua (Agarwal *et al.*, 2000; Jaspers, 2013). Los agricultores son importantes agentes de cambio, ellos están forzosamente comprometidos con la planificación y la gestión sostenibles de la tierra y el agua (FAO, 2011); son un componente esencial para el desarrollo, desde el planeamiento hasta la implementación de los programas, que involucran la administración de recursos a largo plazo (Flora *et al.*, 2004). Es importante que los productores sean protagonistas de la gestión de los bienes naturales y culturales que hay en un territorio; combinando saberes científicos y técnicos con los saberes de las comunidades locales; es fundamental es resolver problemas “sentidos” por los productores pertenecientes territorialmente a las unidades hidrográficas que van a ser analizadas, planificadas y gestionadas con criterios de conservación de suelos y aguas (Cayssials, 2002; Achkar *et al.*, 2004; CLAES *et al.*, 2008; FAO, 2011).

Uno de los mayores problemas en la gestión de los recursos hídricos es la polución del agua que está vinculada inherentemente a las actividades humanas (Agarwal *et al.*, 2000). La calidad del agua se puede ver afectada por descargas puntuales y no puntuales de nutrientes, metales pesados, productos fitosanitarios, entre otros, que provienen de las actividades urbanas, industriales y agrícolas; estas descargas tienen efectos sobre los componentes bióticos y abióticos de los sistemas acuáticos (Achkar *et al.*, 2004; Teixeira de Mello, 2007; Oliveira Melo y Fehr, 2009). Como los sedimentos son transportadores de nutrientes y de sustancias potencialmente contaminantes, el aumento del flujo de sedimentos hacia los cursos de agua

tiene un efecto negativo en los medios de subsistencia y en la salud de la población (Vigiak *et al.*, 2007).

Algunos de los efectos más comunes en el agua derivados de los cambios en el uso del suelo, son el aumento de materia orgánica y de la demanda biológica de oxígeno; cambios en la temperatura y en la carga de sedimentos del curso de agua; salinización; cambios en el caudal, y cargas de sustancias químicas tóxicas como fertilizantes y plaguicidas (Achkar *et al.*, 2004; Oliveira Melo y Fehr, 2009; CCA, 2011). Los cambios en la cobertura del suelo, en las zonas rurales intensivas, son identificados como una de las principales causas de estos procesos y amenazan la diversidad biológica, contribuyen al cambio climático y alteran el funcionamiento del sistema hidrológico y sus servicios (De la Fuente *et al.*, 2008). El deterioro de la calidad de los territorios que operan como reservorios de agua influye sobre el uso potencial del agua, la salud humana y el funcionamiento de los sistemas acuáticos, reduciendo así la efectiva disponibilidad e incrementando la competencia entre usos por agua de calidad adecuada (Agarwal *et al.*, 2000).

En la producción agrícola intensiva el uso indiscriminado de agrotóxicos y fertilizantes en el suelo acarrea la contaminación del agua, del suelo y del ambiente en general, además del hecho de que los efectos de su uso en forma sostenida a largo plazo son poco conocidos (Oliveira y Fehr, 2009; Núñez y Maeso, 2010). La intensidad en el uso del suelo afecta la exportación de nutrientes desde la cuenca hacia los sistemas acuáticos siendo los usos del suelo de mayor intensidad en la utilización de insumos, los que generan los mayores volúmenes de exportación (Díaz, 2013).

Los agrotóxicos, dependiendo de la intensidad y racionalidad con que se usan, han afectado la calidad del ambiente en particular: suelos, aguas, atmósfera, flora y fauna. De acuerdo al sistema de diseño de producción convencional, el manejo de los cultivos requiere la aplicación de algún tipo de plaguicidas (Núñez y Maeso, 2010). Los pesticidas son introducidos en el ambiente para propósitos específicos pero; solo un 50% de lo aplicado queda retenido en el cultivo, el resto de lo aplicado muchas veces llega a compartimentos ambientales no deseados, como los sistemas acuáticos por escorrentía o lixiviación (Bruno, 2003; Núñez y Maeso, 2010).

Dependiendo de características ambientales (precipitaciones, topografía, tipo de suelos) y propiedades físico químicas (solubilidad en agua, presión de vapor) del producto, el mismo pueden llegar al agua de escurrimiento superficial e incluso a aguas subterráneas. Es importante

mencionar que hay plaguicidas más persistentes que otros dependiendo del proceso de degradación por agentes físico-químicos y biológicos (Machado *et al.*, 1992; Núñez y Maeso, 2010).

El impacto de los plaguicidas en el ambiente depende de: sus características, frecuencia de uso, forma de aplicación, dosis empleada y extensión del área de aplicación. En los cultivos intensivos (como la producción frutícola) es donde se usa mayor cantidad de plaguicidas por unidad de superficie y tienen impactos muy importantes a escala local; es muy alto el uso si lo comparamos con otras producciones agropecuarias (Maeso *et al.*, 2007; GEO, 2008). Se generan grandes cantidades de desechos: envases vacíos, restos de productos, productos vencidos o en mal estado, almacenamiento indebido, ocasionando problemas ambientales como el lixiviado hacia los cursos de agua o reservorios hídricos (Mondino, 2002; Achkar *et al.*, 2004).

Además en la región hortifrutícola de Uruguay el uso de estos productos presenta falta de información, educación y regulación acordes a los efectos que los productos tienen sobre la salud humana y el ambiente (Machado *et al.*, 1992; Mondino, 2002). Las descargas de contaminantes desde las zonas agrícolas se caracterizan por ser difusas y dependen fuertemente de las precipitaciones, del tipo de suelos y de los períodos de aplicación de los agroquímicos provocando que el ingreso de dichos contaminantes por escurrimiento o lixiviación no sea constante en el tiempo ni en el espacio (Di Guardo *et al.*, 1994; Hernández, 2013). Los equipos de aplicación de plaguicidas en frutales son casi en su totalidad atomizadoras, que generan tamaños de gota pequeños favoreciendo su penetración en el follaje mejorando el control sanitario y aumentando la deriva aérea del producto (IAEA y CAMM, 2011).

En fruticultura se usan varios productos categoría I y II (grado de toxicidad más alto), no obstante hay interés por realizar un plan de producción que vaya hacia el uso de productos químicos más inocuos, o al uso de técnicas más amigables con el ambiente y la salud. Hay experiencia aprendida que se debe tener en cuenta en producción integrada, como el uso de feromonas, realizada en el año 2000 con el apoyo de PREDEG-GTZ donde participaron 175 productores (Caputti y Canessa, 2012).

También es importante mencionar y considerar el borde del curso de agua que se estudia. La vegetación ribereña cumple una serie importante de servicios ambientales (Karssies y Prosser, 1999; Mander *et al.*, 2005): aumentando la infiltración e incrementando la rugosidad de la

superficie, reduciendo el volumen y la velocidad de la escorrentía; protegiendo las márgenes de los cursos de agua y los suelos ribereños de la erosión; filtrando las partículas sólidas; absorbiendo los contaminantes y tomando los nutrientes relacionados con los sedimentos o los que se encuentran disueltos, antes de que lleguen al curso de agua (IAEA y CAMM, 2011). En el paisaje, los montes ribereños son corredores localizados en la interfaz de los ecosistemas terrestre y acuático actuando como conductos, filtros o barreras controladores de flujos de agua, sedimentos y nutrientes. (Vigiak *et al.*, 2007; Hernández, 2013).

La efectividad de la vegetación ribereña en el filtrado de los contaminantes depende de varios factores, entre ellos, los ritmos de los flujos entrantes, la estructura, la densidad y la composición del terreno; el tamaño de la partícula de sedimento, los medios hidrológicos y topográficos del área ribereña; la densidad, altura, el ancho y el tipo de vegetación (Karssies y Prosser, 1999; Mander *et al.*, 2005; Vigiak *et al.*, 2007). El garantizar las funciones ecológicas ribereñas es importante para la ordenación apropiada de los recursos naturales (Mander *et al.*, 2005). La restitución de la vegetación de los bordes de arroyos y cañadas tiene incidencia para garantizar la calidad del agua y la protección del curso. Mayoritariamente los protocolos siguen un diseño en tres zonas: una primera con árboles o arbustos contra el curso de agua, una segunda con árboles o arbustos sin contacto directo con el curso y una tercera con pastos y otras herbáceas; proponiendo diferentes anchos para estas franjas, con un mínimo de 20 metros para zonas agrícolas (Missouri, 2005 en IAEA y CAMM, 2011).

1.1 Antecedentes

Este trabajo de Tesis se realizó en la microcuenca de la Cañada del Dragón, ubicada en Montevideo rural, en Melilla; en el marco del proyecto patrocinado por el International Atomic Energy Agency (IAEA)², “Implementación de un sistema de diagnóstico para evaluar el impacto de la contaminación por plaguicidas en los compartimentos de alimentos y ambientales” (Proyecto ARCAL/5/053). Se implementa en el periodo 2009 a 2013 junto a 18 países y con la participación de varias Instituciones (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA - Las Brujas), Dirección General de la Granja (DIGEGRA), Universidad de la República (UDELAR - Facultad de Química), Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), Mercado Modelo (CAMM – Comisión Administradora del Mercado Modelo) e Intendencia de Montevideo (Laboratorio Bromatología, Laboratorio de Calidad Ambiental, Unidad Montevideo Rural).

² Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA)

En los trabajos realizados en las zonas de producción intensiva en Uruguay, se han encontrado concentraciones de los insecticidas Azinfos-metil y Paratión etílico en agua; en zonas de frutales y viñedos contigua a Joanico, por encima de los umbrales máximos para la vida acuática (Bruno, 2003).

Los productos organofosforados son los más usados en la microcuenca de la Cañada del Dragón (Cobo, 2002) en alta dosis y con alta frecuencia (Pistone, 2005). En los años 2004-2005 con el modelo soilfug se demostró que en algunos periodos del año en la cañada puede haber niveles de Metil azinfos y Mancozeb tóxicos para *Daphnia magna* y los ensayos provocaron toxicidad crónica en *D. magna* (Maezo *et al.*, 2007).

En la microcuenca de la Cañada del Dragón, se han realizado algunos trabajos relacionados con el impacto ambiental de los plaguicidas, por estar ubicada en la principal zona productora de frutas de hoja caduca del país e inserta en el área metropolitana de Montevideo y en la cuenca del Río Santa Lucía. En estos trabajos se destaca que los plaguicidas más utilizados en la zona son Metil Azinfos, Metil, Parathion, Carbaril, Mancozeb y Captan. Asimismo es ampliamente utilizada la aplicación de fertilizantes (urea, fosfatados, etc.) que pueden ser una fuente adicional de contaminación (Pistone, 2005; IAEA y CAMM, 2011).

En lo que refiere a metales pesados³, se detectaron altos niveles de cromo y cobre en sedimento. Una de las posibles fuentes de contaminación con cromo es la utilización de superfosfato y el alto nivel de cobre es consistente con la histórica y actual aplicación de plaguicidas en base a dicho metal (IAEA y CAMM, 2011). El cromo utilizado en la fabricación de los fertilizantes puede pasar a diferentes compartimentos ambientales; suelo, agua y peces (Arauzo *et al.*, 2003 y Rocchetta, 2013). En lo que refiere al cobre la aplicación de oxicloruro de cobre como fungicida y sus características de insolubilidad tiende a que se acumule dando lugar al incremento de su concentración (IAEA y CAMM, 2011)

³ La determinación de metales se realizó en cuatro sustratos: suelo, sedimento, agua y pulpa de caracol (*Ampularia*). Las concentraciones de los elementos se expresan en base a la masa de suelo seco. El método analítico utilizado en todos los casos fue Fluorescencia de Rayos X dispersiva en Energía – EDXRF.

En el agua de la cañada del Dragón se encontraron residuos de plaguicidas⁴: Iprodione en época de no aplicación, pero que se usa para baño post-cosecha de manzanas. Se cuantificaron residuos de Metil azinfos en dos muestras de agua de escorrentía y se detectaron en el agua de la cañada capturada por rebose. Asimismo, se detectó en una de las muestras Tetrahydroptalamida, producto de la degradación de Captan. Las zonas de muestreo del Proyecto ARCAL/5/053 (IAEA y CAMM, 2011) se observan en la Figura 1: la zona 1 corresponde a suelo principalmente desnudo (tratada con herbicidas) y la zona 2 está ubicada en una zona empastada, básicamente captando agua que escurre en la entrefila.



Fuente: Proyecto ARCAL/5/053 (IAEA y CAMM, 2011)

Figura 1: Zonas de muestreo de residuos de plaguicidas

Entre el año 2010 y el año 2011 se realizó un monitoreo en la Cañada del Dragón en el que se efectuaron varios bioensayos⁵ en distintos puntos de muestreo (Figura 3 y Anexo 1). Se seleccionaron inicialmente 5 sitios de muestreo (CD1 a CD5) en el primer período de muestreo (octubre 2010). En el segundo período de muestreo, el punto CD1 fue descartado por ausencia de agua y se incorporaron CD6 y un tajamar de la cuenca (T1) (Espínola y Saona, 2011). Es

⁴ Para determinar residuos de plaguicidas las muestras de agua fueron tomadas mediante tres métodos: inmersión, rebose y escurrimiento (runoff). La metodología utilizada fue la expuesta por el Dr. Stefan Jergentz (Training workshop on environmental toxicology, FAO/IAEA Vienna November 2007 – Field sampling, Dr. S. Jergentz; en Proyecto ARCAL/5/053).

⁵ Los bioensayos son pruebas que utilizan organismos vivos para medir el efecto de una sustancia, factor o condición, comparando la situación antes y después del experimento. Los limnocorales son una herramienta de monitoreo continuo que permite evaluar los efectos de toxicidad crónica y además la captación de eventos puntuales de exposición a contaminantes (Espínola y Saona, 2011). El limnocorral de *Daphnia magna* consiste en un tubo de PVC (≈250 mL) con tapas en los extremos y una perforación lateral con malla. Los individuos utilizados eran adultos de más de 10 días. Se colocaron dos limnocorales para *D. magna* en los puntos CD2, CD3, CD5, CD6 y en la fuente del laboratorio (Espínola y Saona, 2011). En el limnocorral de *Cnesterodon decemmaculatus* los individuos utilizados correspondieron a juveniles menores a 15 mm de longitud estándar. El monitoreo se realizó en 4 sitios de la cañada del Dragón (CD2, CD3, CD5 CD6) y un sitio control a la intemperie en la fuente del Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental. En cada sitio se colocaron 3 jaulas con 10 peces cada una y fueron revisadas semanalmente (Espínola y Saona, 2011 y Com. Pers. Gustavo Saona, junio 2013).

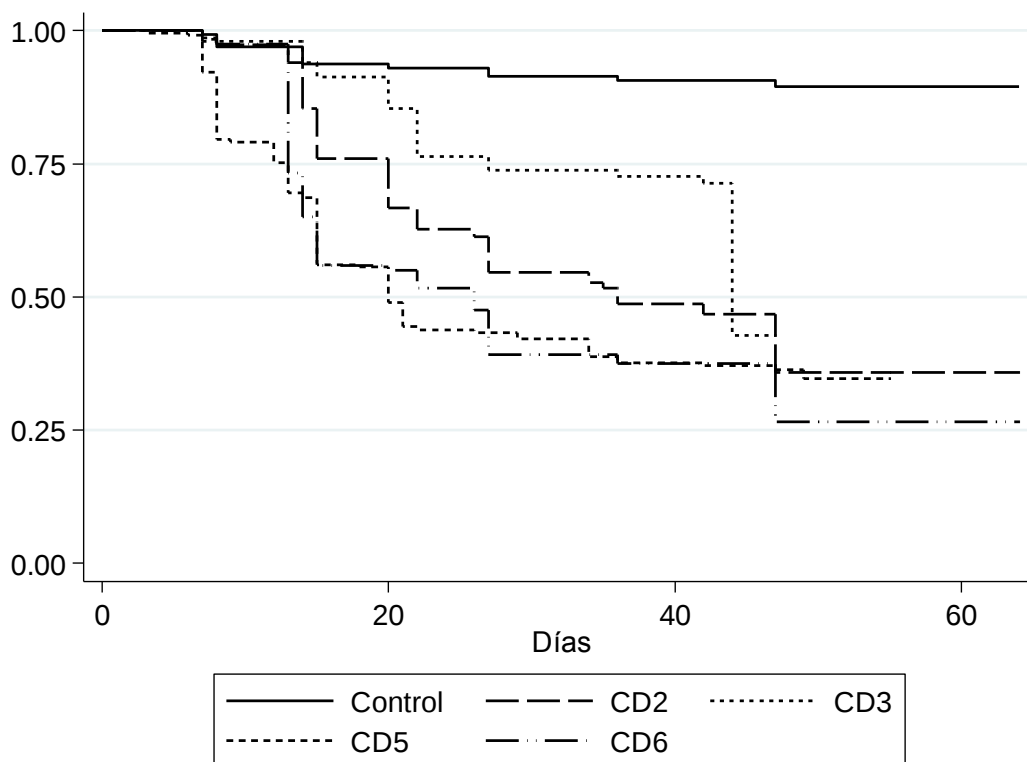
importante mencionar que hay tomas de agua desde el A° Las Piedras hacia la Cañada del Dragón (entre los puntos CD4 y CD5) y se recurre a ellas en momentos donde disminuye la cantidad de agua del curso en estudio y la demanda para riego es alta (Com. Pers. Ing. Agr. Alberto Gómez, 2013).

En los bioensayos practicados en las muestras de agua tomadas al final de la cuenca se encontraron síntomas de toxicidad crónica en *Daphnia magna* en varias oportunidades, lo que indica la existencia de cierto nivel de contaminación en el agua de escurrimiento superficial; si bien las pruebas biológicas realizadas no permiten identificar el agente causal de la contaminación, es muy probable que sea por contaminantes que llegan a la fuente de agua por el uso de pesticidas (Com. Pers. Gustavo Saona, 2013).

A partir de los datos de los bioensayos que indicaron posibles problemas de contaminación del agua, se resolvió seguir con los muestreos y se continuó con los limnocorales de *Cnesterodon decemmaculatus*. Los datos de calidad de agua recabados por el Laboratorio de Calidad Ambiental de la Intendencia de Montevideo en 5 períodos de muestreo (Primero: 16/11/2010 al 13/12/2010, Segundo: 11/2/2011 al 30/3/2011, Tercero: 16/2/2012 al 11/4/2012, Cuarto: 10/10/2012 al 13/12/2012, Quinto: 6/2/2013 al 20/3/2013) reflejan la tendencia de lo que ocurre con los análisis en limnocorales en la microcuenca (Figura 2 y Tabla 1) (Com. Pers. Gustavo Saona, 2013).

En la gráfica que se presenta se muestran los resultados obtenidos en bioensayos de campo con *Cnesterodon decemmaculatus* en la Cañada del Dragón en períodos de cosecha estival (2013), se visualiza la probabilidad de supervivencia a partir de los resultados de los limnocorales de *C. decemmaculatus* (Figura 2). El monitoreo de la Cañada del Dragón se realizó con jaulas con peces en los diferentes sitios y en el control⁶ (el número de peces utilizado fue 779).

⁶ Control: Fuente de agua de la IM, Laboratorio de Calidad Ambiental



Fuente: Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental (ECCA de Intendencia de Montevideo) y Organización Internacional de Energía Atómica (Proyecto ARCAL/5/053) (datos no publicados)

Figura 2: Gráfica de probabilidad de supervivencia de *Cnesterodon decemmaculatus*

Se muestra cómo disminuye la probabilidad de supervivencia, o sea de que un pez permanezca vivo, en un determinado sitio, con el paso del tiempo (la estimación del tiempo medio de supervivencia presenta un intervalo de confianza del 95%) (Proyecto ARCAL/5/053, s/p).

La probabilidad de supervivencia es menor en los sitios de la zona baja de la cañada (CD5 y CD6). Todos los sitios presentan una mortalidad significativa que reduce el tiempo de supervivencia entorno al 50% del tiempo del sitio control. Los sitios CD2 y CD3 presentan una afectación algo menor (39 días en promedio) y luego le sigue CD6 y CD5 con un tiempo promedio menor (33 y 30 días respectivamente) (Anexo 1A) (Com. Pers. Gustavo Saona, 2013).

Otros antecedentes en la zona surgen del proyecto “Biomonitoreo de la Cañada del Dragón mediante macroinvertebrados bentónicos” realizado en el año 2013. Se utiliza el índice biótico BMWP (Biological Monitoring Working Party) que fue diseñado para evaluar la calidad del agua mediante macroinvertebrados bentónicos. Se basa en la asignación de valores de tolerancia a la

contaminación comprendidos entre 1 (familias muy tolerantes) y 10 (familias intolerantes) a las familias de macroinvertebrados acuáticos (Miliarium Aureum, 2011)⁷.

El uso de macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua empezó hace más de 100 años en Europa; constituye una herramienta muy operativa y de relativamente bajo costo (Springer, 2010). Es usado en varios lugares como Valencia, Cuba, Brasil, Catamarca, Colombia, entre otros (Rueda et al., 1998; Naranjo López et al., 2005; Monteiro Rezende et al., 2008; Tomasi et al., 2010; González Meléndez et al., 2013).

Se elaboró el UyBMWP, índice adaptado a condiciones de Uruguay. Los resultados del muestreo definitivo en el que se determinaron los parámetros comunitarios se presentan en el Anexo 1B (García, 2013). Se detectó una disminución de la abundancia de especies hacia la desembocadura pasando de 2737 individuos en el punto CD2 a 132 individuos en el punto CD6; la diversidad fue máxima aguas arriba (en CD2) y la menor fue en los últimos dos sitios (CD5 y CD6) y se observó un aumento de la riqueza aguas arriba lo que indicó que las condiciones ambientales son más favorables a medida que disminuye el impacto sobre la Cañada (García, 2013).

Los resultados de los análisis realizados presentan valores de índice bentónico que permiten inferir valores de calidad de agua de dudosa a crítica en la Cañada del Dragón, significando un nivel de aguas muy contaminadas en los puntos CD5 y CD6 y aguas contaminadas en los puntos aguas arriba (CD2 y CD3), se presentan las clases de calidad según el índice BMWP en el Anexo 1 CyD. (García, 2013). En el año 2004 también se detectaron problemas de degradación ambiental según el índice biótico BMWP (Boccardi, 2004).

A partir de los resultados del Proyecto ARCAL/5/053 (IAEA y CAMM, 2011), el principal desafío es pasar de la evaluación al diseño de medidas que permitan reducir el impacto ambiental de la agricultura en la microcuenca. Con los análisis de agua existentes y la información generada por las diferentes instituciones, este trabajo pretende aportar elementos para la construcción de soluciones frente a los problemas ambientales que se detectan. En coordinación con la Unidad de Montevideo Rural se busca identificar lineamientos para orientar procesos participativos con

⁷ Este bioíndice considera solo la presencia de las familias y el resultado se debe a la suma de las tolerancias presentes para cada una, la suma de los valores obtenidos para cada familia detectada en un punto aporta información sobre el grado de contaminación del punto estudiado. La practicidad del índice y su información hizo que se lo adaptara para otras regiones teniendo en cuenta las familias propias de cada lugar.

la población local, hacia un manejo integrado de la microcuenca de la Cañada del Dragón, aportando elementos que permitan implementar en Uruguay procesos de manejo integrado de los recursos hídricos.

2. HIPÓTESIS DE TRABAJO Y PREGUNTAS A SER RESPONDIDAS

Ho: La calidad del agua, en los distintos tramos de la Cañada del Dragón, varía según la distribución espacial de la intensidad de las actividades antrópicas que se realizan en la microcuenca.

¿Qué efecto tiene la distribución espacial de las actividades agropecuarias con diferente intensidad de uso, que se realizan en la microcuenca, en la calidad del agua?

¿Con los elementos relevados en este trabajo, es posible plantear propuestas para la mejora de la calidad de agua de la microcuenca?

3. OBJETIVOS: General y específicos

Objetivo General

Caracterizar la microcuenca en estudio para interpretar los análisis de calidad de agua vinculándolos a las actividades antrópicas desarrolladas y aportar elementos al Manejo Integrado de Cuenca, enfoque utilizado para hacer el abordaje metodológico.

Objetivos Específicos

1. Analizar, en conjunto con los actores locales, las actividades antrópicas que se realizan en la Cañada
2. Estudiar las características del borde del curso de agua en estudio
3. Caracterizar los puntos de muestreo de calidad de agua seleccionados en la microcuenca
4. Ver relación de calidad del agua, actividades antrópicas y características del borde del curso
5. Analizar la información existente e identificar las principales causas de contaminación considerando la opinión de los actores locales.
6. Aportar elementos al Manejo Integrado de Cuencas a nivel local, que surgen de la experiencia de este trabajo

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La Cañada del Dragón se ubica en el departamento de Montevideo (Melilla), en la porción baja de la cuenca del Río Santa Lucía, presenta una cuenca de 14,67 Km² (longitud máxima 10,6 Km y ancho medio 2,2 Km) y la longitud de su cauce es de 13,67 Km, naciendo en la zona de Lezica y desembocando en el Arroyo Las Piedras (Teixeira de Mello, 2002; IAEA y CAMM, 2011). Según datos del Instituto Nacional de Estadística, Melilla tiene una densidad poblacional de 196 hab/km² (INE, 2004). El Laboratorio de Calidad Ambiental y la Unidad de Montevideo Rural realizaron análisis del agua en la Cañada del Dragón en cinco puntos de muestreo (Figura 3 y Anexo 2).

Uno de los aspectos más importantes para planificar la gestión de los recursos hídricos es conocer la geología, el tipo de suelos y la vegetación que protege las vertientes en una cuenca (Hernández, 2013). La microcuenca se encuentra básicamente sobre dos formaciones geológicas: Formación Libertad y Formación Dolores. La primera cubre gran parte de la superficie, caracterizada por lodolitas, loess y fangolitas, con arenas y arcillas pardas a pardo rojizas, que son un excelente material madre para la generación de suelos con alta aptitud agropecuaria (IAEA y CAMM, 2011), con drenaje moderado a imperfecto y alta capacidad de retención de sustancias potencialmente contaminantes (González-Sánchez *et al*, 2013).

La Cañada del Dragón tiene un cauce de poco caudal, pero salvo años excepcionales su cauce no se interrumpe, aunque en años secos disminuye el flujo del agua; en momentos de estiaje el caudal del curso principal de la cañada disminuye, reduciendo su capacidad para ser utilizado como fuente de riego de los montes frutales ubicados en predios con costa sobre la cañada (IAEA y CAMM, 2011). A lo largo del cauce se han realizado excavaciones en su lecho para almacenar agua y se han construido algunas represas (IAEA y CAMM, 2011). Los montes ribereños de la cañada han sido sometidos a la tala indiscriminada por lo que son inexistentes o tienen pocos metros de ancho (Missouri, 2005 en IAEA y CAMM, 2011), característico de las zonas con producción intensiva, donde muchas veces la acción antrópica hace desaparecer la vegetación natural (Oliveira Melo y Fehr, 2009).

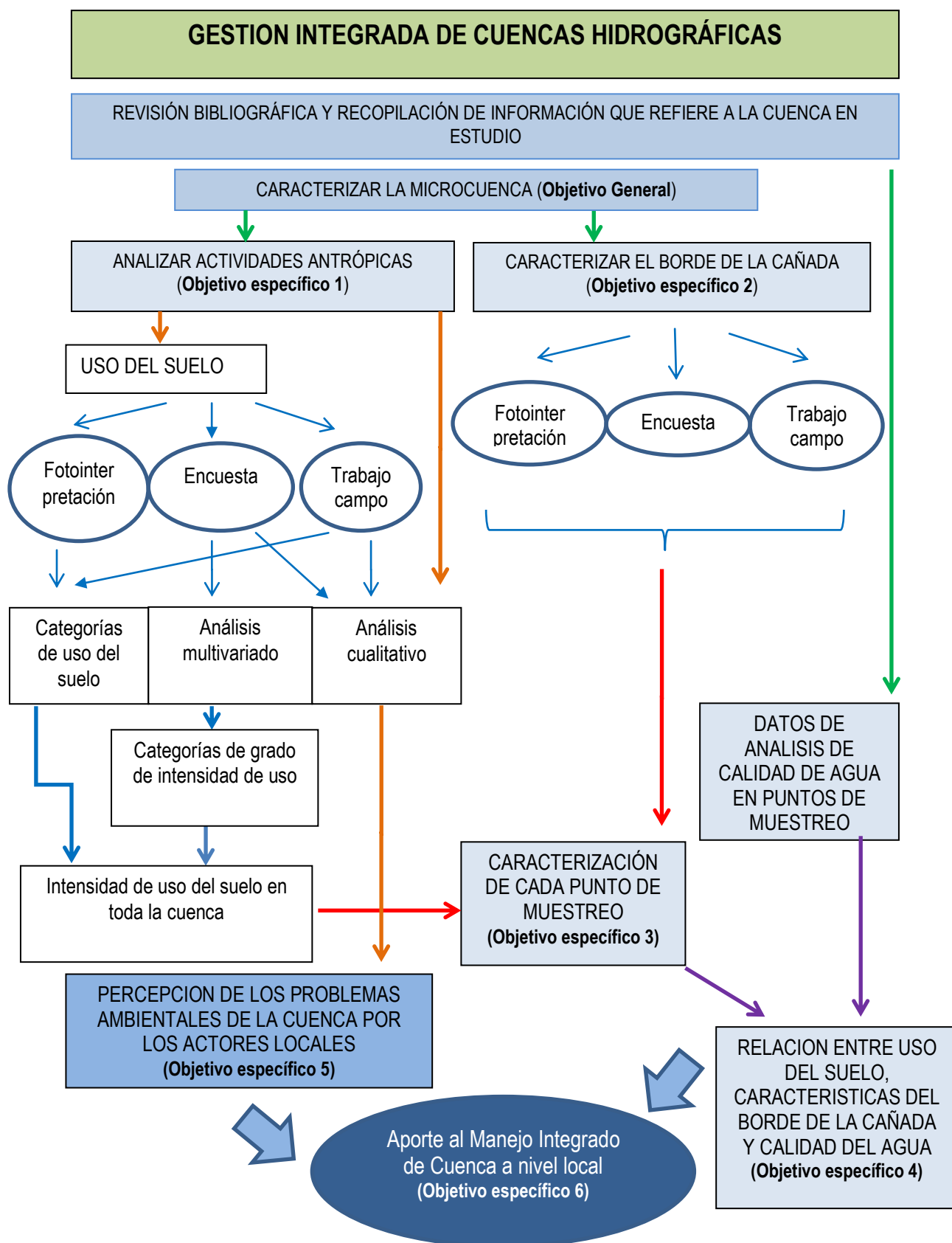
La mayor parte de los productores con costa sobre la cañada poseen un buen nivel tecnológico, la cercanía a una estación experimental del INIA, la DIGEGRA y una cooperativa de arraigo en la zona Juventud Melilla Cooperativa Agraria Limitada (JUMECAL) han contribuido a desarrollar una cultura tecnológica importante. Es así que algunos productores ribereños forman parte de un proyecto que se plantea disminuir la utilización de plaguicidas mediante la implementación de técnicas de confusión sexual para el control de plagas, en coordinación para su ejecución con el INIA y la Facultad de Agronomía -UDELAR (IAEA y CAMM, 2011).

Aspectos metodológicos

En este tipo de abordaje es importante utilizar conceptos y herramientas integradoras que nos oriente en las investigaciones ya que las cuencas son sistemas complejos, dinámicos y abiertos (Winckell y Le Page, 2004). Para la caracterización de la microcuenca, según las actividades antrópicas que se realizan y el curso de agua en estudio, se utilizaron técnicas complementarias: de procesamiento estadístico y de análisis espacial de datos (SIG)⁸, lo que permite generar mapas temáticos con representación de distinto tipo de variables (Fernández Larrosa, 2002). Se sistematizó la información existente, y junto a la información obtenida, se realizó un análisis espacial integrado para determinar las presiones generadas por las actividades antrópicas, que recibe la fuente de agua en cada punto y para definir cuáles son los principales problemas de la microcuenca. Finalmente, teniendo en cuenta la percepción de los productores se elaboran algunas propuestas de solución a los problemas encontrados y se aportan elementos para avanzar en la gestión de los recursos hídricos a nivel local. Las herramientas, técnicas e información utilizadas en este estudio (ya sea la generada por otros organismos o la elaborada en este trabajo) se visualizan en la Figura 3. Se utilizaron técnicas de fotointerpretación, encuestas y trabajo de campo para abordar los diferentes objetivos planteados, haciendo un manejo integral de toda la información disponible.

El análisis de la información se realiza a diferentes escalas territoriales: microcuenca, predios, parcelas de uso del suelo y zona buffer del borde de la cañada. En la resolución de los problemas que van surgiendo del análisis, hay que ir cambiando las escalas y se puede ir analizando con más detalle la ubicación, determinando de esta manera que en distintos tramos de la cañada los estudios y/o acciones pueden ser diferentes.

⁸ El Sistema de Información Geográfica (SIG) es una herramienta adecuada para el enfoque sistémico de gestión de recursos naturales por sus características de integración y manejo de grandes cantidades de datos espaciales y alfanuméricos. La integración de información de una cuenca hidrográfica, es un caso típico donde el SIG puede y debe ser incluido como una herramienta de soporte al análisis y la planificación (Vieira, 2000).



Fuente: Elaboración propia, 2013

Figura 3. Esquema de la metodología utilizada relacionando etapas, herramientas y objetivos en un enfoque integral

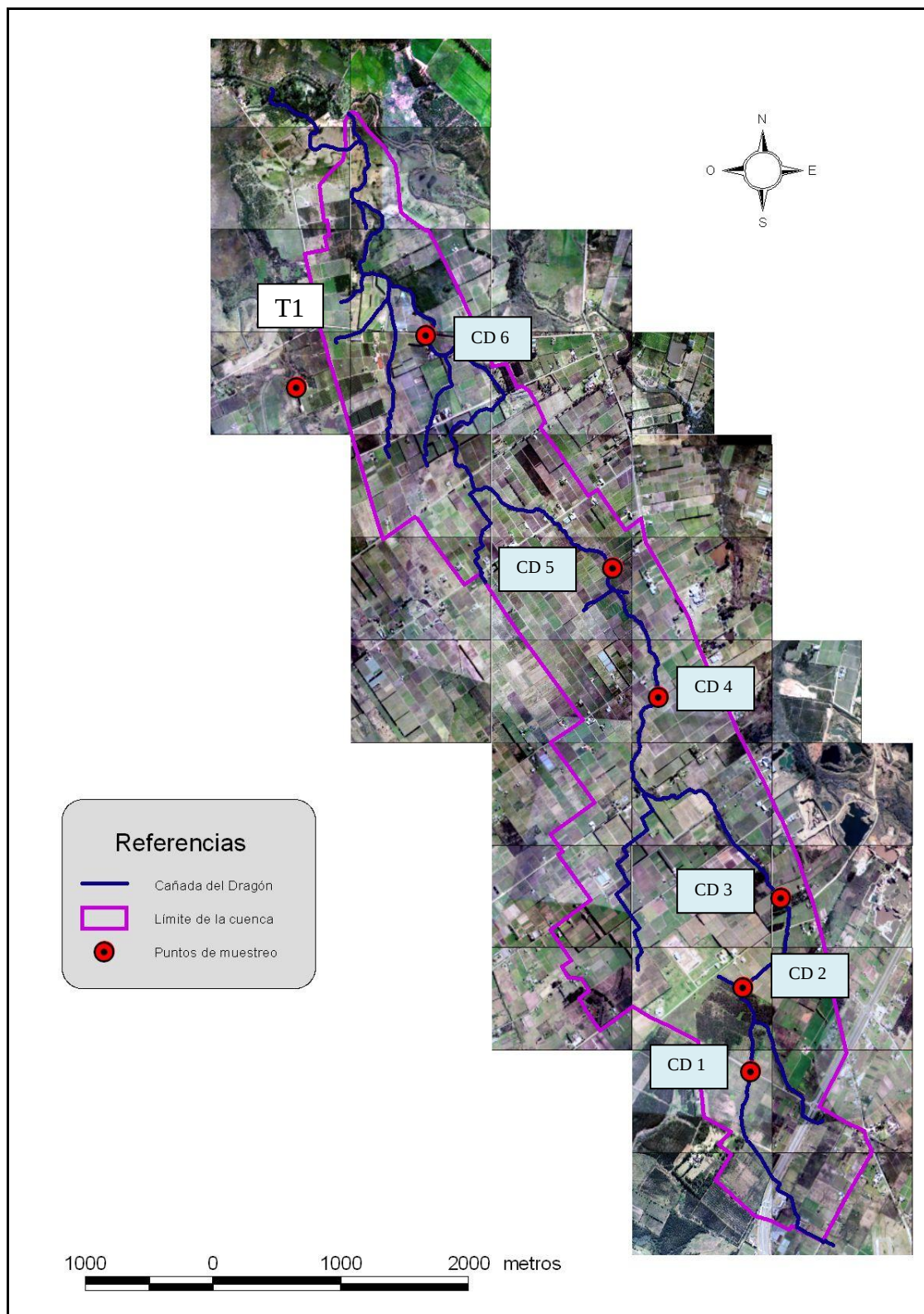
Hay diferentes metodologías para el abordaje de manejo integrado de cuencas. Los pasos seguidos en este trabajo se construyen a partir de la revisión de metodologías propuestas sobre manejo integrado de cuencas, tomando de ellas los principales aportes (Basterrechea, 1996; Dourojeanni, 1996; Olivera Melo y Fehr, 2009; Quintero Burgos, 2011; Cotler, 2004; Dourojeanni, 2010) (Figura 3).

Se parte de una revisión y recopilación de información existente en la zona, mediante fotointerpretación, encuestas y trabajo de campo; se identifica a los actores locales, se estudia el uso del suelo y se caracteriza la Cañada. Luego con los datos de análisis de agua y las características de la Cañada se analizan los datos obtenidos y se establecen relaciones existentes entre intensidad de uso y datos de análisis de calidad de agua; además de mencionar problemas ambientales según percepción de los actores locales.

Se utilizó el Sistema de Información Geográfica de la Intendencia de Montevideo y por altimetría (SGM, 1990) se trazó el límite de la microcuenca ajustado con las fotografías aéreas de la Intendencia (año 2007, escala 1:10.000, georreferenciadas y a color). Se ubicaron los puntos de muestreo donde se realizaron los análisis de agua que se consideran en este trabajo (Figura 4 y Anexo 1). Se describieron los suelos en la zona en estudio (Figura 5).

Se identificaron y caracterizaron las actividades antrópicas de la cuenca y el borde de la Cañada del Dragón por fotointerpretación, se trabajó sobre fotos aéreas mencionadas anteriormente. Se complementó este análisis con la realización de una encuesta (ítem 4.1) y trabajo de campo. Se relevó la percepción que tienen los productores rurales de los problemas ambientales que se presentan en la cuenca.

A partir de los puntos de muestreo se dividió la microcuenca según las áreas que drenan hacia cada uno de los puntos y se caracterizó cada punto de muestreo según los datos de la encuesta realizada, recorridas de campo y la información obtenida por fotointerpretación, relacionando esta información con los datos de análisis de agua obtenidos por la Intendencia de Montevideo.



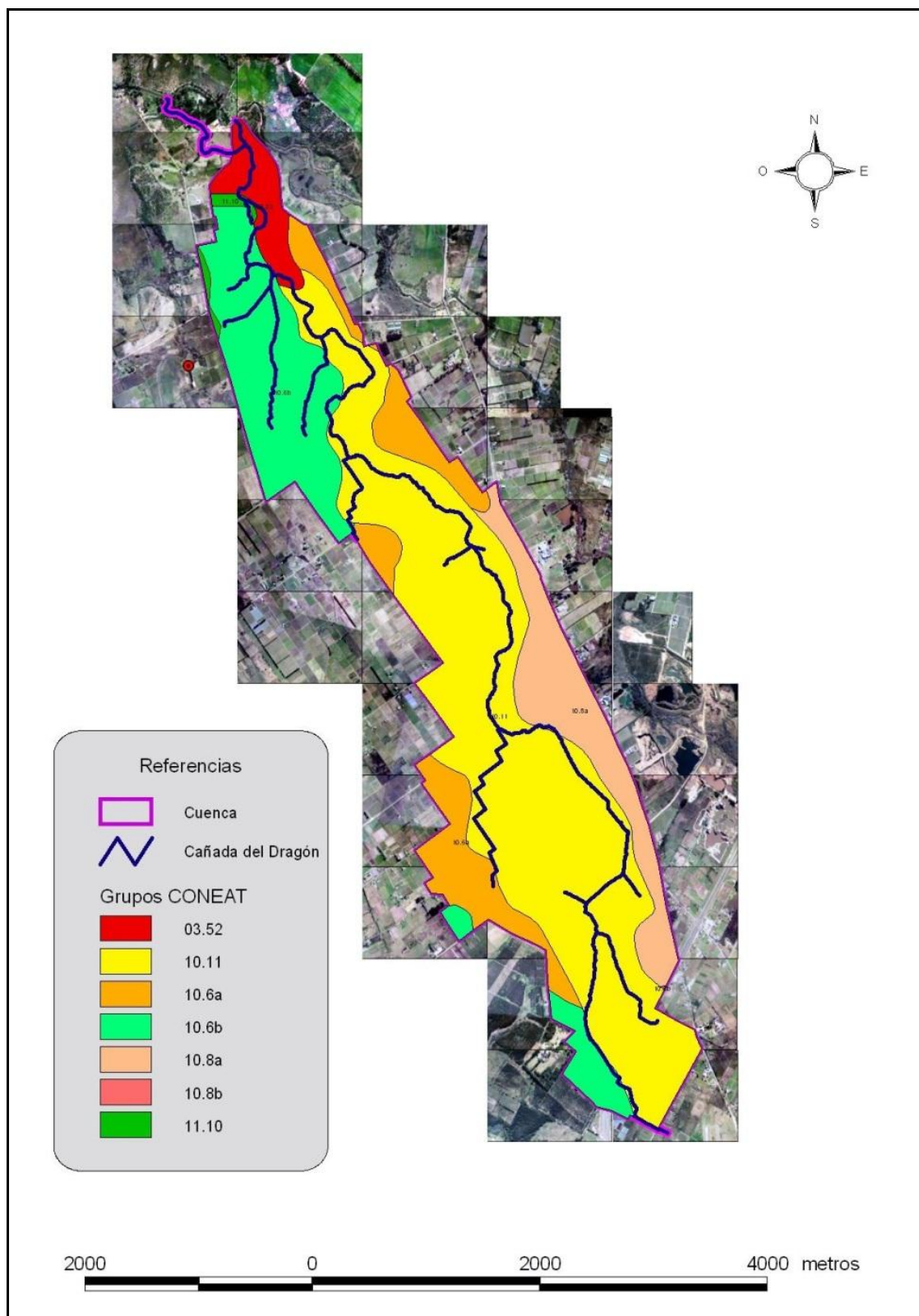
Fuente: Fotos aéreas de la I.M., 2007. Elaboración propia, 2013.

Figura 4: Límite de la microcuenca de la Cañada del Dragón y puntos de muestreo donde la Intendencia de Montevideo realizó los diferentes análisis de calidad del agua.

Luego de delimitar la cuenca en estudio se realizó la caracterización por unidades de suelos CONEAT⁹; los grupos que quedan comprendidos en la cuenca en estudio son: 03.52, 10.11, 10.6 a, 10.6 b, 10.8 a, 10.8 b y 11.10 (Figura 5). Se presenta las principales características de estos grupos en lo que refiere a los tipos de suelo, sus características y el índice de productividad en el Anexo 4 (MAP-CONEAT, 1979).

Los suelos que predominan son Brunosoles y Vertisoles. Los Brunosoles son suelos oscuros, con contenidos elevados de materia orgánica y en general de texturas medias, al menos en los horizontes superficiales. Los Vertisoles son suelos muy oscuros, con muy alto contenido de materia orgánica (al menos en los que no son cultivados en exceso); tienen alto contenido de arcillas expansivas con gran capacidad de contraerse y expandirse con los cambios de humedad; son de texturas finas y tienen permeabilidad muy lenta y alta capacidad de retención de agua (MAP, 1976).

⁹ Los grupos de suelos CONEAT (Comisión Nacional de Estudio Agroeconómico de la Tierra) constituyen áreas homogéneas, definidas por su capacidad productiva en términos de carne bovina, ovina y lana en pie. Esta capacidad se expresa por un índice relativo a la capacidad productiva media del país, a la que corresponde el índice 100. Los Grupos de Suelos se superponen al parcelario rural y se representan en la cartografía CONEAT a escala 1:20.000 (MAP, CONEAT, 1979).



Fuente: CONEAT. Elaboración propia, 2013. .

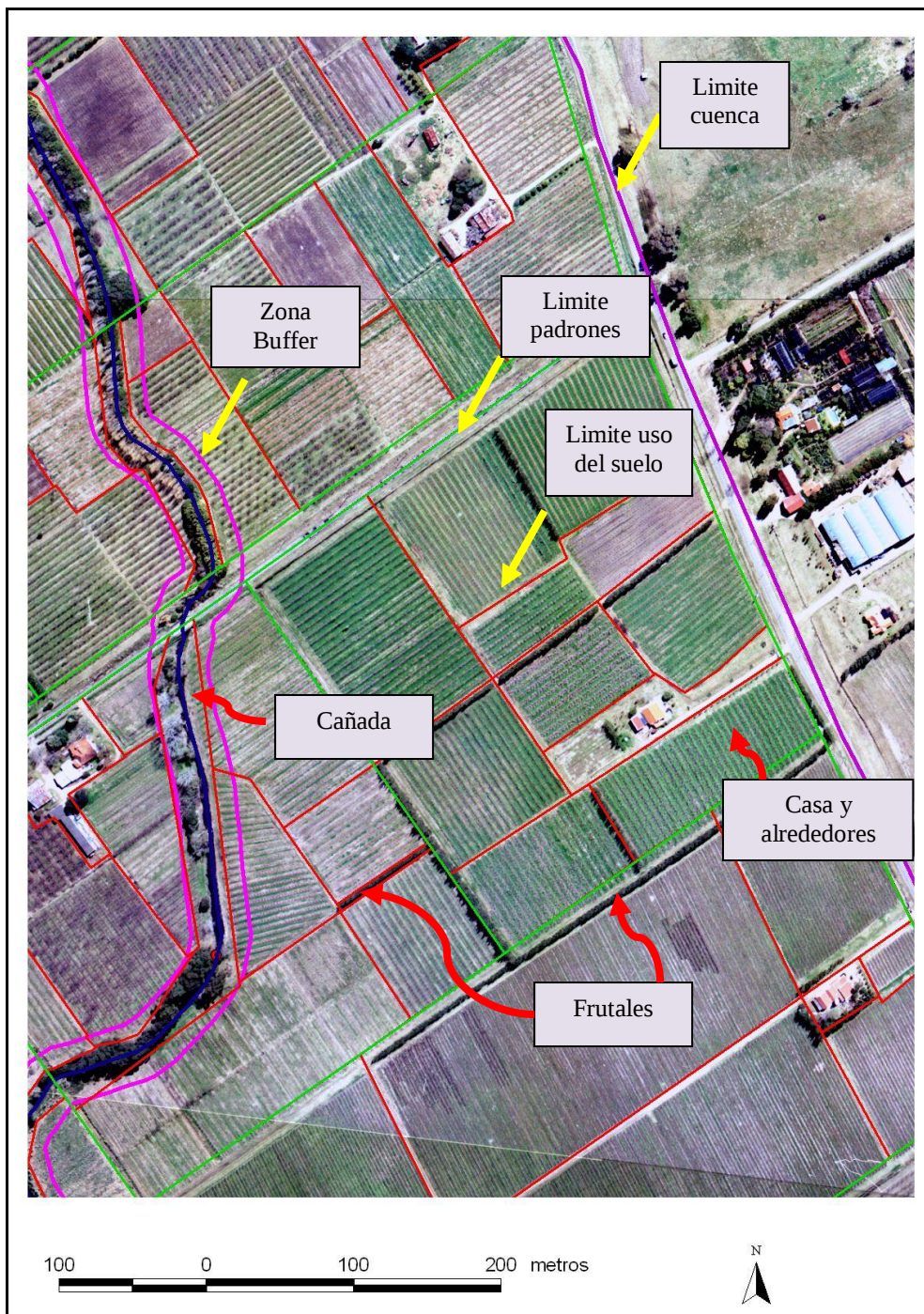
Figura 5: Grupos de suelos CONEAT comprendidos en la microcuenca de la Cañada del Dragón

4.1 Análisis de las actividades antrópicas que se realizan en la microcuenca

A continuación se menciona la metodología utilizada para analizar las diversas actividades antrópicas, a través del estudio de la intensidad de uso del suelo, en relación a su impacto sobre la calidad del agua. Para determinar la intensidad de uso del suelo se hizo un análisis por fotointerpretación, se utilizaron datos de una encuesta realizada en este trabajo e información de trabajo de campo.

Análisis por fotointerpretación

Se trabajó con fotos aéreas del año 2007 a escala 1:10.000 del área delimitada para identificar y caracterizar las actividades antrópicas existentes en la zona. Se determinaron categorías de uso del suelo y se hicieron polígonos para cada de estas categorías, se les asignó un número que refiere a cada categoría de uso del suelo y se caracterizó el uso del suelo en los padrones de la microcuenca. Un ejemplo del análisis realizado predio a predio para toda la microcuenca, se puede visualizar en la Figura 6. A partir de este trabajo se construyó una base de datos de los usos del suelo a escala de parcela en toda la microcuenca.



Fuente: Fotos aéreas de la I.M., 2007. Elaboración propia, 2013.

Figura 6: Uso del suelo en detalle en algunos de los padrones de la microcuenca

Elaboración de la encuesta

El formulario de encuesta que se utilizó para cumplir con este objetivo (cabe mencionar que también se utilizó información generada con este formulario para otros objetivos como se desarrollará más adelante), se realizó en conjunto con la Intendencia de Montevideo tomando como base un formulario ya realizado por diferentes instituciones involucradas en el Proyecto

ARCAL/5/053 (IAEA y CAMM, 2011) (Anexo 3). El formulario contempla: la identificación del entrevistado, una caracterización productiva del predio haciendo énfasis en la intensificación de uso del suelo, uso de productos químicos y presión sobre la fuente de agua por lo que podemos obtener indicadores como: consumo de fertilizante, uso de pesticidas por hectárea de tierra cultivable (Achkar *et al.*, 2005). Además se realizan preguntas donde se toma en cuenta la visión y opinión del productor sobre la situación ambiental en la cuenca, posibles soluciones a los problemas existentes y disposición para realizar los cambios (Anexo 4). Se realizaron observaciones en campo para confirmar la caracterización realizada por fotointerpretación.

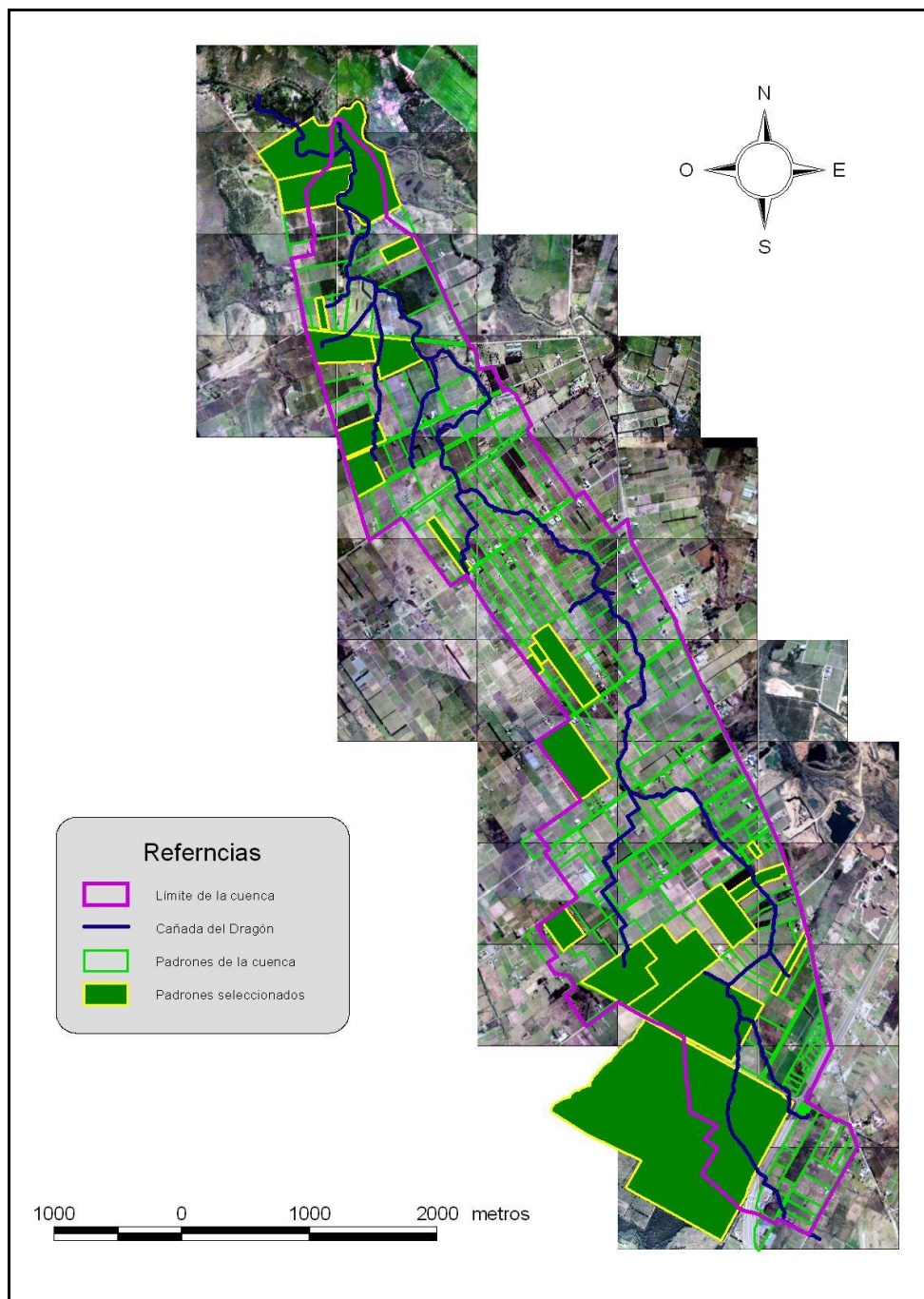
Junto con la Sección de Estadística de la Intendencia de Montevideo se realizó un diseño aleatorio estratificado para hacer una muestra y determinar los padrones a encuestar. En este muestreo se tuvo en cuenta la localización de los predios y las explotaciones involucradas. Con los 220 padrones totales se realizaron 5 estratos por superficie: (1) mayor o igual a 15 has (7 padrones), (2) Menor a 15 has a mayor o igual a 10 has (18 padrones), (3) De menor a 10 has a mayor o igual a 5 has (57 padrones), (4) de menor a 5 has o mayor o igual a 2 has (80 padrones) y (5) menor a 2 has (58 padrones) (Anexo 5A).

Se realizó un muestreo estratificado con selección proporcional al tamaño de la superficie del padrón para sesgar la muestra, y de esta forma favorecer a los padrones más grandes en superficie, se hizo muestreo con reposición (Lagares y Puerto, 2001; Sharon, 2010; Com. Pers. Darío Padula, 2013-2014). Se censaron los 7 de mayor tamaño y de los otros estratos se eligieron 4 de cada estrato (Anexo 5B y Figura 7). Para realizar la selección de los 4 padrones por estrato se usó el programa R¹⁰.

No todos los padrones tienen la misma probabilidad de ser encuestados (Anexo 5C), la probabilidad de inclusión dentro de la lista de padrones a encuestar se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Probabilidad del padrón seleccionado} = \frac{\text{Superficie del padrón que salió}}{\text{Superficie total de los padrones de ese estrato}} \times \text{Cantidad de padrones extraídos}$$

¹⁰ "R Development Core Team (2011).

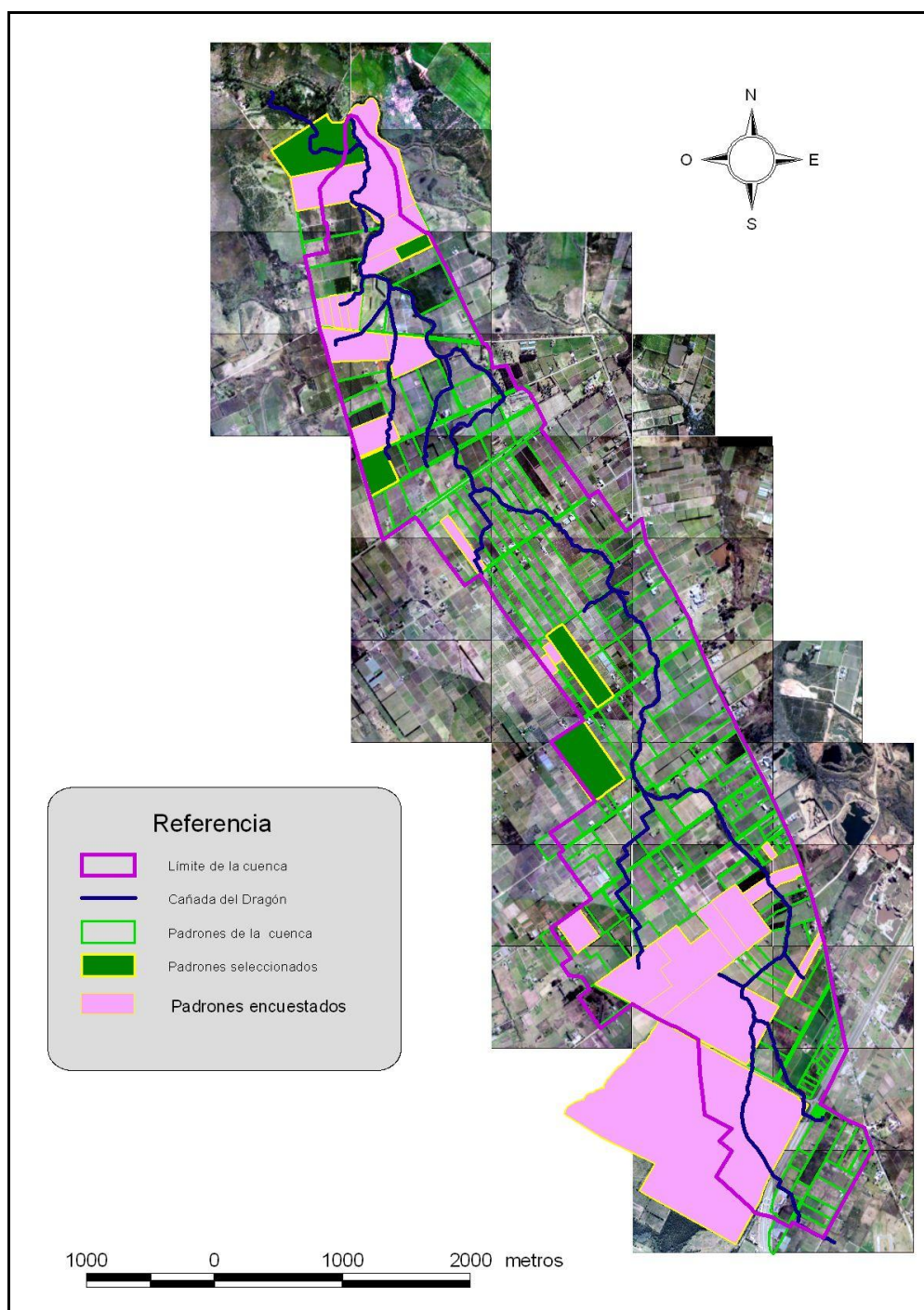


Fuente: Fotos aéreas de la I.M., 2007. Elaboración propia, 2013.

Figura 7: Padrones seleccionados para realizar las encuestas (borde amarillo)

La superficie total de la cuenca en estudio es de 1254 has y son 220 los padrones incluidos en la misma. De los 22 padrones seleccionados para realizar las encuestas fueron efectivamente entrevistados 11 productores, 6 predios estaban abandonados y en el resto no se pudo localizar a los propietarios de los padrones (Anexo 6). De las 22 encuestas planificadas, se realizaron 17 (77,3 %). Si lo vemos en superficie, la muestra seleccionada abarcaba 399,24 has de la cuenca y se encuestaron 342,24 has, o sea el 85,7% de la superficie planificada fue relevada con las

encuestas. A continuación se visualiza la distribución de los padrones encuestados en la cuenca (Figura 8).



Fuente: Fotos aéreas de la I.M., 2007. Elaboración propia, 2013.

Figura 8: Distribución de los padrones seleccionados y encuestados en la microcuenca

Para generalizar los datos obtenidos en la encuesta, hacia el total de la cuenca, se cuenta con la distribución espacial de los usos del suelo y se realizó el análisis multivariado de los datos de las encuestas.

En este trabajo se siguieron los pasos que plantea Crisci (1983) para técnicas numéricas. Los pasos elementales de las técnicas numéricas son:

1. *Elección de las unidades.* Se eligen los organismos a estudiar y se definen las unidades a clasificar “Unidades Taxonómicas Operativas” OTU. En este trabajo los sitios seleccionados con sus padrones son las OTU. Cualquiera sea la unidad unitaria, siempre está compuesta por individuos, éstos deberían ser la unidad universal y las muestras son válidas como OTU. Luego de elegidas las OTU, el paso siguiente es la búsqueda de la evidencia taxonómica a través de los caracteres que son los que permiten clasificar estas unidades.
2. *Elección de los caracteres.* Se eligen caracteres que describen las OTU y se registra el estado de los caracteres presentes en ellas. En este caso el uso del suelo es el carácter utilizado y los estados de los caracteres son las categorías que se realizaron: fruticultura de 0 a 30 %, de 30 % a 60 % y más de 60 %. Para poder comparar las estructuras y agrupar las OTU es necesaria la existencia de correspondencias comparables. En la práctica los caracteres son considerados como las variables del sistema.
3. *Construcción de matriz básica de datos.* Se construye MBD de OTU por estados de los caracteres (Sitios con sus padrones por categorías de variables) (Anexo 8).
4. *Obtención de un coeficiente de similitud para cada par posible de OTU* (Anexo 9). A base de la MBD y con un coeficiente adecuado a los datos que tiene, se calcula la similitud para cada par posible de OTU. Se relacionan todos los pares de predios posibles y se ve la similitud entre ellos.
5. *Construcción de Matriz de similitud.* Con valores de similitud calculados se construye matriz de similitud OTU por OTU. Se ve cómo se relacionan cada predio con todos los demás, cuanto más alto el número más similitud tienen esos dos predios.
6. *Conformación de grupos.* En base a la matriz de similitud y por distintas técnicas (ej., análisis por agrupamientos) se obtiene la estructura taxonómica del grupo en estudio (Anexo 9). Se gráfica y se observan los grupos clúster, en este trabajo se agruparon los padrones con uso de suelo más intensivo por un lado y los que hacen uso más extensivo por otro.

7. *Generalizaciones.* Se formulan generalizaciones acerca de los taxones, es decir los grupos.

Entre los distintos tipos de organización de los datos se realizó el análisis multivariado desde la matriz doble estado y codificación (presencia 1 / ausencia 0) con los datos de uso de suelo, uso del agua y agroquímicos; por ser la estructura que maximiza la potencia del agrupamiento (Crisci, 1983).

Se construyó la Matriz Básica de Datos (MBD) donde las filas representan los caracteres y las columnas las OTU (Unidades Taxonómicas Operativas). Esta matriz puede ser estudiada desde dos puntos de vista: asociando caracteres (conocido como Técnica R) o asociando OTU (conocido como Técnica Q) (Cattell, 1952 en Crisci, 1983). En este trabajo se trabajó asociando las OTU (padrones o sitios en función de los caracteres). Se construyó la MBD presencia–ausencia con los caracteres y sitios mencionados anteriormente y con ella se elaboró la matriz para realizar el análisis multivariado con el programa Past (versión 2011)¹¹ (Anexo 8).

En este análisis se presenta el problema de la variación entre OTU y hay varias soluciones posibles. Una de ellas es utilizar el coeficiente de similitud y los coeficientes de asociación para ver la estimación del parecido taxonómico. Estos coeficientes miden las coincidencias y diferencias en los estados de caracteres entre dos OTU. Debe realizarse con datos tipo doble–estado. Se analizaron los datos por diferentes índices: Dice, Jaccard, Kulczynski y Ochiai (Anexo 9A). El análisis realizado con los diferentes Índices nos dio agrupamientos similares dada la homogeneidad de uso del suelo en la cuenca, por lo tanto no fue necesario aumentar el número de encuestas.

Se utilizan medidas de credibilidad para seleccionar el índice de asociación. Estas medidas son el coeficiente de correlación cofenética (CCC) y el análisis bootstrap. El CCC surge de la construcción de una matriz de similitud a partir de los valores del dendograma “matriz cofenética” (Sokal y Rohlf, 1962), valores de CCC mayores a 0.8 se consideran una buena representación de la matriz de similitud y la técnica UPGMA es la que brinda menor distorsión (unir 2 elementos de acuerdo al criterio de distancia mínima) (ligamento promedio). El análisis bootstrap (Boot N) se realiza con 1000 réplicas e indica con qué credibilidad se separan 2 grupos en el análisis clúster

¹¹ Hammer, Q; Harper, D.A.T. y Ryan, P.D. 2001 (versión 2011). PAST Versión 2.13 (Paleontological Statistics software package for education and data analysis. Paleontologia electronic 4(1):9 pp.

(Com. Pers. Walter Norbis, 2013). Se eligió el Índice de Jaccard para analizar los datos en detalle ya que es el que tiene mayor coeficiente de correlación cofenética (CCC) y análisis bootstrap (Anexo 9A).

Con el análisis estadístico realizado se establecieron distintas categorías en lo que refiere a la intensidad de uso del suelo para caracterizar todos los padrones de la cuenca y se les asignó un valor de 0 a 5 que indica el grado de intensidad de uso: de menor intensidad (0) a mayor intensidad (5). Finalmente se relacionaron las categorías de uso de suelo de toda la cuenca (realizado por fotointerpretación) con estas categorías de grado de intensidad de uso con el fin de caracterizar la intensidad de uso de suelo en toda la microcuenca de la Cañada del Dragón.

4.2 Características del borde de la cañada

Para abordar este objetivo se utilizó la información obtenida por fotointerpretación, la información de las encuestas y la recorrida a campo con la que se realizó una descripción de las características de la zona de borde de la cañada. Las zonas ribereñas cumplen una importante función filtrando y atrapan sedimentos y contaminantes (relacionados con los sedimentos y disueltos) (Karssies y Prosser, 1999; Mander *et al.*, 2005; Vigiak *et al.*, 2007; García 2013).

Se trazó una zona buffer, por fotointerpretación se observaron distancia de los montes a la cañada, vegetación de borde y otras características como la existencia de alteraciones en el curso de agua (comprobadas en las recorridas de campo) y se relevaron las distancias de los montes al curso de agua mediante las encuestas. En la Cañada en estudio hay diferentes realidades referido al borde de la Cañada (IAEA y CAMM, 2011). La zona buffer trazada fue de 20 metros según lo establecido en la medida 8 del Plan de Acción para la Protección de la Calidad de Agua del Río Santa Lucía¹² y lo establecido en el Proyecto ARCAL/5/053 (IAEA y CAMM, 2011). Esta zona buffer abarca 88 has (7% de la cuenca).

¹² La medida 8 establece "Instaurar una zona de amortiguación o buffer en la cuenca hidrográfica declarada ZONA (A) sin laboreo de la tierra y uso de agroquímicos, (para la conservación y restitución del monte ribereño como forma de restablecer la condición hidromorfológica del río) en una franja de 40 metros a ambas márgenes de los cursos principales (río Santa Lucía y Río río San José), 20 metros en los afluentes de primer orden (ej: A° Canelón Grande) y 100 metros entorno a los embalses" (MVOTMA, 2013)

4.3 Características de la cuenca en cada uno de los puntos de muestreo

Se determinaron las áreas de drenaje a cada punto de muestreo, se seleccionaron los padrones que drenan a cada uno de los puntos aguas abajo, considerando el relieve para realizar esta delimitación, marcando distintas zonas de incidencia en el curso de agua. En cada una de las áreas de drenaje se vio cuál era el grado de intensidad de uso del suelo y las características del borde de la cañada para ver una posible incidencia de estos aspectos en la calidad de agua del curso en estudio y poder brindar elementos para explicar los datos de análisis de agua obtenidos por la Intendencia de Montevideo.

4.4 Relación entre calidad del agua, intensidad de uso del suelo y características del borde de la cañada.

Finalmente se relaciona lo que aporta cada padrón al curso de agua en lo que refiere a la intensidad de uso del suelo y las características del borde de la cañada en cada uno de los puntos de muestreo, con los datos de análisis de calidad de agua obtenidos.

4.5 Problemas ambientales de la cuenca

Para realizar este objetivo específico, se utilizó la encuesta para conocer los problemas ambientales de la cuenca percibidos por los actores locales (productores rurales). La información cualitativa y referida a opinión de los encuestados se procesó caso a caso; se sistematizó la información y se realizaron 6 grupos referidos a la problemática ambiental de la zona.

4.6 Aportar al Manejo Integrado de Cuencas a nivel local desde la experiencia de este trabajo

Con la información generada sobre la situación del área que drena hacia cada uno de los puntos de muestreo (actividades antrópicas y características del borde de la Cañada) y la percepción de los productores acerca de los problemas ambientales de la zona, se aportan elementos para avanzar en el Manejo Integrado de Cuencas a nivel local, orientado a mitigar los problemas ambientales que se presentan en la microcuenca. En base a los resultados obtenidos se plantean recomendaciones que pueda replicarse en otras microcuencas con las modificaciones y adecuaciones que se requiera en cada caso.

5. RESULTADOS

Se presentan a continuación las actividades antrópicas, a través del estudio del uso del suelo y su intensidad de uso. También un estudio del borde de la Cañada. Luego se relacionan los datos de calidad de agua con las características en cada uno de los puntos de muestreo. Finalmente se hace mención a los problemas ambientales relevados en la encuesta y se presentan algunos aportes al Manejo Integrado de Cuencas a nivel local.

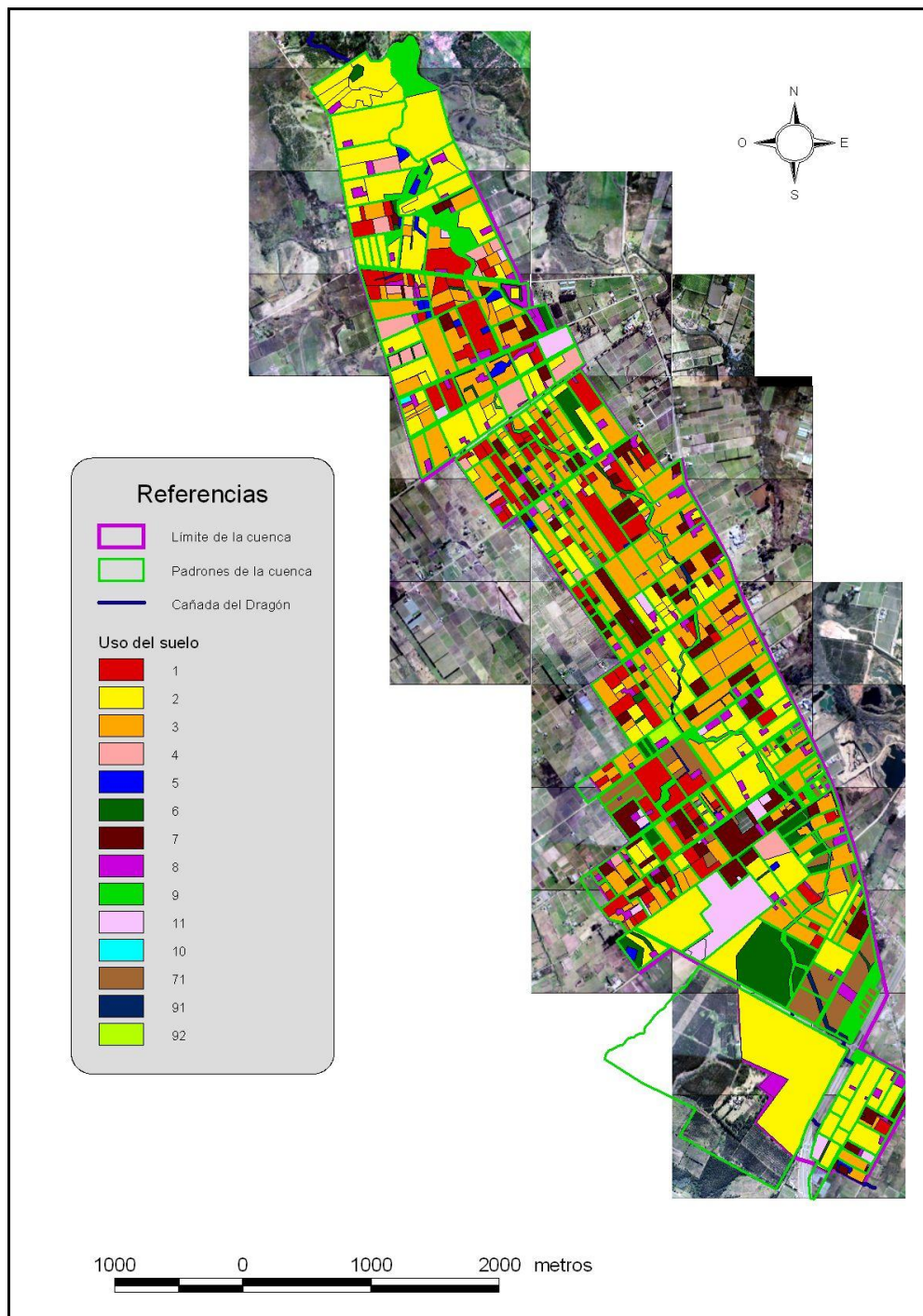
5.1 Análisis de las actividades antrópicas que se realizan en la microcuenca

Por fotointerpretación se determinó el uso del suelo de toda la cuenca. Se establecieron distintas categorías y se caracterizó la microcuenca según el uso del suelo (Tabla 1 y Figura 9).

Tabla 1: Categorías de uso del suelo encontradas en la microcuenca

Código asignado	Descripción
1	Frutal 1 – árboles jóvenes de especies de hoja caduca o vides.
2	Lugar abandonado.
3	Frutal 2 – árboles adultos de especies de hoja caduca o vides.
4	Frutal 3 – montes de citrus.
5	Tajamar y otras fuentes de agua (embalses por ejemplo).
6	Árboles que no son frutales (montes de eucaliptus y cortinas).
7	Suelo desnudo. Tierra arada, surcos armados prontos para plantar o porque recién fueron arrancados los árboles.
71	Suelo con cobertura vegetal espontánea.
8	Casas y alrededores.
9	Área de monte natural próximo a la cañada. Monte natural alterado que funciona como ribereño.
91	Zona por donde pasa la cañada.
92	Zona de matorrales o vegetación de zona húmeda próxima a fuente de agua.
10	Horticultura
11	Otros (UTE, torre de alta tensión, túneles de nylon)

Elaboración propia, 2013



Fuente: Fotos aéreas de la I.M., 2007. Elaboración propia, 2013

NOTA: En la tabla 4 se describen cada una de las categorías de uso del suelo

Figura 9: Uso del suelo en cada uno de los padrones de la microcuenca

A partir de los datos obtenidos en la encuesta realizada se hizo un análisis multivariado a partir de la matriz presencia-ausencia (Crisci, 1983). En este trabajo las unidades taxonómicas operativas son los sitios y padrones donde se realizaron las encuestas. Los caracteres elegidos para analizar la presión que las actividades antrópicas ejercen en el curso de agua son: número

de personas que viven en el predio, asistencia técnica, uso del suelo (fruticultura, horticultura, pasturas, campo natural, monte nativo y forestación), uso del agua (riego y fuentes), uso de fertilizantes, herbicidas, fungicidas e insecticidas, uso feromonas y destino de los envases vacíos. Se elaboraron categorías para cada uno de los caracteres que se presentan a continuación, necesarias para hacer el análisis multivariado:

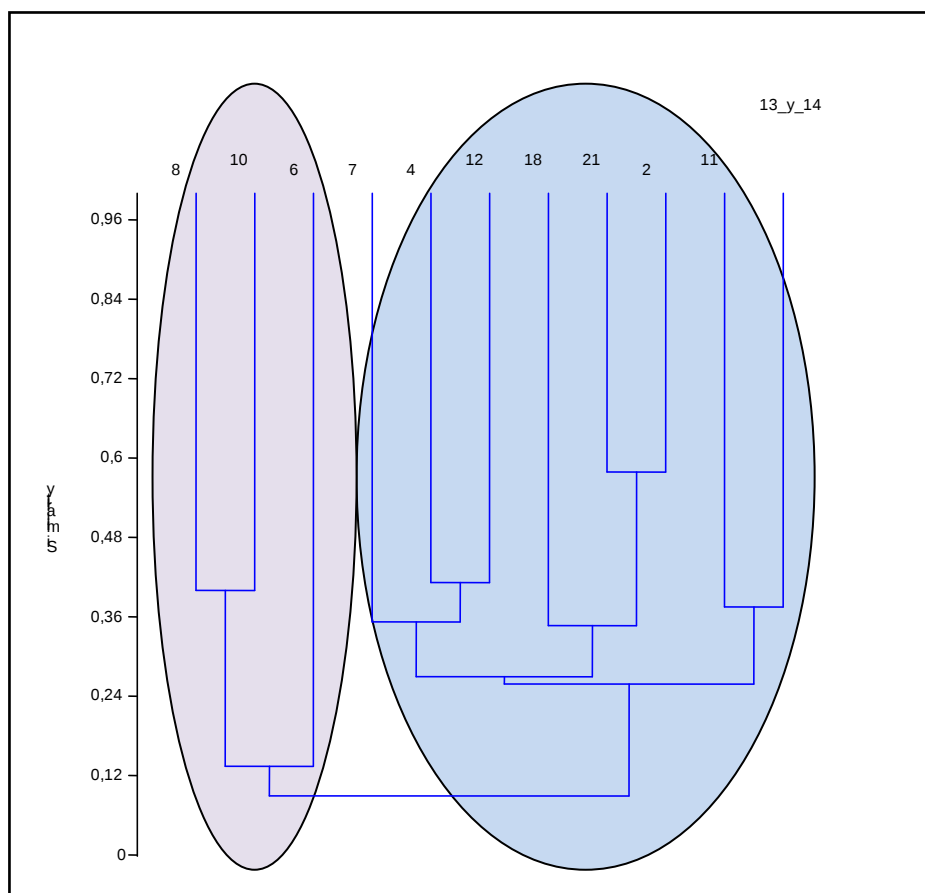
- Número de personas que viven en el predio (PVP) se hicieron 3 rangos: hasta 2 personas, de 3 a 5 y más de 6 (INE, 2011);
- Asistencia técnica (AT): si o no;
- Uso del suelo se dividió en tres grandes grupos teniendo como criterio la intensidad de uso (los dos primeros son sistemas de producción más intensivos y los contemplados en “otros” son más extensivos): fruticultura, horticultura y otros (pasturas, campo natural, monte y forestación), a su vez fruticultura se dividió en tres rangos: aquellos que tenían menos del 30% de la superficie destinada a la fruticultura (FR1), los que estaban entre el 30% y el 60% (FR2) y los que tenían más del 60% destinado para este uso (FR3), lo mismo se hizo con horticultura: HR1 (menos del 30% destinado a horticultura), HR2 (la producción hortícola ocupa del 30% al 60% de la superficie) y HR3 (más del 60% de la superficie es destinada a la horticultura);
- Uso de agua se consideró si tenían o no tenían riego (RIE) y cuál era la fuente de agua que tenían en el predio: tajarar (TAJA), pozo (POZO) o cañada (CAÑ);
- Los pesticidas se agruparon de acuerdo a los que son más utilizados y en “otros” los que se usan por menos productores (en el Anexo 7 se incluye la lista de los pesticidas utilizados);
- Uso de feromonas (FER);
- Envases vacíos se queman (EnQue) o se les da otro uso (se guardan, o se tiran a la basura o se les da uso alternativo) (EnO).

Con estas categorías se realizó la matriz presencia/ausencia (Anexo 8) y los análisis de similitud entre sitios que se presenta a continuación. En la Tabla 2 se presentan los sitios que están más asociados (donde los coeficientes de asociación son más altos: mayores a 0.35, en celeste). Por ejemplo los sitios 2 y 21 están muy asociados y en el análisis clúster aparecen agrupados ((Figura 10). A continuación se visualizan los diferentes grupos generados en el análisis realizado con un CCC de 0,9088.

Tabla 2: Matriz de similitud entre sitios según diferentes coeficientes de asociación Índice Jaccard

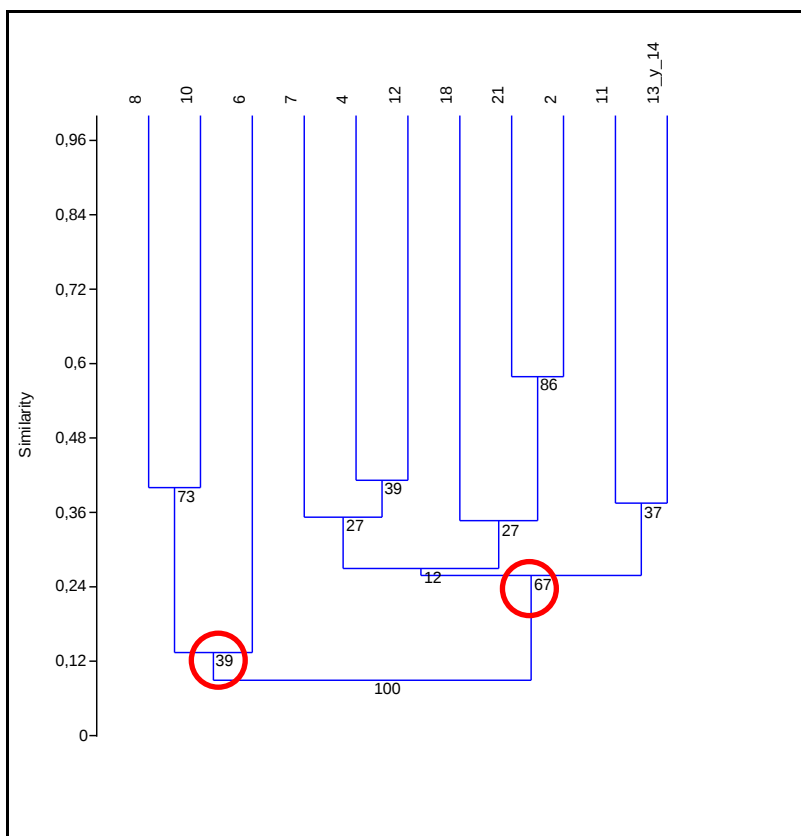
0	2	4	6	7	8	10	11	12	13_y_14	18	21
2	1										
4	0,2	1									
6	0	0,21429	1								
7	0,25	0,31579	0,125	1							
8	0,15385	0,071429	0,14286	0	1						
10	0,23077	0,066667	0,125	0,0625	0,4	1					
11	0,15789	0,29412	0,15385	0,35294	0	0,076923	1				
12	0,26316	0,41176	0,13333	0,38889	0,071429	0,14286	0,22222	1			
13_y_14	0,26316	0,2	0	0,19048	0	0,066667	0,375	0,26316	1		
18	0,33333	0,27273	0,10526	0,26087	0,055556	0,11111	0,3	0,33333	0,33333	1	
21	0,57895	0,25	0,15	0,29167	0,05	0,1	0,21739	0,30435	0,30435	0,36	1

Elaboración propia, 2013. Programa Past



Elaboración propia, 2013. Programa Past

Figura 10 A: Análisis Clúster con Índice de Jaccard donde se visualizan dos grandes grupos



Elaboración propia, 2013. Programa Past

Figura 10 B: Análisis Bootstrap con Índice de Jaccard indicando la credibilidad con la que se separan los dos grupos

Los análisis de similitud y clúster indican que los sitios se agrupan en dos grandes grupos: por un lado los sitios 8, 10 y 6 y por otro lado los sitios 7, 4, 12, 18, 21, 2, 13-14 y 11 (Figura 10). Los sitios se agruparon de esta manera por tener diferencias en el uso del suelo y en intensidad de uso: los sitios 6, 10 y 8 tienen campo natural en más del 60% del predio y producción animal. El sitio 8 tiene la particularidad de ser un lugar de residencia de caballos y no usar agroquímicos. Por otro lado los sitios 7, 4, 12, 18, 21, 2, 13-14 y 11 hacen fruticultura u horticultura. En el segundo grupo el uso del suelo es más intensivo y el uso de fitosanitarios es mayor (GEO, 2008; García, 2013).

Complementando el análisis realizado, se hizo para una matriz en la que se quitaron los sitios con un uso extensivo (sitios 6, 10 y 8) para ver el comportamiento de los sitios con uso de suelo intensivo, exclusivamente y el agrupamiento de los sitios resultó en aquellos que tenían riego por un lado y los que no tenían por otro (Anexo 9B). Por último se analizaron los sitios solo teniendo en cuenta el uso de suelo y pesticidas para ver si se agrupaban por tipo de agroquímico utilizado pero los nuevos agrupamientos no tuvieron un componente claro y definido que determine su

separación. A los efectos del trabajo es importante caracterizar los dos grandes grupos mencionados (uso intensivo y extensivo del suelo) ya que la incidencia del uso de suelo en la calidad del agua es significativa (Bruno, 2003; Shaxson y Barber, 2003; Achkar *et al*, 2004; De la Fuente *et al*, 2008; Oliveira Melo y Fehr, 2009; Núñez, *et al.*, 2010; CCA, 2011; Guerrero, 2011; González-Sánchez, 2013).

A continuación se establece rango y caracterización de cada una de las categorías de intensidad de uso establecidas (Tabla 3). Y se relacionan estas categorías con el uso del suelo de toda la cuenca (Tabla 1 y Figura 9) para determinar la intensidad de uso de suelo en toda la microcuenca de la Cañada del Dragón (Tabla 3 y Figura 11).

Tabla 3: Categorías de intensidad de uso del suelo: descripción y grado de intensidad de uso de cada una

Cate goría	Descripción de cada una	Grado de Intensidad de uso del suelo
F	Usos no agropecuarios (casas, UTE). <u>Sin aplicación</u>	0. Sin intensidad
A	Abandonado o zona de monte nativo solamente. Zona <u>sin aplicación de productos químicos</u> . Sin manejo de suelos. Sin uso de fuentes de agua naturales.	1. Intensidad muy baja
B	Uso de suelo más extensivo. Campo natural, forestación, pajonales. Asociado a producción animal con baja intensidad (caballos, vacunos). Zona con <u>muy poca aplicación de productos</u> . Solo uso de herbicidas. Baja intensidad de manejo.	2. Intensidad baja
E	Uso intensivo de suelo. Producción hortícola. <u>Hay aplicación de productos pero con menos incidencia que en categorías D y C</u> por los tipos de cultivos utilizados y por ser en poca superficie en la cuenca.	3. Intensidad media
D	Uso intensivo. Producción frutícola en menos del 60 % del área con posibilidades de crecimiento (suelo trabajado) <u>Alta aplicación de productos</u> . Gran intensidad de manejo. Menor incidencia que en categoría C por menor superficie.	4. Intensidad alta
C	Uso muy intensivo. Producción frutícola en más del 60 % del área. <u>Alta aplicación de productos</u> . Uso fertilizantes. Herbicidas y pesticidas. Alta intensidad de manejo	5. Intensidad muy alta

Elaboración propia, 2013

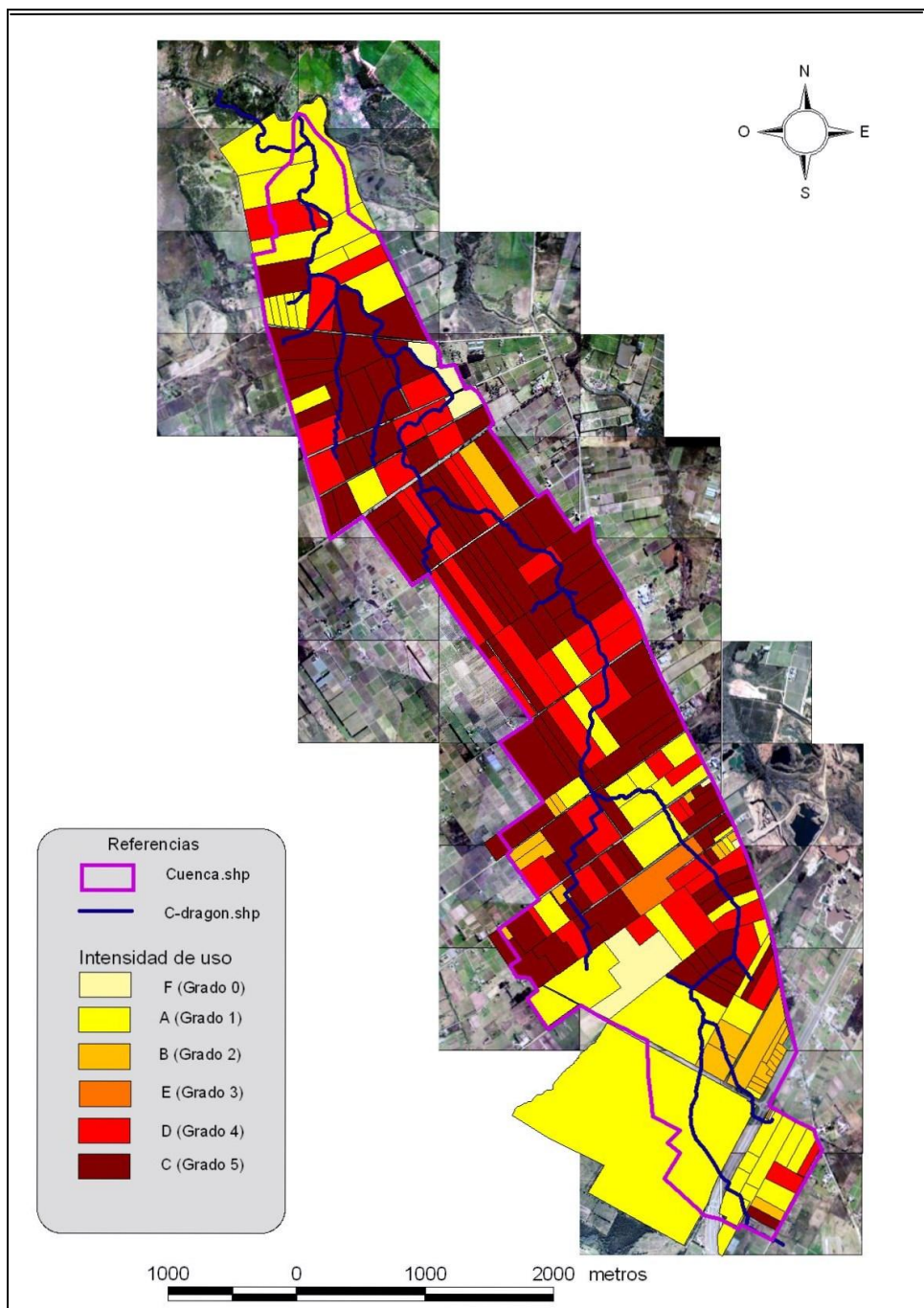
Tabla 4: Intensidad de uso del suelo en la microcuenca de la Cañada del Dragón

Categoría	Grado * y escala de colores	Uso del suelo **	Superficie en la cuenca (has)	Superficie en la cuenca (%)
F	0	5,8,11 (otros)	35,21	2,81
A	1	2 (la categoría 2 en más del 80% del padrón)	454,64	36,26
B	2	6,9,71 (estas categorías de uso del suelo en más 60 % del padrón)	53,54	4,27
E	3	10 (refiere a producción hortícola)	14,51	1,16
D	4	1,3,4 y 7 (viendo en cada caso a qué está asociado el suelo desnudo)	242,53	19,34
C	5	1,3,4 (categorías de uso del suelo que refieren a producción frutícola)	453,55	36,17
TOTAL			1253,98	100,00

Elaboración propia, 2013

NOTA: * Grado de intensidad de uso descripto en la Tabla 3.

** Descripción de cada categoría de uso de suelo en la Tabla 1.



Fuente: Fotos aéreas de la I.M., 2007. Elaboración propia, 2013

NOTA: En la Tabla 1 se describen las categorías de intensidad de uso del suelo

Figura 11: Intensidad de uso del suelo de la microcuenca de la Cañada del Dragón

Los usos del suelo de la cuenca y grados de intensidad de uso del suelo mostraron que el 55,5% del área total de los padrones estudiados tienen como uso principal la fruticultura (categoría C+D) (Tabla 4). De las encuestas se desprende que dentro de la producción intensiva los frutales ocupan el 86,5%, y horticultura el 14,2%. Si vemos el total del uso del suelo la fruticultura

representa el 50% y la horticultura un 8,2%. Dentro de los frutales que se cultivan en la zona, la producción de manzana y durazno son las que ocupan más superficie (Tabla 5).

Tabla 5: Detalle de los sistemas de producción según datos de la encuesta realizada

Cultivo	Nro. productores	Has	%	% del total (97,5 has)
Manzano	7	26	46,2	26,7
Duraznero	5	11,5	20,3	11,8
Peral	5	4,6	8,1	4,7
Citrus	3	2	3,5	2,1
Otros	2	1,5	2,6	1,5
Ciruelo	1	2	3,5	2,1
Vid	2	1	1,7	1
Horticultura	2	8	14,1	8,2
TOTAL	-	56,2	100	-

Fuente: Encuestas realizadas en el 2012. Elaboración propia, 2013.

Se utilizan productos químicos en la totalidad de los predios encuestados que realizan horticultura o fruticultura, de diferente escala de toxicidad y distintos grupos (Anexo 7). En lo que refiere a los fertilizantes, 3 de 11 productores encuestados utilizan superfosfato. La mayoría de los productores usan abonos de pollo o gallina (8 productores de los 11 encuestados) fuente de N y P; de los que hacen fruticultura todos usan abonos.

El uso de Iprodione, Metil azinfós y Captan fue mencionado por los productores encuestados pero no hay uno que predomine claramente frente a los otros. Solo se puede decir que estos productos se siguen usando en la zona en el 2013 (Anexo 7).

5.2 Características del borde de la cañada

En varios tramos de la Cañada hay vegetación natural pero casi toda fluye entre cultivos frutícolas (hay cultivos frutales hasta el borde del curso y muchos tienen orientadas sus filas de plantación hacia la cañada); el bosque ribereño está muy alterado y es escaso, hay pocas zonas de amortiguación, y zonas de alteración por construcción de embalses (Figuras 12, 16, 17, 18 y 19). El manejo del suelo es básicamente empastado entre filas con aplicación de herbicidas debajo de la fila.

De los 11 predios encuestados, 9 tenían algún padrón por el que pasaba la cañada. Sólo uno de ellos tiene los montes a 100 metros del borde de la cañada y en 5 los montes están a menos de 10 metros del curso. Además a partir del trabajo de fotointerpretación realizado se puede ver que hay una tendencia a que los montes estén muy próximos al curso de agua, en la siguiente figura se visualiza lo antedicho (Figuras 16 a 19).



Fuente: Acosta, M. Julio 2012

Figura 12: Cañada del Dragón y cercanía de los montes frutales a la Cañada.

A continuación se puede visualizar la Cañada con vegetación de borde; ya sea en franjas de protección entre el curso de agua y el monte como vegetación natural del curso (Figura 13 y 14).



Fuente: Acosta, M. Marzo 2012.

Figura 13: Cercanía de montes a la Cañada del Dragón con vegetación de borde que protege el curso de agua.

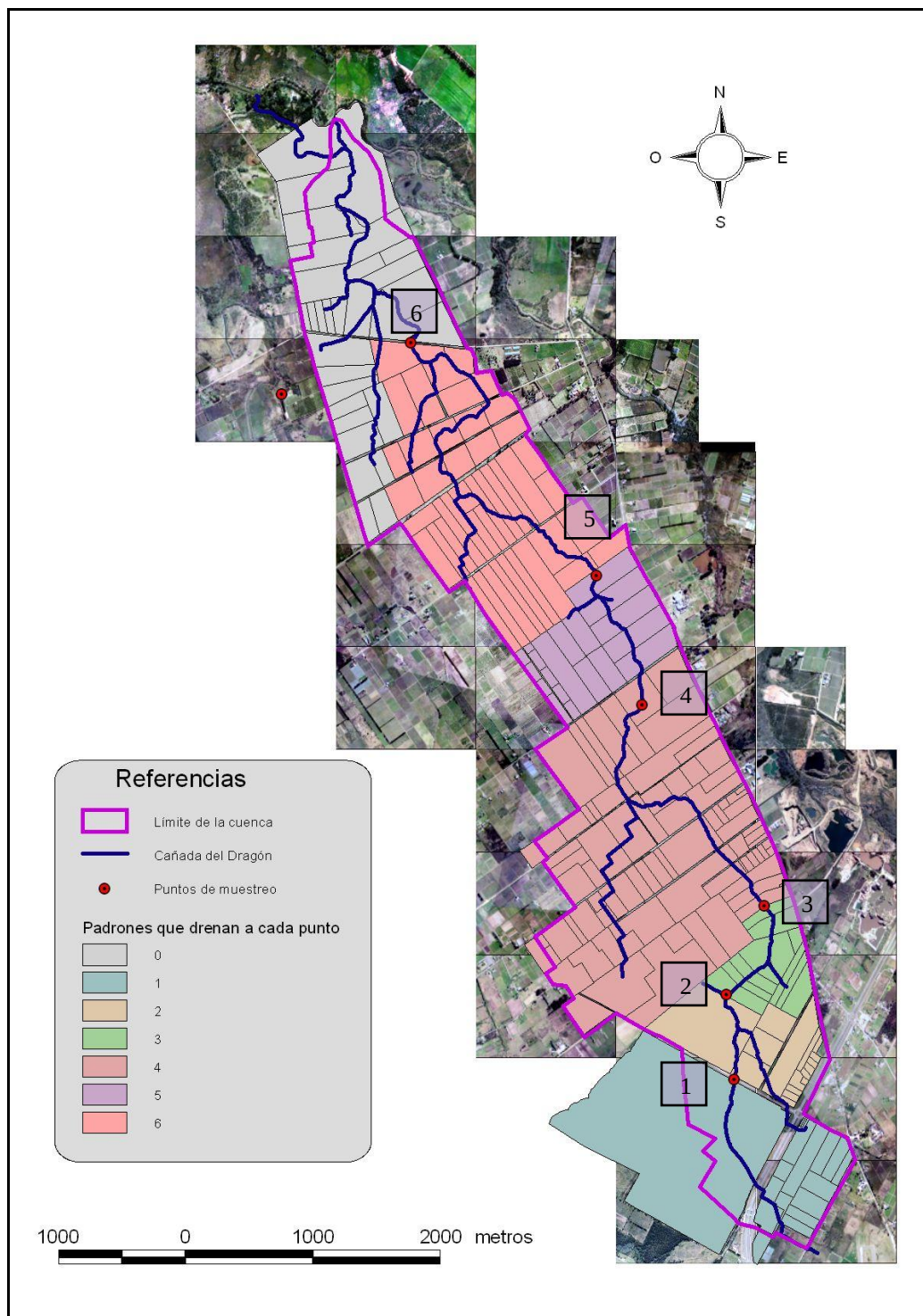


Fuente: Acosta, M. Diciembre 2012.

Figura 14: Cañada del Dragón protegida con vegetación natural

5.3 Caracterización de la cuenca en cada punto de muestreo

A cada uno de los puntos de muestreo ubicados en la Cañada, drena agua que tiene incidencia del manejo que se realiza en los diferentes padrones de la cuenca. A continuación se puede visualizar el aporte de cada uno de los padrones al punto de muestreo que corresponda, por ejemplo: los padrones señalados en color celeste (1) son los que drenan al punto de muestreo n°1, los padrones señalados en color amarillo (2) son los que drenan al punto de muestreo n°2 y así sucesivamente hasta los padrones señalados en gris que no drenan a ningún punto de muestreo.



Fuente: Fotos aéreas de la I.M., 2007. Elaboración propia, 2013

Figura 15: Aporte de cada padrón a cada uno de los puntos de muestreo

A continuación se presentan la superficie y el número de padrones que drena a cada punto.

Tabla 6: Número de padrones y superficie que drena a cada punto de muestreo

Puntos de muestreo	Número de padrones que drena a cada punto	Superficie de drenaje a cada punto (has)
0	30	229
1	17	210
2	16	69,6
3	11	45,9
4	79	367,7
5	19	88,5
6	45	242,7

Fuente: Fotos aéreas de la I.M., 2007. Elaboración propia, 2013

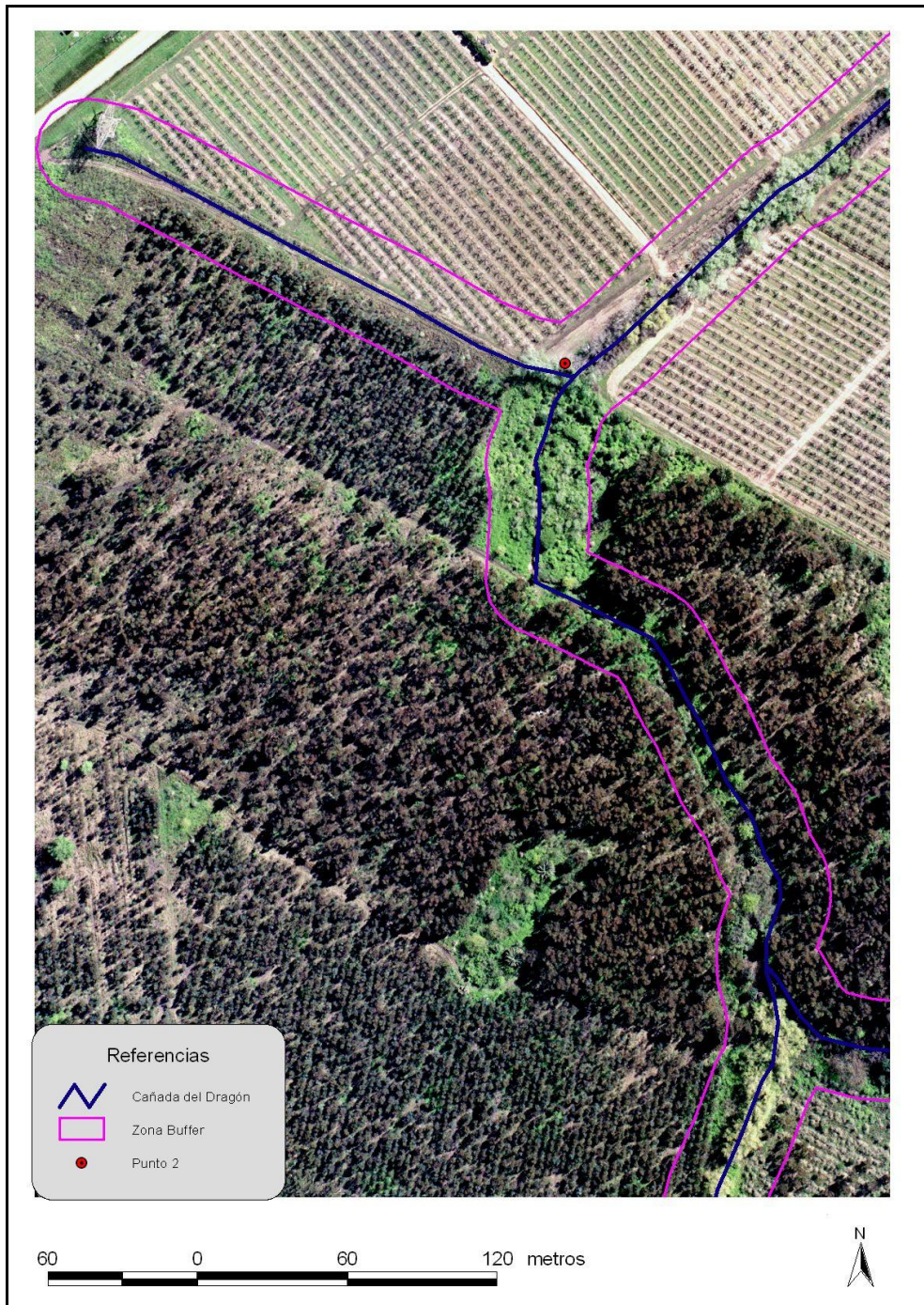
A continuación se puede visualizar la intensidad de uso del suelo del área que drena hacia cada uno de los puntos de muestreo.

Tabla 7: Intensidad de uso en cada uno de los puntos de muestreo

Puntos de muestreo	INTENSIDAD DE USO (% de cada categoría en cada uno de los puntos)						Resumen
	A Muy baja (1)	B Baja (2)	E Media (3)	D Alta (4)	C Muy alta (5)	F Sin intensidad (0)	
CD1	95,16	1,12	0	2,63	1,02	0,07	Muy baja (+90%)
CD2	57,24	42,76	0	0	0	0	De baja a muy baja (100%)
CD3	16,65	0	0	34,39	48,96	0	De alta a muy alta (83%)
CD4	22,19	3,24	3,95	21,28	42,89	6,46	De alta a muy alta (64%)
CD5	5,71	0	0	43,58	50,7	0	De alta a muy alta (94%)
CD6	2,66	3,91	0	25,49	63,28	4,66	De alta a muy alta (89%)

Elaboración propia, 2013

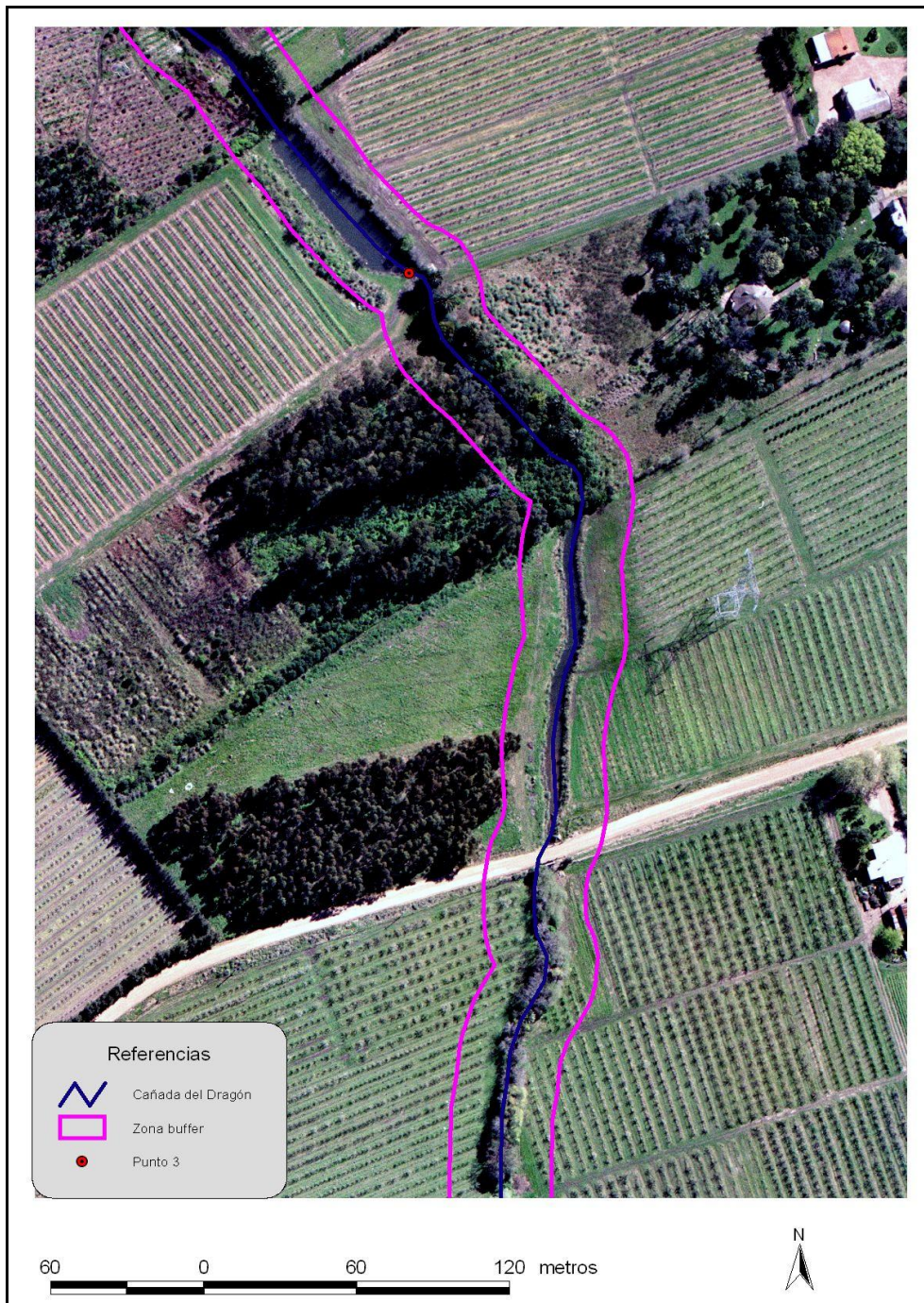
Las características del curso de agua (intensidad de uso del suelo, vegetación natural, embalses) en cada uno de los puntos y lo mencionado anteriormente, se pueden visualizar en las figuras que se presentan a continuación (Figuras 16 a 20).



Fuente: Fotos aéreas de la I.M., 2007. Elaboración Acosta, M. 2013

Figura 16: Intensidad de uso del suelo y características del borde de la cañada en el punto de muestreo CD2

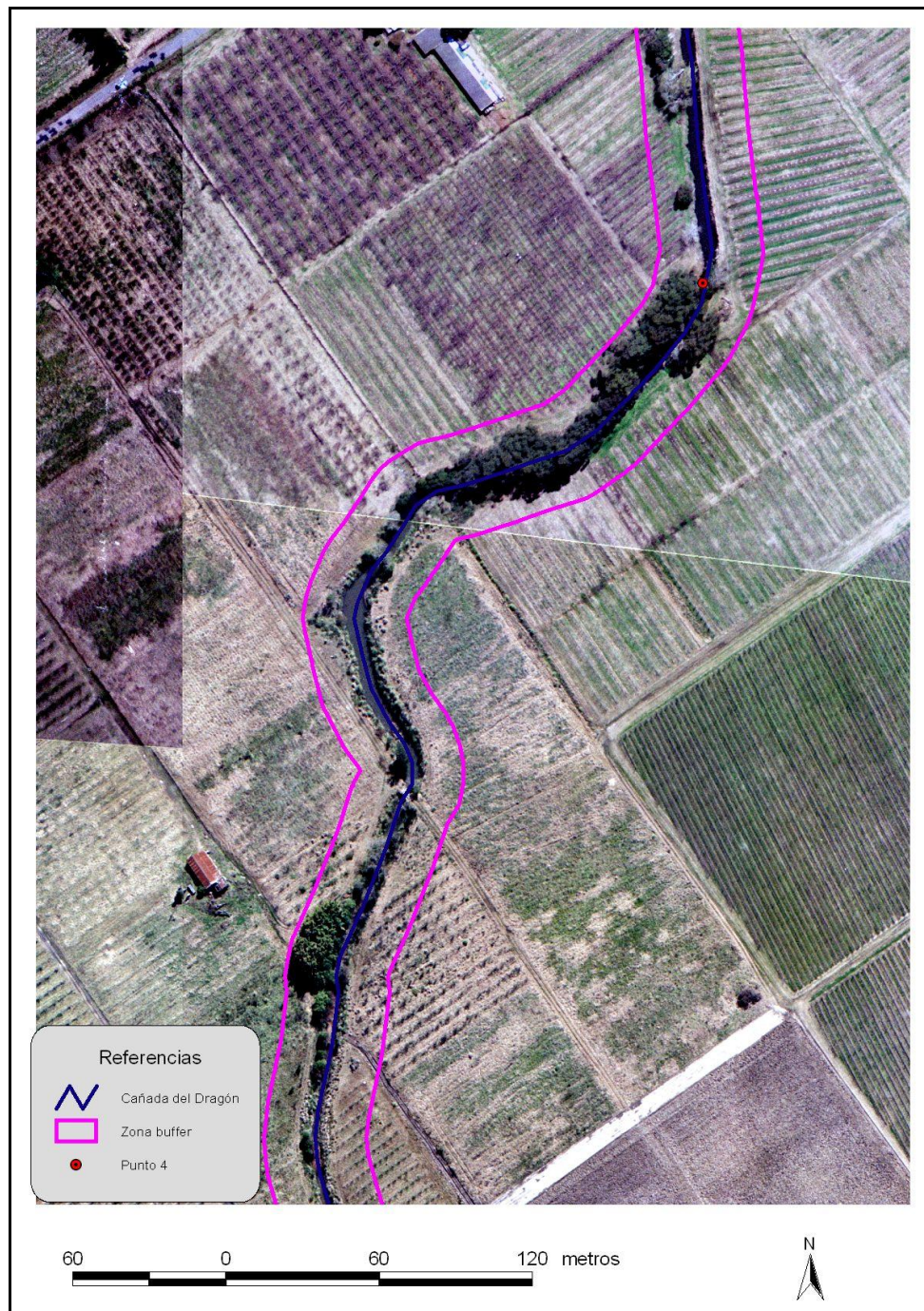
El punto de muestreo CD2 es un sitio de baja intensidad de uso y hay una zona de protección próxima a la cañada. El punto está en una zona de transición, de un lado hay monte de árboles y del otro cultivos. Tiene una zona buffer con variada vegetación.



Fuente: Fotos aéreas de la I.M., 2007. Elaboración Acosta, M. 2013

Figura 17: Intensidad de uso del suelo y características del borde de la cañada en el punto de muestreo CD3

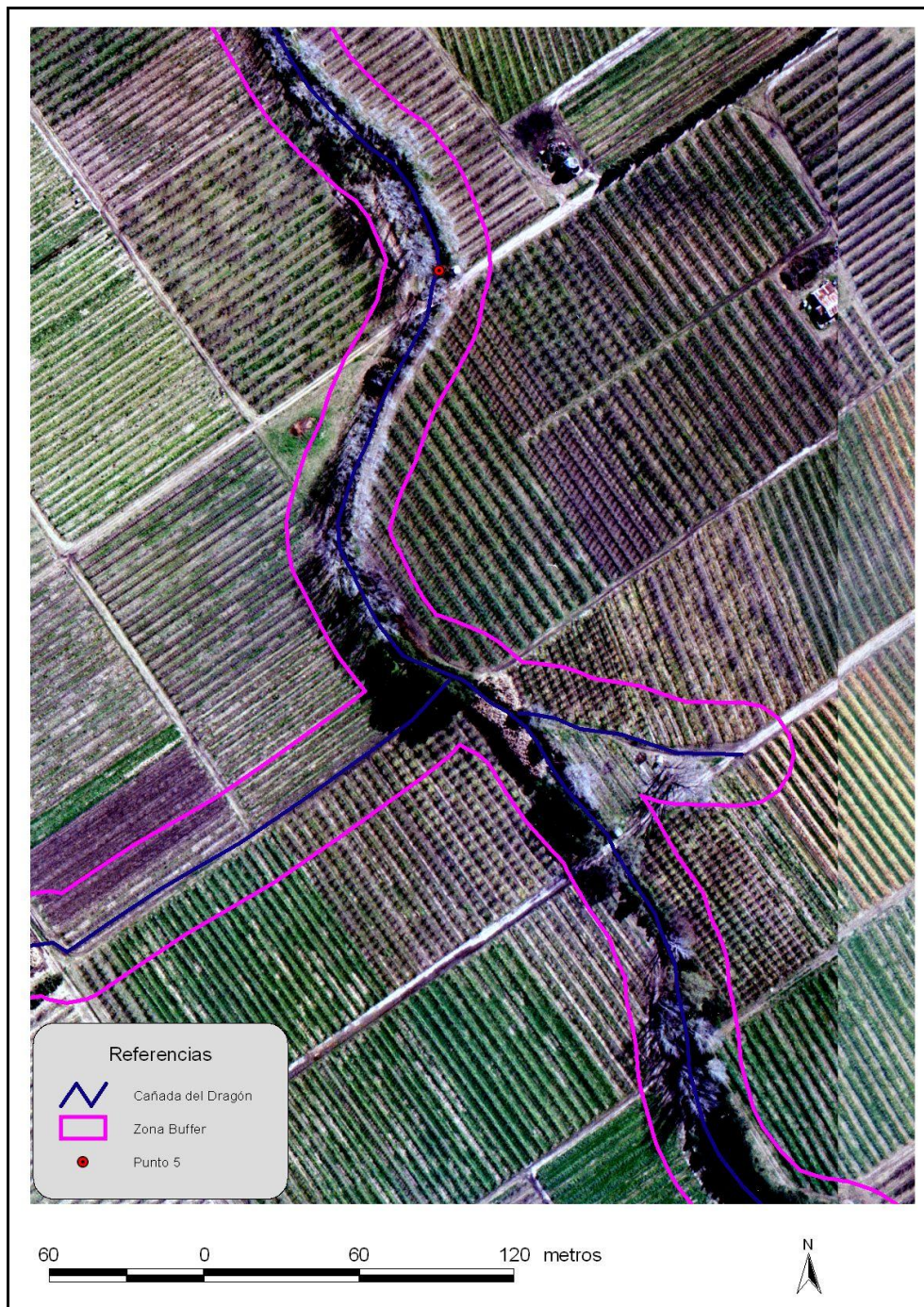
En el punto CD3 es alta la intensidad de uso del suelo, se observa la zona de cultivos. También hay una zona de montes previo al punto de muestreo. Se observa que el curso de agua está alterado, cabe aclarar que el punto está en un extremo del embalse (aguas arriba).



Fuente: Fotos aéreas de la I.M., 2007. Elaboración Acosta, M. 2013

Figura 18: Intensidad de uso del suelo y características del borde de la cañada en el punto de muestreo CD4

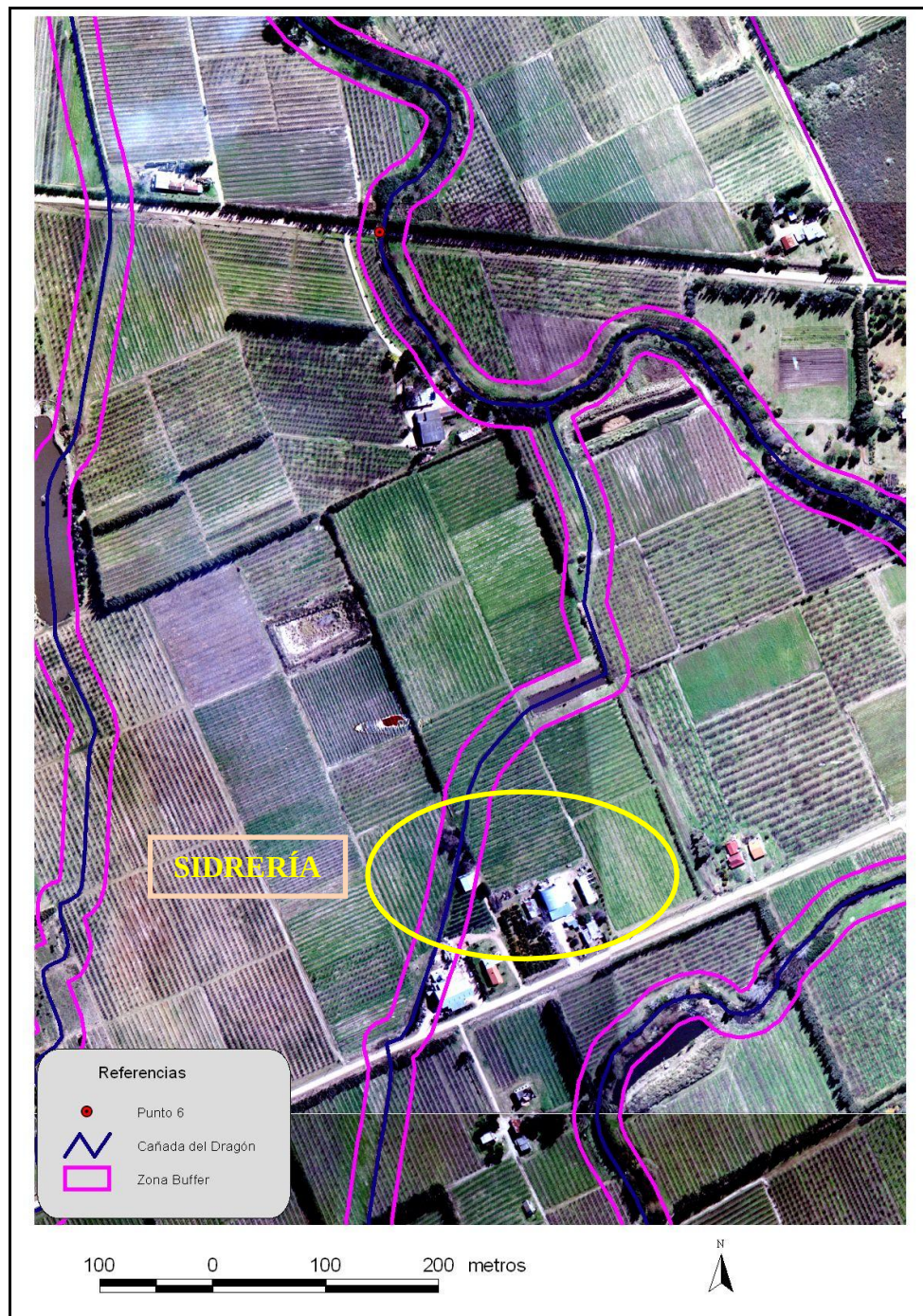
El punto CD4 está rodeado de montes silvestres en una de las márgenes, la otra margen de la cañada está desprotegida en la zona del punto de muestreo. En la Cañada, previo a zona de muestreo, se ve alteración del curso de agua. También se observa una zona de suelo sin plantación de árboles frutales previo al punto de muestreo.



Fuente: Fotos aéreas de la I.M., 2007. Elaboración Acosta, M. 2013

Figura 19: Intensidad de uso del suelo y características del borde de la cañada en el punto de muestreo CD5

En el caso de CD5 está próximo a un camino y hay pajonales en ambas márgenes. Es un punto de alta intensidad de uso del suelo. Se observa uso del suelo muy intensivo en zona de influencia del punto de muestreo.



Fuente: Fotos aéreas de la I.M., 2007. Elaboración Acosta, M. 2013

Figura 20: Intensidad de uso del suelo y características del borde de la cañada en el punto de muestreo CD6

El punto CD6 está ubicado en una zona de alta intensidad de uso, los montes frutales están muy próximos a la fuente de agua, antes de llegar a este punto hay una sidrería y además es el punto que recibe agua de todos los otros puntos y puede influir la suma de los efectos que se producen con el flujo desde aguas arriba en la cañada, donde las acciones producidas aguas arriba de la cañada repercuten aguas abajo (Agarwal *et al.*, 2000).

5.4. Relación entre calidad del agua, intensidad de uso del suelo, y características del borde de la Cañada.

Se relacionan los resultados de análisis de calidad de agua en cada uno de los puntos de muestreo, con el grado de intensidad de uso del suelo y las características del borde del curso de agua en lo que refiere a existencia o no de una zona buffer y cercanía de los árboles frutales al borde de la Cañada.

Tabla 8: Datos de análisis de calidad de agua e intensidad de uso del suelo en los distintos puntos de muestreo

Punto de muestreo	Intensidad de uso del suelo	Tiempo de supervivencia (promedio de días) *	UyBMWP **	Calidad **
Control	-	59	-	-
CD2	De baja a muy baja (100%)	39	60	Dudosa – Aguas contaminadas
CD3	De alta a muy alta (83%)	39	37	
CD5	De alta a muy alta (94%)	30	28	Crítica – Aguas muy contaminadas
CD6	De alta a muy alta (89%)	33	28	

Elaboración propia, 2014

FUENTE: * Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental (ECCA de Intendencia de Montevideo) y Organización Internacional de Energía Atómica (Proyecto ARCAL/5/053) (datos no publicados)

** Biomonitorio de la Cañada del Dragón mediante macroinvertebrados bentónicos. García, 2013.

Si vemos el análisis realizado de la intensidad de uso de suelo de la cuenca y los datos obtenidos en los limnocorales realizados por el Laboratorio de Calidad Ambiental de la Intendencia de Montevideo (Figura 2, Anexo 1), en los sitios de mayor intensidad de uso (CD5 y CD6) hay más problemas en lo que refiere a la calidad del agua. En el punto CD3 es alta la intensidad de uso y sin embargo el tiempo de sobrevivencia fue similar al punto CD2 donde la intensidad es baja, pero CD3 tiene un monte ribereño. Según los análisis realizados por García (2013), la calidad del agua según el índice biótico UyBMWP es dudosa en el punto CD2, de dudosa a crítica en el punto CD3 y crítica en los puntos CD5 y CD6. Si vemos la intensidad de uso del suelo, hacia la desembocadura va aumentando (de CD2 a CD6). .

5.5 Problemas ambientales de la cuenca

A continuación se presentan las opiniones de los productores respecto a la identificación de los principales problemas ambientales en la cuenca, relevados en la encuesta realizada (el número entre paréntesis refiere a la cantidad de productores que lo menciona como problema):

Contaminación del agua de la Cañada por desechos (5)

- ✓ Por la cercanía a la ciudad hay varios problemas y los mismos pueden aumentar.
- ✓ Está muy contaminado porque la gente tira basura, sobre todo donde cruzan los caminos; también hay basura en las calles. En la Cañada también se tiran envases y cuando hay creciente la corriente se lo lleva.
- ✓ También incide que el A° Las Piedras está muy contaminado (se ven garrafas, envases, ruedas, neumáticos, pedazos de auto, calefones) el agua arrastra cualquier cosa y a veces se ven este tipo de desechos en la Cañada del Dragón.

Los productos químicos (4)

- ✓ Primero hay que resolver grandes problemas y luego el de las aplicaciones.
- ✓ Los productos químicos no son buenos pero no hay alternativa. Si no se cura, no se puede producir por los problemas sanitarios. A la fruta se le aplica mucho, más al durazno. Ciruela más ecológico, se cura poco. Lo peor es la manzana.
- ✓ Es muy poco práctico lo que sugieren: llamar a un técnico en el momento de curar.
- ✓ La producción orgánica no es fácil por la exigencia de mercado.
- ✓ Mal uso de agroquímicos. Hay gente que da herbicida en el arroyo, limpia el arroyo con Gramoxone.

Industrias (3)

- ✓ En la zona hay una sidrería y criaderos de pollo; se han visto residuos de estas industrias en la Cañada (Figura 20).

Problemas en la cantidad de agua (2)

- ✓ El arroyo se queda sin agua, falta regular el uso del agua. Cada quinta busca su solución y pueden estar sacándole agua al vecino.

- ✓ La solución podría ser bombear agua del A° Las Piedras al A° Dragón, hay proyectos hace más de 20 años pero no se concretan. Una propuesta puede ser que la Cañada sea un canal de riego.

Aguas servidas (2)

- ✓ En saneamiento, el agua de la cocina va a la zanja y a las cañadas. También hacen robadores en los pozos negros.
- ✓ 80% de aguas residuales van al arroyo.

Otros

- ✓ Los jóvenes se van, la juventud en Melilla es poca.
- ✓ Hay muchos proyectos y estudios que no llegan a nada.
- ✓ A veces queman, feo a la vista, desastroso.
- ✓ En la cañada hay problemas con la caza de carpincho
- ✓ La cañada cambió, huele mal, se ven pescados muertos.

Tres productores (17,7%) mencionaron que no había problemas ambientales y como preocupación mencionaron problemas de salud por el tipo de trabajo (óseos), climáticos (muchos problemas con el sol que quema la fruta y la planta) y las torres de líneas de transmisión de energía eléctrica de alta tensión en los predios.

Se presentan algunas soluciones a los problemas mencionados y los inconvenientes que hay para poder implementar las medidas, según la encuesta realizada (Tabla 9).

Tabla 9: Propuesta de soluciones e inconvenientes para la implementación de las mismas, según la visión de los productores rurales

Medidas	Quienes	Inconvenientes
Debería haber controles aunque sea difícil.	Intendencia de Montevideo (IM) y Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA)	No hay experiencia y a veces se dificultan las tareas por la burocracia existente.
Enseñar a la gente. La gente debe cuidar. Clasificar los residuos	La IM debe educar a la gente. En la IM la recolección de envases de productos químicos.	Es difícil cambiar la mentalidad de la gente, se debe recurrir a educar a los niños, sensibilizar.
Hacer denuncias. Controlar a la sidrería.	IM y MVOTMA	No hay lugar específico para los desechos.
Control. Inspección. Recorridas en la zona para ver si se ve algo. Conciencia de productores. Vecinos más unidos.	Solución a nivel superior.	Hay dificultades para efectivizar el cumplimiento de las normativas. La falta de controles facilita el no cumplimiento de las normativas.
Controles	IM y MVOTMA	Por ignorancia del problema, no se conoce el problema.
Educar a la gente.	Estado.	Educar a la gente es difícil, a la zona rural todo demora más en llegar.

Fuente: Encuestas realizada a los productores (2012). Elaboración propia, 2013.

5.6 Aportes al Manejo Integrado de Cuencas a nivel local desde la experiencia de este trabajo

En resumen los pasos realizados en este trabajo, según la metodología planteada, fueron: delimitar la cuenca en estudio, realizar el estudio de uso de suelo por fotointerpretación, se hizo revisión de información secundaria y junto al análisis de los datos de la encuesta se caracterizaron los sistemas productivos y detectaron problemas ambientales en la zona. Se determinó el grado de intensidad de uso del suelo en la cuenca en base a información del estudio por fotointerpretación y los datos de la encuesta (análisis multivariado de los datos), se

relacionaron estos datos con los datos de análisis de agua de la Intendencia de Montevideo y se sugieren estrategias y aportan elementos para gestionar y realizar un manejo del curso de agua en estudio y otros cursos a escala local (Figura 3). Desde la experiencia de este estudio se aportan elementos al manejo integrado que se puede utilizar en otras cuencas, más que nada a nivel local.

La Gestión Integrada está presente en la legislación uruguaya desde el año 2004, es una recomendación frecuente en la literatura y es objeto de estudio de varios equipos académicos, pero muchas veces no logra implementarse a nivel local. Se destacan algunos problemas frecuentes y que se repiten en el proceso de la cuenca en estudio, así como se incluyen posibles soluciones:

- ✓ El análisis de uso de suelo e intensidad, las encuestas y los análisis de calidad de agua en la cuenca deberían realizarse en el mismo momento y coordinando con los equipos de trabajo para lograr una adecuada distribución espacial del muestreo
- ✓ Registrar cuáles fueron los productos utilizados en las cercanías de los puntos de muestreo al tomar las muestras en cada uno de los períodos así como distribuir estos períodos de manera de tener muestras en distintos momentos del año para evaluar las diferencias estacionales
- ✓ Tener registros del clima
- ✓ Es importante la continuidad en los análisis de calidad de agua, dado que son propensos a variaciones que dependen de factores climatológicos, geográficos y antropogénicos.
- ✓ También se debe tener en cuenta el trasvase de agua de otros cursos de agua; para el caso en estudio es importante investigar la dinámica de este proceso con el A° Las Piedras.
- ✓ En los resultados de calidad de agua también pueden tener incidencia la canalización o la realización de embalses, es muy importante que la realización de intervenciones en el cauce tomen en cuenta el funcionamiento general de la cuenca y la dinámica del cauce.
- ✓ Realizar un relevamiento detallado de las características de la vegetación presente en los márgenes de la Cañada.
- ✓ Es muy importante el poder cruzar la información (encuesta, fotointerpretación, etc.) para tomar las decisiones de dónde muestrear y poder determinar puntos contrastantes de muestreo.

6 DISCUSIÓN

6.1 Análisis de las actividades antrópicas que se realizan en la Cañada

En este trabajo se pudo identificar la intensidad de uso del suelo en el área que drena hacia los puntos de muestreo, se analizó la relación de los resultados de los análisis de calidad de agua con la intensidad de uso en cada punto de muestreo y se pudo confirmar que las actividades antrópicas (referidas a la intensidad de uso del suelo) que se realizan en la cuenca afectan la calidad del agua (Bruno, 2003; Shaxson y Barber, 2003; Achkar *et al*, 2004; De la Fuente *et al*, 2008; Oliveira Melo y Fehr, 2009; Núñez, *et al.*, 2010; CCA, 2011; Guerrero, 2011; González-Sánchez, 2013).

Recientemente se ha demostrado en la región que la mayor intensidad en el uso del suelo genera una mayor exportación de nutrientes hacia los cursos de agua (Teixeira de Mello, 2007; Díaz, 2013). En este trabajo se constató que en lugares de mayor contaminación, la intensidad de uso es mayor o sea que la intensidad de uso del suelo afecta de manera diferencial la calidad del agua en cada punto de muestreo según sea el grado de esa intensidad de uso.

Para cuantificar la proporción del efecto de la intensidad de uso del suelo y del uso de agroquímicos en la calidad de agua, no se dispone de series largas de datos ni de calidad de agua ni de registros de manejo de los sistemas de producción. Por lo tanto es necesario coordinar estudios de análisis de agua y la realización de encuestas para cuantificar la incidencia que tiene el manejo de los sistemas de producción intensivos en el curso de agua que se estudia.

En lo que refiere al uso de fitosanitarios y/o fertilizantes, el alto nivel de cobre encontrado en sedimento, es consistente con la aplicación de productos químicos en base a dicho metal (IAEA y CAMM, 2011). Según las encuestas realizadas, el oxiclورو de cobre es el segundo fungicida más usado luego del Mancozeb. El oxiclورو es un producto muy utilizado por los productores tanto en sistemas de producción convencionales como en los orgánicos por tanto es importante realizar un uso racional del producto de forma de disminuir los altos niveles encontrados, por ejemplo conociendo características del patógenos que quiero controlar, aplicar dosis correcta, entre otras medidas.

En lo que refiere a residuos de plaguicidas en la zona se detectaron y cuantificaron en agua de escorrentía y en el agua de la cañada luego de un evento de lluvia: Iprodione, Metil Azinfós y Tetrahydroptalamida (por degradación del Captan) (IAEA y CAMM, 2011), productos que fueron mencionados en las encuestas y son utilizados por los productores. Es importante tener un registro de los productos que se están utilizando al momento de obtener las muestras de agua.

Una fuente de contaminación de los cursos de agua es el exceso de nutrientes, sobre todo fósforo y nitrógeno (Achkar *et al*, 2004; Teixeira de Mello, 2007; Barbazán *et al*, 2011; Díaz, 2013). Los abonos orgánicos aportan y son fuente de ambos nutrientes (Barbazán *et al*, 2011) y constituyen una práctica frecuente en la cuenca. Esta práctica agrícola existe y va a continuar, también es muy usada en producción orgánica; por lo tanto es importante minimizar el aporte de exceso de nutrientes con esta práctica mediante el análisis de suelo, ajustar la dosis para no aplicar abonos en exceso, conocer materiales orgánicos que se incorporan en lo que refiere al aporte de nutrientes que realizan.

En resumen las encuestas y el método de análisis permitieron separar los usos en dos grupos que se diferencian por el grado de intensidad en el uso del suelo; de esta manera se reconocen dos tipos de manejo de suelos diferentes. Se confirmó que había diferentes grados de intensidad de uso en la cuenca, también observado por fotointerpretación.

6.2 Características del borde de la Cañada

Es ampliamente reconocido en la literatura que la vegetación de los bordes de arroyos y cañadas actúa como protección y filtro biológico de sedimentos, nutrientes originados en fertilizantes y contaminantes químicos ayudando a preservar la calidad del agua (Vigiak *et al.*, 2007; Karssies y Prosser, 1999; Mander *et al*, 2005; Díaz, 2013; Hernández, 2013). Las franjas de vegetación sirven de área de retención para las partículas de suelo arrastradas por el agua de riego y el escurrimiento superficial del agua de lluvia (Karssies y Prosser, 1999; Mander *et al.*, 2005; Vigiak *et al.*, 2007; IAEA y CAMM, 2011; Hernández, 2013). El objetivo de las franjas de protección en los bordes es evitar que tanto los nutrientes como los plaguicidas transportados por el escurrimiento superficial alcancen las aguas del curso fluvial. En general se da que en aquellos puntos donde el agua presenta más problemas de calidad, puntos CD5 y CD6, además de ser alto el grado de intensidad de uso del suelo es prácticamente nula la protección del margen de la Cañada.

La medida 8 del Plan de Acción para la Protección de la Calidad de Agua del Río Santa Lucía establece "Instaurar una zona de amortiguación o buffer en la cuenca hidrográfica declarada ZONA (A) sin laboreo de la tierra y uso de agroquímicos (para la conservación y restitución del monte ribereño como forma de restablecer la condición hidromorfológica del río) en una franja de 40 metros a ambas márgenes de los cursos principales (río Santa Lucía y río San José), 20 metros en los afluentes de primer orden (ej: A° Canelón Grande) y 100 metros entorno a los embalses" (MVOTMA, 2013). Esta propuesta elaborada para el Río Santa Lucía y considerando los resultados obtenidos a nivel de una cañada, implica al menos una discusión sobre las distancias establecidas y la importancia de los cursos menores.

No hay medidas establecidas para las Cañadas, las Cañadas también deberían tener zonas de amortiguación ya que se reconoce su efecto en la preservación de la calidad del agua que los productores utilizan para riego. Son elementos a tener en cuenta en la planificación de la zona en estudio; junto a la consideración de aspectos sociales, económicos y ambientales locales. En la cañada en estudio se podrían implementar medidas de protección del borde ya que los productores tienen interés en mejorar la calidad del agua de la Cañada, estas medidas deben ser graduales y trabajando junto a los productores. En las condiciones actuales es más factible implementar estas medidas en la implantación de nuevos montes; no obstante con apoyo institucional se puede implementar en bordes de la Cañada que ya tienen montes implantados. Por ejemplo si se otorga algún tipo de beneficio o apoyo específico, los productores estarían de acuerdo en quitar árboles muy próximos al curso de agua; es importante resaltar que las medidas que se adopten deben ser en toda la cuenca.

6.3 Caracterización de la cuenca en cada punto de muestreo

En un plan de monitoreo con la realización de nuevos muestreos de agua es importante que la ubicación de los puntos de muestreo se realice considerando la intensidad en el uso del suelo de la cuenca y las características del borde de la cañada.

El grado de intensidad de uso del suelo es diferente en cada uno de los puntos de muestreo. Los puntos CD3 a CD6 son los que tienen mayor intensidad de uso del suelo, siendo en los puntos CD5 y CD6 donde el grado de intensidad de uso es mayor, además estos puntos reciben la presión de uso de los puntos que están aguas arriba. Además, de los sitios analizados, al punto

CD6 es al que drenan más número de padrones y la superficie de drenaje es mayor en este punto.

En algunos de los puntos de muestreo la incidencia del borde de la cañada es importante para reducir la presión por una alta intensidad de uso del suelo, como fue analizado para el punto CD3 donde es alta la intensidad de uso del suelo pero también hay una zona de bosque ripario previo al punto de muestreo que probablemente amortigüe los efectos de la alta intensidad del uso, es necesario investigar este aspecto en profundidad. Un indicio de que esta faja de protección pueda estar incidiendo es que a pesar de que en este punto es alta la intensidad de uso el tiempo de sobrevivencia en limnocorales de *Cnesterodon decemmaculatus* es similar a CD2 que es un sitio de baja intensidad de uso. También se ve que el índice UyBMWP es mejor en CD3 que en CD5 y CD6.

A partir del trabajo de fotointerpretación se vio que la ubicación del punto CD2 es incorrecta, podría tener resultados más claros si estuviera ubicado en una zona de bosque ribereño o de zona de cultivos, pero su ubicación en una zona de transición lleva a confundir los resultados.

Las encuestas también nos aportan elementos que nos ayudan a definir ubicación de los puntos de muestreo. Sería interesante obtener muestras de puntos ubicados en zonas donde la cañada no tiene ningún tipo de protección y los montes están muy próximos a su margen y otro punto donde no hay producción intensiva muy próxima a la fuente de agua y el curso tenga vegetación de borde; para que los resultados no tengan influencia y se pueda obtener resultados más claros.

Otro aspecto a considerar es que en CD3 y CD4 se ven alteraciones en el curso de agua, hay embalses que afectan la dinámica del curso de agua en estudio (Figura 21). Los embalses que se observan por fotointerpretación dan cuenta del uso no planificado del curso de agua. La alteración del curso coincide con lugares de alta intensidad de uso lo que hace suponer que el productor lo realiza para atender las demandas de agua para riego que tiene en su sistema de producción.



Fuente: Acosta, M. Julio (izq.) y Diciembre (der.) 2012 (Foto de carátula)

Figura 21: Curso de agua alterado y montes próximos a la fuente de agua

Es importante buscar una solución conjunta, apostar al manejo integrado de cuencas para mejorar la calidad y disponibilidad de agua que los productores necesitan. La alteración del curso de agua que se realice en la Cañada incide aguas abajo, este es otro aspecto en el que es fundamental trabajar de manera integrada para gestionar la cuenca. Se debería buscar compatibilizar las necesidades individuales y colectivas, una manera es trabajar en conjunto con los productores a través del manejo integrado de cuencas para que las necesidades individuales a corto plazo no alteren las necesidades colectivas de más largo plazo.

6.4 Relación entre calidad de agua, intensidad de uso del suelo y las características del borde de la Cañada

Este trabajo aporta una propuesta operativa para la construcción de un sistema de evaluación del grado de intensidad de uso a lo largo de la Cuenca en estudio. Para avanzar en la interpretación de los datos de calidad de agua obtenidos por la Intendencia en diferentes puntos de muestreo, se vinculan estos datos con el grado de intensidad de uso del suelo elaborado y las características del borde de la Cañada. Se pueden visualizar los resultados para cada punto de muestreo integrando datos de calidad del agua y grado de intensidad de uso en la Tabla 8.

En lo que refiere al tiempo de sobrevivencia en los limnocorales de *Cnesterodon decemmaculatus*, en los puntos CD5 y CD6 es donde es menor. Los puntos CD5 y CD6 son en los que hay mayores niveles de contaminación según el índice UyBMWP; estos puntos son los que tienen mayor grado de intensidad de uso y menor protección de los márgenes de la cañada. Esto concuerda con lo que plantea García (2013): donde el uso del suelo es más intensivo, y es mayor la aplicación de productos químicos; es menor el índice UyBMWP y mayor la contaminación del agua (CD5 y CD6 tienen aguas muy contaminadas). Estos resultados

confirman que la intensidad de uso con mayor aplicación de agroquímicos va en desmedro de una buena calidad del agua y afectan diferencialmente según el grado de intensidad en cada sitio; además se suma la falta de protección en los bordes de la Cañada.

El biomonitoreo de la Cañada del Dragón mediante bioindicadores parece ser una herramienta útil y eficaz para conocer el estado del sistema. El estado general de degradación de la cañada es mayor aguas abajo, efecto que puede deberse a la gran alteración del curso fluvial que está ligado a las acciones antrópicas. Además, pudo deberse a la suma de los efectos que se producen con el flujo desde aguas arriba (García, 2013; Agarwal *et al.*, 2000). Es importante realizar estos análisis teniendo en cuenta el estudio de la cuenca por fotointerpretación y los datos relevados en la zona mediante una encuesta o algún otro tipo de relevamiento; de esta manera los agentes causales de los problemas de contaminación en el agua se pueden explicar mejor.

El análisis de los Limnocorrales¹³, integra los efectos a distinto nivel. Se destacan los limnocorrales como una herramienta de monitoreo continuo que permite evaluar los efectos de toxicidad crónica y además la captación de eventos puntuales de exposición a contaminantes (Espínola y Saona, 2011). La mortalidad observada en los limnocorrales implantados en la cuenca hace pensar que se presentaron eventos puntuales de alta exposición a sustancias tóxicas (Com. Pers. Gustavo Saona, 2013).

Si bien no se puede identificar el agente causal y cuál es el contaminante que ocasiona los problemas, a partir del trabajo de fotointerpretación realizado y la caracterización según intensidad de uso; es posible afirmar que el uso de agroquímicos puede tener incidencia directa en la calidad del agua: donde hubo mayores problemas de contaminación según los resultados obtenidos en los limnocorrales de *Cnesterodon decemmaculatus* y el biomonitoreo mediante macroinvertebrados bentónicos es donde el grado de intensidad de uso es mayor y donde el curso de agua tiene menor protección en los márgenes. Es importante realizar un relevamiento de productos químicos que se están utilizando al momento de realizar los muestreos.

¹³ El limnocorral de *Daphnia magna* consiste en un tubo de PVC (≈250 mL) con tapas en los extremos y una perforación lateral con malla. Los individuos utilizados eran adultos de más de 10 días. Se colocaron dos limnocorrales para *D. magna* en los puntos CD2, CD3, CD5, CD6 y en la fuente del laboratorio (Espínola y Saona, 2011). En el limnocorral de *Cnesterodon decemmaculatus* los individuos utilizados correspondieron a juveniles menores a 15 mm de longitud estándar. El monitoreo se realizó en 4 sitios de la cañada del Dragón (CD2, CD3, CD5 CD6) y un sitio control a la intemperie en la fuente del Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental. En cada sitio se colocaron 3 jaulas con 10 peces cada una y fueron revisadas semanalmente (Espínola y Saona, 2011 y Com. Pers. Gustavo Saona, junio 2013).

Con los resultados de los análisis de calidad de agua no es posible establecer con exactitud la fuente de alteración, pero los resultados obtenidos por García (2013) indican que en el curso se presentan problemas.

La mayoría de la zona tiene sistemas intensivos de producción (hortifruticultura), donde se utilizan agroquímicos para el manejo sanitario de los montes o cultivos (encuestas realizadas, 2012); en zonas de alta intensidad de uso se hace un uso importante de estas sustancias que pueden incidir en los resultados de calidad del agua. Los sitios más contaminados son los que tienen mayor intensidad de uso. Según Díaz (2013) donde la intensidad de uso es mayor, también es mayor el aporte de nutrientes, en acuerdo con esto y según el trabajo realizado podemos decir que el grado de intensidad de uso del suelo podría incidir en la calidad del curso de agua de la microcuenca en estudio.

Estamos en condiciones de decir que la hipótesis planteada no se rechaza: “La calidad del agua, en los distintos tramos de la Cañada del Dragón, varía según la distribución espacial de las actividades antrópicas que se realizan en la microcuenca”, sería interesante e importante cuantificar la variación de la distribución espacial de los efectos en el tiempo.

6.5 Problemas ambientales de la cuenca

Mediante la metodología aplicada se logró identificar y sistematizar los principales problemas ambientales percibidos por los productores (Tabla 9). Los problemas ambientales particulares que se presentan en la cuenca reflejan condiciones de uso y manejo en sistemas complejos. La percepción ambiental emerge del funcionamiento del sistema y como cada uno es único, las opiniones son referidas a ese sistema.

Los residuos son un gran problema, aparecen tanto en las cunetas de la caminería como en el curso de agua, se incrementa por la cercanía a la ciudad pero también es ocasionado localmente. La gestión de los residuos es un problema interno en la cuenca y externo ya que se detectan aportes de residuos desde fuera de la cuenca.

La basura orgánica se puede reutilizar en la totalidad de la cuenca. En una zona rural de producción intensiva la generación de residuos orgánicos no debería ser un problema de difícil solución ya que constituye una fuente de materia orgánica que permite mejoramientos de suelo.

Se podría implementar un sistema de clasificación de residuos, se debería mejorar y apoyar a los productores con el lugar de acopio de envases de agroquímicos que hay en JUMECAL. Se pueden designar lugares donde colocar las bolsas de basura hasta su recolección.

El uso de agroquímicos fue mencionado por varios productores, es un tema de preocupación. Para algunos no hay alternativa, para otros es un problema de difícil solución; es común la preocupación de los productores por lo tanto buscan utilizarlos racionalmente. También se producen grandes cantidades de envases de agrotóxicos.

En los predios donde se implementa el proyecto de uso de feromonas ha disminuido el uso de agroquímicos; es otro caso donde es importante el trabajo y la participación de todos los involucrados (por las características de la estrategia). En la zafra 2012-2013 en el 90% de los casos donde se usó feromonas, el daño ocasionado por insectos fue de 0 a 0,5% y el número de aplicaciones fue menor en predios con manejo integral que en los de manejo convencional. (Com. Pers. Valentina Mujica, 2013)

En los últimos años se trabaja sobre estrategias conocidas como buenas prácticas agrícolas, entre ellas: apropiada aplicación y almacenamiento de plaguicidas, evitar que el ganado abrevé directamente sobre los cursos de agua, disminuir la erosión de la ribera del curso y creación de perímetros de protección de las riberas (IAEA y CAMM, 2011; MVOTMA, 2013).

Debe profundizarse el análisis de la importancia de la actividad industrial en la microcuenca, una investigación particular de cuáles son sus vertidos, qué hacen con ellos, qué vínculo tienen con la zona, etc. Lo mismo ocurre con el saneamiento de la zona, es necesaria una evaluación de los sistemas utilizados, así como el análisis de la incidencia en la calidad del agua del vertido de aguas servidas a la cañada.

En lo que refiere a los servicios ambientales del curso de agua en estudio, los problemas referidos a la cantidad, además de estar explicados por las características del curso en sí mismo y las condiciones climáticas; se ven acrecentados por el uso de agua para riego, tema que debe

ser analizado en detalle por la importancia puntual que tiene el curso como fuente de agua de riego para muchos productores. El objetivo de los productores es utilizar el agua para riego, por lo tanto la Intendencia de Montevideo pretende que sea de buena calidad.

Los propios usuarios expresan que hay problemas con la calidad del agua y la cantidad y son ellos mismos quienes se muestran interesados en mitigar los problemas que se presentan. El uso no planeado del riego perjudica la naturaleza por agotamiento del recurso y destruye ecosistemas del margen de los arroyos (Oliveira Melo y Fehr, 2009). Considerando la propuesta que realiza Oliveira Melo y Fehr (2009), una estrategia efectiva de sustentabilidad integra el uso racional del recurso y el acceso igualitario.

De las encuestas se desprende que los productores están interesados por preservar y mejorar el curso de agua, pero muchas veces se enfrentan a la falta de alternativas a los sistemas de producción actuales, que puedan ser implementadas fácilmente. Sin embargo hay otros servicios que mejorarían con un adecuado manejo de la cuenca, biodiversidad, preservar recursos genéticos tanto en flora como en la fauna, a través de mejorar los bordes de la Cañada con vegetación, entre otros, que los productores aún no visualizan directamente.

En otros problemas se agruparon aquellos que fueron mencionados por alguno de los encuestados pero se consideran importantes porque reflejan preocupaciones en la zona que se repiten en otras zonas rurales del país como son: la emigración de la gente joven a las ciudades por falta de oportunidades laborales en el campo o por falta de estímulo a continuar con el emprendimiento familiar; falta de credibilidad en proyectos institucionales (muchas veces por la falta de participación de los propios actores en estos proyectos y la inexistencia de una devolución de los resultados obtenidos); se mencionan la caza de animales y la quema de residuos. Todos estos problemas están directamente vinculados con el manejo integrado de la cuenca y el control de los propios habitantes del lugar. También deben ser considerados los problemas de salud por el tipo de trabajo (óseos), los climáticos (muchos problemas con el sol que quema la fruta y la planta) y las torres de alta tensión ubicadas en los predios. Problemas que deben ser analizados específicamente e integrados en los programas de gestión integrada de cuencas.

En general los problemas ambientales percibidos por los productores conciben con lo observado en las recorridas por la zona y con el trabajo de caracterización de las actividades antrópicas realizado.

La encuesta realizada fue una muy útil herramienta, el formulario realizado con la Intendencia se elabora considerando los antecedentes de trabajo en la zona. Si bien fue útil para relevar la opinión de los productores hubiera sido importante tener un intercambio más fluido con ellos; además hubo parte de la información que no se utilizó. A la metodología de encuestas se le podría sumar algunas visitas de seguimiento y poder intercambiar con los productores y confirmar y mejorar la información obtenida.

Fue importante en este trabajo relevar la opinión de los productores respecto a la situación ambiental del curso de agua ya que muestra la relevancia de la percepción de los problemas de la cuenca. En especial esto es un factor importante para realizar una adecuada gestión de la cuenca, reseñada específicamente en la propuesta de la FAO (2011), sobre que los agricultores son agentes de cambio y sus puntos de vista tienen que tomarse en consideración. En acuerdo con lo que establece Quintero Burgos (2011) es importante que las personas estén convencidas para tener un cambio de actitud, abordar necesidades reales y es imprescindible el aval de las autoridades y fortalecer las capacidades de los actores locales; la realización de encuestas de opinión y el trabajo con los actores locales es una herramienta que permite avanzar en este sentido. Por lo general, los productores están forzosamente comprometidos con la planificación y la gestión sostenibles de la tierra y el agua, pero muchos se ven obligados a aplicar prácticas insostenibles por las situaciones económicas, la falta de incentivos adecuados, la inseguridad de uso del agua, la falta de organizaciones locales adecuadas y la ineficiencia de los servicios de apoyo, entre estos, el crédito y la financiación rural, los mercados y el acceso a la tecnología y los conocimientos (FAO, 2011).

6.6 Aportes al Manejo Integrado de Cuencas a nivel local desde la experiencia de este trabajo

Cotler (2004) plantea algunos problemas para la implementación del Manejo Integrado de Cuencas que en parte este trabajo trata de abordar. Algunos de ellos son: la conciencia colectiva de la importancia de manejo integrado, el dominio de los principales problemas ambientales que se dan a nivel de cuenca sobre todo en lo social, es importante lograr que la comunidad se sienta parte y desarrollar capacidad para preservar los recursos hídricos, los suelos y la

biodiversidad. Este trabajo intenta hacer un abordaje de la problemática existente en la Cañada del Dragón de manera de contemplar algunas de estas limitantes con la participación de los actores locales. A través de las encuestas se busca que los productores participen y con la devolución de los resultados generar un intercambio y conocimiento colectivo de lo que sucede en el lugar.

En este trabajo se implementó una metodología sencilla de Gestión Integrada de Cuencas aplicable a la realidad local que se estudia. Se pretende aportar elementos al manejo integrado de cuencas de cursos de agua a escala local a través de las consideraciones planteadas anteriormente.

En acuerdo con lo que establece Guerrero (2011), los factores que influyen en la calidad del agua no pueden ser analizados por separado. En este estudio los análisis de agua realizados en cada uno de los puntos de muestreo están influenciados por varios factores. Es importante formar un equipo multidisciplinario para establecer un sistema de monitoreo para determinar la calidad de agua. El estudio de intensidad de uso del suelo y el establecimiento de los puntos de muestreo debe realizarse de manera coordinada para determinar la mejor ubicación de los puntos en función de las características de la cuenca.

La Cañada del Dragón es un curso de agua que recibe mucha presión por las actividades antrópicas que se realizan en su cuenca. Es importante gestionar estos cursos de agua en conjunto con los productores para que el uso del recurso sea realmente sustentable.

7. CONCLUSIONES

El trabajo realizado, brinda un conjunto de elementos para avanzar en la gestión integral del recurso hídrico en el sistema en estudio. La integración de la información generada por fotointerpretación con los resultados de las encuestas permitió caracterizar la microcuenca.

Las actividades antrópicas afectan la calidad y cantidad en los cursos de agua, en particular es importante la incidencia del uso del suelo. Es fundamental verificar y estudiar estos aspectos a pequeñas escalas y con la participación de los actores locales de forma de implementar medidas adaptadas a la realidad del lugar. La determinación del grado de intensidad de uso del suelo y el estado del cauce y el borde permitió mejorar la interpretación de los datos de análisis de calidad de agua obtenidos por el Laboratorio de Calidad Ambiental de la Intendencia de Montevideo.

Hay varios problemas ambientales en la zona; algunos directamente vinculados al curso de agua y otros que lo afectan indirectamente o no lo afectan. Lo importante es que los productores ven que hay una serie de problemas, que están interesados en encontrar una solución y dentro de ellas ocupa un lugar muy importante la educación. Los principales problemas mencionados en la cuenca fueron el vertido de desechos y el uso de agroquímicos, a lo que se suma el uso del agua sin una adecuada planificación.

Los impactos ambientales son percibidos y sentidos por los productores. Esto es un indicador de la necesidad de una propuesta integral de manejo y el apoyo para poder implementarla y manejar de manera sustentable el recurso. De las encuestas surge la preocupación de los productores por mejorar la cantidad y calidad del agua de la Cañada, aspecto fundamental para realizar una buena gestión del recurso hídrico.

Es importante acudir a las buenas prácticas agrícolas, avanzar en la formación de los productores en el uso de agroquímicos, implementar sistemas en los que se disminuya el uso de productos químicos, promover el uso de productos de menor toxicidad para las aplicaciones y apoyar a aquellos productores que no pueden contar con asistencia técnica. En el INIA Las Brujas se lleva adelante una experiencia de cultivos frutales orgánicos, que integra un sistema de manejo de plagas regional con el uso de feromonas. La cooperativa JUMECAL es clave para lograr el manejo racional de los productos químicos.

El borde de la Cañada es otro aspecto a tener en cuenta y fue estudiado en este trabajo por su función de filtro de contaminantes. Se pudo identificar un gradiente de variación del borde de la cañada desde más protegido a menos protegido que coincide con los registros de los 5 puntos de calidad de agua. Por lo tanto además de la importancia de la vegetación de borde en sí misma, también es importante preservar los montes indígenas, aumentar la biodiversidad, entre otras cosas que contribuyen al manejo sustentable de los recursos naturales.

Con los resultados del proceso de las encuestas en la instancia de devolución realizada a los productores, se identificó un contexto favorable para la elaboración de propuestas de manejo para mejorar la protección de las márgenes del curso de agua, conservar y restaurar el bosque natural promoviendo la plantación de especies vegetales en conjunto con los productores. En esta instancia se resalta la posición favorable de los productores para trabajar en un adecuado plan de manejo, la necesidad de establecer distancias adecuadas de los montes a las fuentes de agua para la instalación de nuevos montes frutales en las proximidades de la Cañada. Se identifica la importancia asignada a la planificación de las plantaciones y a la necesidad de avanzar en lo que refiere al ordenamiento territorial en el uso del suelo. Además se identifica la necesidad del análisis de la cuenca en su conjunto previo a establecer las estaciones de monitoreo.

Entonces para seleccionar puntos de muestreo de agua de la Cañada (en un plan de monitoreo continuo de la calidad de agua de la cuenca) es importante tener en cuenta la intensidad de uso del suelo diferencial en cada punto y las características del borde de la Cañada.

La gestión de los recursos naturales debe comprender estrategias de uso integral del recurso agua y la implementación de buenas prácticas agrícolas y planes de manejo en toda la cuenca; con la participación de los productores, otros actores locales, organizaciones de productores como JUMECAL y las instituciones reguladoras que apoyen y/o controlen en la zona como el MVOTMA, el MGAP, la Intendencia de Montevideo, el INIA y la Universidad.

En instancias participativas de elaboración de un plan de manejo se pueden establecer distancias adecuadas de los montes frutales al curso de agua. Pero es importante planificar y tomar decisiones consensuadas entre los diferentes actores de la cuenca para resolver aspectos como el de recompensar al productor que pierde superficie para plantar, para avanzar en

resolver contradicciones. Muchas veces las soluciones se encuentran en la práctica, y en este sentido se busca lograr la participación de los actores locales.

Para abordar este tipo de estudio; en sistemas tan complejos como una microcuenca frutícola y llegar a diagnósticos robustos e implementar soluciones, es fundamental implementar estrategias de trabajo multidisciplinario y continuado en el tiempo. En este estudio quedan algunos temas planteados que son en sí mismos objeto de estudio como por ejemplo el estudio de la vegetación de borde (distancia ajustada, especies, etc.) y el estudio del uso de agroquímicos y relación con bioindicadores.

Con los resultados obtenidos en el trabajo se pudo aportar elementos para mejorar la interpretación de los datos de calidad de agua obtenidos en la cuenca por la Intendencia de Montevideo, haciendo un trabajo de caracterización de la cuenca del punto de vista del uso del suelo. También se sumaron elementos al Manejo Integrado de Cuencas a escala local. Cumplir los objetivos específicos del trabajo fue posible por el apoyo de los productores de la zona y los técnicos involucrados.

Además es importante considerar que en la actualidad existen en el país el Consejo Regional de Recursos Hídricos del Río de la Plata y su frente marítimo, el del Río Uruguay y el de la Laguna Merín (Artículo 25 de la Ley 18.610 Política Nacional de Aguas) quienes promoverán y coordinarán la formación de comisiones de cuenca y de acuíferos que permitan dar sustentabilidad a la gestión local de los recursos naturales y administrar potenciales conflictos por su uso (Artículo 27 de la mencionada Ley). En este marco es importante la investigación y trabajos que permitan profundizar en la gestión integrada de recursos hídricos, así como el trabajo con los actores locales.

De las encuestas se desprende que hay conocimiento de la problemática ambiental que ocurre en esta cuenca e interés por mejorar el curso de agua. La presencia y apoyo de JUMECAL, INIA, Intendencia, MVOTMA, MGAP entre otras instituciones, parecen ser las fortalezas principales para implementar medidas en forma sostenida, como el uso de feromonas, la planificación de las plantaciones, la protección de los bordes del curso entre otras medidas.

Los elementos críticos identificados por Jasper (2013) en la gestión integrada de cuencas, parecen estar presentes en la dinámica social de la cuenca de la Cañada del Dragón: la voluntad

política para apoyar a la gestión de los recursos hídricos, el conocimiento de la cuenca, las medidas institucionales para apoyar a la gestión, la participación comunitaria y la prosperidad económica de las medidas que se implementan. También es importante considerar, como propone Salles (2013), un marco legal que apoye la gestión y que las personas que toman decisiones tengan una visión sistémica.

El proceso que se está desarrollando en Uruguay aporta en este sentido, es muy importante el marco legal existente y generar herramientas y experiencias que aporten al avance en la gestión integrada de los recursos hídricos, el trabajo realizado es parte de este proceso. El trabajo contribuye con las estrategias locales hacia el manejo integrado de microcuencas y la gestión de los recursos hídricos, en territorios con alta intensidad de uso del suelo; de gran relevancia para el país y para las comunidades involucradas.

Entonces como vimos anteriormente, tenemos el conocimiento científico, presencia institucional, un contexto favorable por parte de los productores; lo que hace falta es la articulación de estos elementos para implementar las medidas recomendadas y poder así gestionar de manera integrada la microcuenca en estudio.

El mayor desafío no es generar nuevos marcos legales, ni tener mayor presencia institucional; es que con estos elementos, sumados al conocimiento científico e interés de los actores locales, lo que hace falta es articular todos estos elementos a través del trabajo multidisciplinario en el marco del manejo integrado de cuencas. Son importantes acciones locales que vayan sumando hacia un manejo de los recursos hídricos del país.

8. BIBLIOGRAFÍA

Achkar, M. (2005) Indicadores de sustentabilidad. En: Achkar, M., Canton, V., Cayssials, R., Domínguez, A., Fernández, G.; F. Pesce. **Ordenamiento Ambiental del Territorio**. Montevideo, Facultad de Ciencias, p. 71-80

Achkar, M.; Cayssials, R.; Domínguez, A.; Pesce, F. (2004) **Hacia un Uruguay Sustentable. Gestión integrada de cuencas hidrográficas**. Uruguay, Redes Amigos de la Tierra.

Achkar, M.; Domínguez, A. y Pesce, F. 2014. **Cuencas Hidrográficas del Uruguay, Situación y perspectivas ambientales y territoriales**. REDES - AT. Montevideo. 165 pp.

Agarwal, A.; De los Angeles, M.; Bhatia, R.; Chéret, I.; Dávila-Poblete, S.; Falkenmark, M.; Gonzalez Villareal, F.; Jonch-Clausen, T.; Kadi, M.; Kindler, J.; Rees, J.; Roberts, P.; Solanes, M.; Wright, A. (2000) **Manejo Integrado de Recursos Hídricos**. TAC Background papers N° 4. Suecia, Global Water Partnership.

Aguirre Núñez, M. (2011) La cuenca hidrográfica en la gestión integrada de los recursos hídricos. **Revista virtual REDESMA**, 5 (1), marzo, p.10-20.

Alatorre Monroy, N. **La microcuenca como elemento de estudio de la vulnerabilidad ambiental** [Internet], Michoacán, México. Disponible desde <www.ine.gob.mx/descargas/cuencas> [Acceso marzo de 2011].

Arauzo, M.; Rivera, M.; Valladolid, M.; Noreña, C.; Cedenilla, O. (2003) **Contaminación por cromo en el agua intersticial, en el agua del cauce y en los sedimentos del río Jarama**. [Internet]. Madrid, España. Disponible desde <<http://digital.csic.es>> [Acceso mayo 2013].

Barbazán, M.; del Pino, A.; Moltini, C.; Hernández, J.; Rodríguez, J. (2011) Caracterización de materiales orgánicos aplicados en sistemas agrícolas intensivos de Uruguay. **Agrociencia Uruguay**, 15 (1). Disponible desde <<http://www.scielo.edu.uy>> [Acceso enero 2014]

Basterrechea, M.; Dourojeanni, A.; García, L.E.; Novara, J.; Rodríguez, R. (1996) **Lineamientos para la preparación de proyectos de manejo de cuencas hidrográficas para eventual financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo**. Washington, D.C.

Bruno, A.G. (2003) **Estimación de los efectos ambientales y socioeconómicos del uso de plaguicidas en sistemas de producción frutivícola del departamento de Canelones**. Tesis de Maestría, Universidad de la República.

Boccardi, L. (2004) **Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados de la Cañada Del Dragón (Melilla, Montevideo)**. Tesis de grado, Universidad de la República.

Caire, G. (2008) El manejo integrado de cuencas como instrumento para el desarrollo regional. En: Abardía, A; Morales, F. (coords). **Desarrollo Regional: reflexiones para la gestión de territorios**. México DF, Mc editores, p.187-244.

Carpenter, S.R.; Stanley, E.H; Vander Zanden, M.J. (2011) State of the World's Freshwater Ecosystems: Physical, Chemical, and Biological Changes. **Annual Review of Environment and Resources** [on line], 36, p.75–99. Disponible desde <www.annualreviews.org> [Acceso 4 de noviembre de 2013]

Cayssials, R. (2002) El Programa de Microcuencas Piloto y los Sistemas de Tratamiento de Efluentes de Tambo. En: Domínguez, A; Prieto, R.G. **Perfil Ambiental del Uruguay**. Montevideo, Nordan, p.99-108.

CCA (Comisión para la Cooperación Ambiental). **Aprovechamiento del suelo** [Internet], Canadá, Estados Unidos y México. Disponible desde: <<http://www.cec.org/Storage/es.pdf>> [Acceso marzo de 2011].

Ceroni, M. (2013) **Intensificación agraria en los sistemas ambientales del Uruguay: Evaluación multiescalar de la PPNA**. Tesis de Maestría, Universidad de la República.

CLAES (Centro Latino Americano de Economía Social), DINAMA (Dirección Nacional de Medio Ambiente), PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente). (2008) **GEO Uruguay: Informe del estado del ambiente**. Uruguay, Programa de Naciones Unidas para el

Medio Ambiente, Oficina Regional para América Latina y el Centro Latino Americano de Ecología Social.

Cobo, C. (2002) **Distribución ambiental de pesticidas organofosforados: aplicación de Modelos de Fugacidad**. Tesis de Grado, Universidad de la República.

Cotler, H (Comp.). (2004) El Manejo Integral de Cuencas en México. **Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental**. México, Instituto Nacional de Ecología

Crisci, J.V. y López Armengol, M.F. (1983) **Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica**. Monografía, Universidad Nacional de la Plata.

Chabagoyti, M. (2002) La ordenación ambiental del territorio: Hacia una reflexión necesaria. En: Domínguez, A; Prieto, R.G. **Perfil Ambiental del Uruguay**. Montevideo, Nordan, p. 185-194

De la Fuente, E.B; Suárez, S.A. (2008) Problemas ambientales asociados a la actividad humana: la agricultura. **Ecología Austral: Asociación Argentina de Ecología**. 18, diciembre, p.239-252.

Di Guardo, A.; Calamari, D; Zanin, G.; Consalter, A.; Mackay, D. (1994) A fugacity model of pesticide runoff to surface water: development and validation. **Chemosphere**. 28 (3), p.511-531.

Díaz, I. (2013). **Modelación de los aportes de nitrógeno y fósforo en cuencas hidrográficas del departamento de Canelones (Uruguay)**. Tesis de Maestría, Universidad de la República.

Dourojeanni, A. C. (1996) Procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable En Sepulveda, S.; Edwards, R. **Desarrollo Sostenible: Agricultura, recursos naturales y desarrollo rural** [Internet]. Costa Rica, IICA, p. 113–148. Disponible desde: <<http://books.google.com.uy/books>> [Acceso 23 de julio de 2014]

Dourojeanni, A.C. (2010) **Protocolos, lineamientos, definiciones aplicables a la gestión integrada de recursos hídricos por cuenca hidrográfica**. Ecuador, SENAGUA.

Duarte, G.L.; Pérez Guevara, F. (1998) Nota crítica: Aspectos básicos del enfoque global para el manejo de los recursos hídricos por cuencas hidrográficas. **Revista Región y sociedad**, IX (16), p.134-151.

Eguren, G.; Teixeira de Mello, F.; Charbonier, E.; Boccardi, L. (2002) Diagnóstico ambiental de la cuenca del Arroyo Malvín – Montevideo. En: Domínguez, A.; Prieto, R.G. **Perfil Ambiental del Uruguay**. Uruguay, Nordan, p.119-128

Espínola, J; Saona, G. (2011) **Monitoreo mediante bioensayos y limnocorrales de la Cañada del Dragón**. Informe final, Intendencia de Montevideo (Laboratorio de Calidad Ambiental).

FAO. (2011) **The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) - Managing systems at risk**. London, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Earthscan.

FAO. (2012) **El estado mundial de la agricultura y la alimentación**. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, p. 109-120.

Fernández Larrosa, G. (2002) Estudio socio-ambiental en una cuenca urbana de Montevideo: Arroyo Malvín, realidad y perspectivas. En: Domínguez, A.; Prieto, R.G. **Perfil Ambiental del Uruguay**. Uruguay, Nordan, p.129-138.

Flora, C.B.; Gasteyer, S.; Sempronii, G. (2004) Participación local en investigación y extensión para la conservación y desarrollo de los recursos naturales: Un sumario de enfoques. En: Bendini, M.; Alemany, C. (eds). **Crianceros y Chacareros en la Patagonia**. Argentina, La Colimina, p.135-171

Folegatti, M.V.; Sánchez-Román, R.M.; Coelho, R.D.; Frizzzone, J.A. (2010) Gestão dos recursos hídricos e agricultura irrigada no Brasil. En Bicudo, C.E de M.; Galizia Tundisi, J.; Bransley Schevenstutil, M.C. **Agua do Brasil. Análisis estratégicas**. Sao Paulo-Brasil, Academia Brasileira de Ciencias, p.15-23.

García, P. (2013) Biomonitorio de la Cañada del Dragón mediante macroinvertebrados bentónicos. Informe final, Intendencia de Montevideo (Laboratorio de Calidad Ambiental).

García Préchac, F.; Ernst, O.; Arbeletche, P.; Pérez Bidegain, M.; Pritsch, C.; Ferenczi, A.; Rivas, M. (2010) Intensificación Agrícola: oportunidades y amenazas para un país productivo y natural. Uruguay, Colección Art. 2 CSIC, p. 13-28.

Gaspari, F.J.; Rodríguez Vagaría, A.M.; Senisterra, G. E.; Delgado, M.I.; Besteiro, S.I. (2013) Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas. Argentina, Universidad de la Plata, p. 5-35.

González Meléndez, V.; Caicedo Quintero, O.; Aguirre Ramírez, N. (2013) Aplicación de los índices de calidad de agua NSF, DINIUS y BMWP en la quebrada La Ayurá, Antioquia, Colombia. **Revista Gestión y Ambiente**. 16 (1), mayo, p. 97-108.

González Piedra, J.I. (2004) El manejo de cuencas en Cuba: actualidades y retos En: Cotler, H. **El Manejo Integral de Cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental**. México, Instituto Nacional de Ecología, p. 21-40

González-Sánchez, E.J.; Román-Vázquez, J.; Gil-Ribes, J.A.; Blanco-Roldán, G.L. (2013) TOPPS-PROWADIS: Acciones para la reducción de la contaminación de aguas por fuentes difusas. Escorrentía. En **VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas, Agosto, 2013, Madrid, España**.

Guerrero Hernández, M. (2011) **Determinación del efecto del uso del suelo (influencia antropogénica) sobre la calidad del agua de las fuentes de abastecimiento de la población en la cuenca del Río Sarapiquí**. Tesis de Maestría, Escuela de Ciencias Exactas y Naturales de Costa Rica.

Hammer, Q; Harper, D.A.T.; Ryan, P.D. 2001 (versión 2011). **PAST Versión 2.13** Paleontological Statistics software package for education and data analysis. Paleontologia electronic 4(1), 9 pp.

Hernández, N. (2013) Sistema geomorfológico, usos antrópicos e interacciones y calidad de agua en cursos de Brasil. En **Curso Internacional Gestión Integrada de Cuencas y Sistemas Hídricos, Diciembre 2013, Montevideo**.

IAEA (International Atomic Energy Agency) y CAMM (Comisión Administradora del mercado Modelo). (2011) **Aplicación de un sistema integrado de diagnóstico, empleando diversos indicadores, para evaluar contaminación en Cañada del Dragón-Melilla-Montevideo** En “Implementación de un sistema de diagnóstico para evaluar el impacto de la contaminación por plaguicidas en los compartimentos de alimentos y ambientales a escala de captación en la Región de América Latina y el Caribe”. Proyecto Regional ARCAL 5/053. Montevideo, Uruguay.

INE (Instituto Nacional de Estadística). (2004) **Censo 2004 – Fase I. Síntesis de resultados del Departamento de Montevideo**. [Internet], Uruguay. Disponible desde: < <http://www.ine.gub.uy>> [Acceso enero 2014]

INE (Instituto Nacional de Estadística). (2011) **Censo 2011-Marco-Personas**. [Internet], Uruguay. Disponible desde: <[http://www.ine.gub.uy/Censo_2011/microdatos /micromacro](http://www.ine.gub.uy/Censo_2011/microdatos/micromacro)> [Acceso marzo 2014]

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2012) **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation**. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp

Jaspers, F. (2013) Gestión integrada de recursos hídricos y Principios y estrategias en la gestión integrada de los recursos hídricos. En **Curso Internacional Gestión Integrada de Cuencas y Sistemas Hídricos, Diciembre 2013, Montevideo**.

Karssies, L.E.; Prosser, I.P. (1999) **Guidelines for riparian filter trips for Queensland irrigators**. Canberra-Australia, CSIRO Land and Water Technical Report.

Lagares Barreiro, P; Puerto Albandoz, J. (2001) **Población y muestra. Técnicas de muestreo**. Sevilla, Management Mathematics for European Schools

Ley N° 18.610. (2009) **Política nacional de aguas**. Senado y Cámara de Representantes de la República Oriental del Uruguay.

Londoño Arango, C.H. (2001) **Cuencas hidrográficas: bases conceptuales–caracterización–planificación-administración**. Colombia, Universidad de Tolima.

Machado, V; Mondino, P, Vidal, I. (1992) **Impacto sociológico del uso de agrotóxicos en la fruticultura caso del área de influencia de la cooperativa JUMECAL**. Tesis de grado, Universidad de la República.

Maeso, D.; Núñez, S.; Núñez, P.; Mieres, I.; Conde, P.; Duarte, F.; Bruno, A. (2007) Evaluación del impacto ambiental de los plaguicidas en la producción hortifrutícola. **Revista INIA Uruguay**, 12, diciembre, p.20-36.

Mander, Ü.; Kuusemets, V.; Hayakawa, Y. (2005) Purification processes, ecological functions, planning and design of riparian buffer zones in agricultural watersheds. **Ecological Engineering**, 24 (5), p.421-432

Matson, P.A.; Parton, W.J.; Power, A.G.; Swift, M.J. (1997) Agricultural Intensification and Ecosystem Properties. **Science**, 277, p.504-509.

MAP (Ministerio de Agricultura y Pesca). (1976) **Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Tomo I. Clasificación de suelos**. Montevideo-Uruguay, Ministerio de Agricultura y Pesca.

MAP (Ministerio de Agricultura y Pesca) – CONEAT (Comisión Nacional de Estudio Agronómico de la Tierra). (1979) **Grupos de suelo. Índices de productividad**. Montevideo- Uruguay, Ministerio de Agricultura y Pesca.

Melville, R. (1997) El concepto de cuenca hidrográfica y la planificación del desarrollo regional. En: Offman, O.; Salmerón Castro, F.I. (coords). **Nueve estudios sobre el espacio. Representación y formas de apropiación** [Internet], México, CIESAS, p.77-90. Disponible desde: < <http://books.google.com.uy/melville+concepto+de+cuenca> > [Acceso agosto 2011].

Miliarium Aureum, S.L. **Índices globales de calidad de aguas** [Internet], Madrid. Disponible desde: <<http://www.miliarium.com/prontuario/Indices/IndicesCalidadAgua>> [Acceso marzo 2011].

Mondino, P. (2002) Hacia una política de racionalización del uso de agrotóxicos. En: Domínguez, A.; Prieto, R.G. **Perfil Ambiental del Uruguay**. Uruguay, Nordan, p.93-97

MVOTMA (Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente). (2013) **Cuenca hidrográfica del Río Santa Lucía: Plan de acción para la protección de la calidad ambiental y la disponibilidad de las fuentes de agua potable** [Internet], Uruguay. Disponible desde: <<http://www.mvotma.gub.uy/sala-de-prensa/noticias>> [Acceso enero 2014]

MVOTMA – DINAGUA. (2011) **Hacia un Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. Agenda para la Acción**. 2ª. Ed. Uruguay, MVOTMA.

Naranjo López, C.; González Lazo, D.D.; Garcés González, G.; Brandimarte, A.L.; Muñoz Riveaux, S.; Muzle Cordero, Y. (2005) Una metodología rápida y de fácil aplicación para la evaluación de la calidad del agua utilizando el índice BMWP-Cub para ríos cubanos. **Conciencias - Tecnura**, año 9 n° 17, diciembre, p. 66-76.

Núñez, S; Maeso, D. (2010) Los plaguicidas y su potencial impacto ambiental. **Revista INIA Uruguay**, 21, marzo, p.36-40.

Oliveira Melo, E.; Fehr, M. (2009) La evolución del uso del suelo y del agua en la cuenca del arroyo Picarrao (Araquari – MG – Brasil): un estudio de caso. **Revista de Geografía Norte Grande**, 42, mayo, p.59-69.

Parra, O. (2009) **Gestión integrada de cuencas hidrográficas**. Documento introductorio, Universidad de Concepción, Centro de Ciencias Ambientales.

Pistone, G. (2005) **Evaluación de la contaminación acuática por Metilazinfós (insecticida organofosforado) mediante el uso de biomarcadores en peces**. Tesis de Maestría. Universidad de la República.

Quintero Burgos, G.M. (2011) **Un Modelo de Gestión para el manejo Integrado de la Subcuenca del Río Zaratí en las comunidades de Oajaca y Guabal, Panamá**. Propuesta de Universidad Nacional de Costa Rica, Programa de Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo.

"R Development Core Team (2011) **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>"

Ramakrishna, B. (1997) **Serie de investigación y educación en desarrollo sostenible "Estrategias de extensión para el uso integrado de cuencas hidrográficas. Conceptos y experiencias"** [Internet], San José CR, IICA/GTZ. Disponible desde: <http://books.google.com.uy> [Acceso Agosto 2011].

Rezende Monteiro, T.; Oliveira Goncalvez, O.; Godoy Spacek, B. (2008) Biomonitoramento da qualidade de agua utilizando macroinvertebrados bentónicos: adaptacao do índice biótico BMWP a bacia do Rio Meia Ponte-Go. Oecol. Bas., 12 (3), p. 553-563.

Rochetta, I. **El cromo como tóxico ambiental** [Internet], Argentina. Disponible desde: <http://www.ecogenesis.com.ar> [Acceso Junio 2013].

Rueda, J.; Tapia, G.; Hernández, R.; Martínez-López, F. (1998) El río magro, parte 1: evaluación de su calidad biológica: mediante la aplicación del BMWP y ASPT. **Ecología**, 12, p. 135-150.

Salles, P. (2013) Comité de cuencas hidrográficas de Río Paranaíba. En **Curso Internacional Gestión Integrada de Cuencas y Sistemas Hídricos, Diciembre 2013, Montevideo**.

SGM (Servicio Geográfico Militar). (1990) **Cartas topográficas de Montevideo**. Montevideo, Uruguay

Sharon, L. (2010) **Sampling: Design and Analysis**. 2a. ed. Boston, Editorial Assistant Shaylin Walsh.

Shaxson, F; Barber, R. (2003) Rainwater, land productivity and drought: En **Optimizing soil moisture for plant production**. The significance of soil porosity. FAO Soils Bulletin 79 (3), Rome. Disponible desde: <http://www.fao.org/docrep> [Acceso Julio 2014]

Sheng, T.C. (1992) Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas. Estudio y planificación de cuencas hidrográficas. **Guía FAO Conservación**. 13 (6), 179 p.

Springer, M. (2010) Biomonitorio acuático. **Revista Biología Tropical**, 58 (4), diciembre, p.53-59

Teixeira de Mello, F. (2007) **Efecto del uso del suelo sobre la calidad del agua y las comunidades de peces en sistemas lóticos de la cuenca baja del Río Santa Lucía (Uruguay)**. Tesis de Maestría, Universidad de la República.

Tomasi, G.; Vedia, A.; Salas, L.; Gómez, P.; Juárez, F.; Lencina, G. (2010) Estudio bacteriológico, Fisicoquímico y Aplicación del Índice BMWP del Agua del Arroyo El Simbolar y Piscina del Balneario de Concepción, Dpto. Capayán. Catamarca. **Ciencia**, Vol 5 n° 16, mayo, p. 23-38.

UDELAR/MESA DE RECURSOS HÍDRICOS. (2007) **Bases para establecer un plan de monitoreo nacional de recursos hídricos**. Mesa de Recursos Hídricos, CONVENIO MVOTMA/DINASA- UDELAR.

Van Wambeke, J. (2006) Experiencias internacionales y propuestas de cooperación técnica. Presentado en Taller Internacional: “**Gestión integrada de cuencas hidrográficas**” [Internet], Santiago de Chile, FAO. Disponible desde: <http://www.eclac.org/dmaah/noticias/paginas/8/27608/12_van-wambeke.pdf> [Acceso Agosto 2011].

Vieira Rocha, J. (2000) El sistema de información geográfica (SIG) en los contextos de planificación del medio físico y de las cuencas hidrográficas. En: **UNESCO. Notas de clase dictadas en el II curso Internacional de aspectos geológicos de protección ambiental (2002)**. Brasil, UNESCO, p.102-113

Vigiak, O.; Ribolzi, O.; Pierret, A.; Valentin, C.; Sengtaheuanghoung, O.; Noble, A. (2007) Filtrado de los agentes contaminantes del agua por la vegetación ribereña: comparación del bambú con las pasturas nativas y el arroz en una cuenca en la república democrática Popular lao. **Unasyuva: revista internacional de silvicultura e industrias forestales**, 229, p.11-16.

Winckell, A. y Le Page, M. (2004) Algunas reflexiones sobre cambios naturales, efecto antrópico y degradación ambiental En: Cotler, H. **El Manejo Integral de Cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental**. México, Instituto Nacional de Ecología, p.75-99

9. ANEXOS

ANEXO N° 1A: Tiempo promedio de supervivencia en los 4 puntos de muestreo

Sitio	Promedio de días	Rango en días en un intervalo de confianza del 95%
Control	59	57 – 62
CD2	39	36 – 43
CD3	39	37 – 41
CD5	30	27 – 33
CD6	33	29 – 37

Fuente: Datos no publicados del monitoreo mediante limnocorales, bioensayos y bioindicadores de la cañada del Dragón en períodos de cosecha estival (2013). Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental (ECCA de Intendencia de Montevideo) y Organización Internacional de Energía Atómica (Proyecto ARCAL/5/053)

ANEXO N° 1B: Parámetros comunitarios del muestreo de macroinvertebrados bentónicos.

Sitios de muestreo	Riqueza de familias de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos	Abundancia de individuos	H
CD2	16,00	2737,00	1,62
CD3	10,00	496,00	0,64
CD5	8,00	136,00	0,93
CD6	8,00	132,00	0,95

Fuente: Informe final “Biomonitoreo de la Cañada del Dragón mediante macroinvertebrados bentónicos”. Informe final. IMM – Servicio laboratorio de calidad ambiental, FAO, IAEA (García, 2013)

Nota: H = Índice de diversidad de Shannon

ANEXO N° 1C: Valoración de la calidad del agua en la Cañada del Dragón según el índice UyBMWP¹⁴.

Sitios de muestreo	UyBMWP	Valor	Calidad	Significado	Color
CD2	60	36-60	Dudosa	Aguas contaminadas	Amarillo
CD3	37	36-61			
CD5	28	16-35	Crítica	Aguas muy contaminadas	Naranja
CD6	28	16-36			

Fuente: Informe final “Biomonitoreo de la Cañada del Dragón mediante macroinvertebrados bentónicos”. Informe final. IMM – Servicio laboratorio de calidad ambiental, FAO, IAEA (García, 2013)

¹⁴ Biological Monitoring Working Party adaptado a condiciones de Uruguay

ANEXO N° 1D: Clases de calidad, significación del índice BMWP¹⁵ y colores a utilizar en las representaciones cartográficas.

Clase	Calidad	Valor	Significado	Color
I	Buena	>150	Aguas muy limpias	Azul
		101- 120	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible	
II	Aceptable	61- 100	Son evidentes algunos efectos de contaminación	Verde
III	Dudosa	36- 60	Aguas contaminadas	Amarillo
IV	Crítica	16- 35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy crítica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente: Informe final “Biomonitoreo de la Cañada del Dragón mediante macroinvertebrados bentónicos”. Informe final. IMM – Servicio laboratorio de calidad ambiental, FAO, IAEA (García, 2013)

¹⁵ Biological Monitoring Working Party

ANEXO N° 2: Ubicación de los puntos de muestreo donde se realizaron los análisis de calidad de agua

Punto	Latitud	Longitud
CD1	34°46'18,5	56°16'34,4
CD2	34°45'57,1	56°16'36,9
CD3	34°45'34,7	56°16'25,4
CD4	34°44'44,1	56°17'04,1
CD5	34°44'11,4	56°17'18,5
CD6	34°43'12,4	56°18'16,0
T1	34°43'29,9	56°18'47,4

Fuente: IMM. Desarrollo ambiental (laboratorio de calidad ambiental). 2011.

Nota: CD = puntos a lo largo de la cañada y T = Tajamar (queda fuera de la cuenca en estudio)

ANEXO N° 3: Formulario utilizado para realizar la encuesta

FORMULARIO PARA ENCUESTA TESIS DE MAESTRÍA en Ciencias Ambientales Ing. Agr. Matilde Acosta – Febrero 2012.

INTRODUCCIÓN

La encuesta se realizará a quienes vivan en los padrones seleccionados y manejen la explotación agropecuaria.

I. DATOS DEL ESTABLECIMIENTO

1. Ubicación

Camino/Ruta km

Departamento

N° de padrón / es

Superficie

Coordenadas (GPS)

II. DATOS SOCIO PRODUCTIVOS

1. Tenencia de la tierra

Propietario	
Arrendatario	
Colono	
Otro: especifique	

2. ¿Desde cuándo vive en el predio? años

3. ¿Quiénes viven en el predio?

C. ¿Quiénes viven en el predio?									
Nombre	Vínculo	Edad	Sexo	Educación				Observaciones	Trabaja en el predio
				1ª	2ª	3ª			
						Univ	UTU		

4. ¿Cuál es su actividad principal según mayor ingreso?

.....

Nota: Tener en cuenta actividades extra predio

5. Mano de obra

	N° de personas	Período	N° de jornales por año
Familiar			
Contratada permanente			
Zafra			

6. ¿Integra alguna asociación de productores? SI NO ¿Cuál?

7. ¿Tiene asistencia técnica?

¿Cómo es la modalidad y frecuencia de visita?: Privada

Estatad

Por proyecto

III. USO DEL SUELO

1. Indique rubros, variedades y superficie cultivada

FRUTICULTURA (otoño – inv 2011 // primav – ver 2012)

Frutal	Variedad	Edad	Superficie	N° de plantas y distancia

HORTICULTURA (Mencione cultivos cultivados en periodo 2010-2011; con ciclo completo de producción)

Cultivos a campo	Superficie
Cultivos en invernáculo	

OTROS USOS DE LA TIERRA

	Superficie
Pasturas	
Campo natural	
Cultivos cerealeros e industriales	
Forestación	
Monte natural	
Otros	

PRODUCCIÓN ANIMAL

Especie / Categoría	Número /edad	Función

IV. USO DEL AGUA

1. ¿Cuál es la procedencia del agua para beber, cocinar, usos varios del hogar?

.....

2. Riego

¿Tiene riego? ¿Cuál es la superficie regada?

¿Qué modalidad de riego utiliza?: Aspersión Goteo Surco Otra

¿Qué fuentes de agua utiliza?: Tajamar Pozo Cañada Otra

¿Cuál es la principal? ¿Es suficientes?

¿Qué volumen de agua utiliza en meses de mayor demanda?

V. MANEJO DE SUELOS

1. Laboreo

Describa qué laboreo realiza según el rubro que realiza

a. Fruticultura

	Empastado permanente	Abono verde anual	Herbicida	Laboreo	Otros
Fila					
Entrefila					

b. Horticultura

.....

.....

2. ¿Realiza abonos verdes?: NO

SI

Variedad	Momento	Objetivo

3. ¿Realiza rotaciones?: NO

SI ¿Cuáles?

4. Uso de fertilizantes

¿Realiza análisis de suelo?: NO ... SI ... ¿Con qué frecuencia?

¿Realiza análisis foliar?: NO ... SI ... ¿Con qué frecuencia?

¿Qué fertilizantes utiliza?

Cultivo	Nombre	Dosis	Momento

5. ¿Qué herbicidas utiliza?

Cultivo y lugar	Nombre	Dosis	Momento

VI. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

1. ¿Qué pesticidas usa, en qué variedades y en qué dosis?

Cultivo	Productos	Época	Dosis	Nº de aplicaciones

Usa feromonas: SI NO ¿Las conoce?

2. ¿Cómo selecciona los pesticidas que va a utilizar?

Recomendación técnica	
Recomendación del proveedor	
Experiencia de la zona	
Menor toxicidad	
Menor costo	
Otro: especifique	

3. ¿Se rige por servicio de alarma o algún mecanismo de monitoreo para hacer la aplicación?

4. ¿Cómo realiza la aplicación?

¿Qué tipo de máquina usa: pulverizadora, atomizadora (manual o para tractor)?

.....
 ¿Cuál es la capacidad de su máquina?
 ¿Calibra los equipos? NO SI ¿Con que frecuencia?
 ¿Cómo realiza el cálculo de la dosis (por volumen o por hectárea)?
 ¿Cuál es el gasto de agua por hectárea?

5. ¿Qué fuente de agua utiliza para las aplicaciones?

6. ¿Dónde lava la maquinaria?

7. ¿Conoce las características de los productos que utiliza? ¿Lee la etiqueta?

¿Conoce los tiempos de espera?

8. ¿Quién realiza las aplicaciones en el predio? ¿Utiliza equipos de protección?

9. ¿Tiene un lugar para almacenar los pesticidas? ¿Dónde?

Por favor lo puede ubicar en el croquis del predio

10. ¿Qué hace con los envases vacíos?

11. ¿Qué hace con los plaguicidas vencidos?

12. ¿Ha realizado cursos de aplicación de productos? ¿Tiene carnet de aplicador?

Aclarar si el que aplica es quién hizo el curso

VII. ASPECTOS AMBIENTALES

1. Si un curso de agua pasa por su predio:
¿Qué uso le da?
¿Tiene vegetación en el borde de la cañada? ¿Cuál?
¿A qué distancia tiene los montes o campos donde se aplican productos de la Cañada?
¿A qué distancia está la fuente de agua para riego de los lugares de aplicación de productos?
¿A qué distancia de su vivienda tiene los montes o zona de aplicación de productos? Considerar la más cercana
2. ¿Cómo es su sistema de excreción de aguas residuales? Marcar en el mapa
Saneamiento
Pozo negro ¿Tiene servicio de barométrica?
Infiltración a terreno
3. ¿Cree que en esta zona hay problemas ambientales?
NO SI ¿Cuáles?
¿Aumentaron o disminuyeron en los últimos años?
¿Qué medidas se pueden tomar para resolver o atenuar
estos problemas?
¿Quiénes tendrían que tomar estas medidas?
¿Cuáles son los inconvenientes para implementar las
medidas que cree convenientes?
4. ¿Cómo se imagina que va a estar usted y su predio dentro de 10 años?
.....
.....
5. ¿Quiere agregar algo más?
.....
.....

VIII. IDENTIFICACIÓN

Nombre y Apellido
Fecha de nacimiento:
Teléfono: Part. Cel. Correo electrónico
Fecha de realización de la encuesta

ANEXO N° 4: Descripción de los grupos de suelos CONEAT¹⁶

Grupos CONEAT	Superf. (has)	Suelos dominantes	Características generales	IP
03.52	45,15	Brunosoles Éútricos Lúvicos	color pardo oscuro, textura franco limosa, fertilidad alta y drenaje imperfecto	53
		Solonetz Ócricos	color pardo grisáceo claro, textura franco limosa, fertilidad muy baja y drenaje imperfecto	
10.11	614,15	Brunosoles Éútricos Típicos	moderadamente profundos, de color negro, textura franco arcillosa fertilidad alta y muy alta y moderadamente bien drenados. Con erosión moderada a severa	114
10.6 a	138,74	Brunosoles Subéútricos, a veces Éútricos, Típicos y Lúvicos	color pardo a pardo oscuro, textura franco limosa, fertilidad alta y moderadamente bien drenados.	206
10.6 b	216,54	Brunosoles Subéútricos, a veces Éútricos, Típicos y Lúvicos	color pardo a pardo oscuro, textura franco limosa, fertilidad alta y moderadamente bien drenados. Con grados de erosión definibles en general como severa.	131
10.8 a	128,58	Vertisoles Rúpticos Típicos y Lúvicos y Brunosoles Éútricos y Subéútricos Típicos	color negro o pardo muy oscuro, textura franco arcillo limosa, fertilidad alta y moderadamente bien drenados. Con riesgo de erosión es alto	105
10.8 b	0,08	Vertisoles Rúpticos Típicos y Lúvicos y Brunosoles Éútricos y Subéútricos Típicos	color negro o pardo muy oscuro, textura franco arcillo limosa, fertilidad alta y moderadamente bien drenados. con menor grado de erosión actual, definiéndose como moderada, con áreas asociadas de erosión ligera.	184
11.10	7,13	Planosoles Subéútricos, a veces Éútricos Melánicos	de color pardo muy oscuro, textura franco limosa con arena fina y muy fina, fertilidad alta y drenaje imperfecto.	210

Fuente: CONEAT. Elaboración Acosta, M. 2013

¹⁶ Comisión Nacional de Estudio Agroeconómico de la Tierra

ANEXO N° 5A: Estratos, número de padrones y superficie total en cada estrato

Estrato	Nro de padrones	Superficie total (m²)
1 (> o = 15 has)	7	3046893,3
2 (< 15 a = o > 10 has)	18	2082604,9
3 (de < 10 a > o = 5 has)	57	3936781,2
4 (de < a 5 a > o = 2 has)	48	1538474,5
5 (menor a 2 has)	90	1931112,2

Elaboración propia, 2014

ANEXO N° 5B: Selección de padrones a encuestar según estrato de superficie

Estratos	Área (m²)	Padrón
1 (> o = 15)	1667805	43598
	336998	43598
	257208	123702
	231019	189886
	219365	123700
	173714	120627
	160784	410626
2 (< 15 a = o > 10)	144933	123701
	110607	120584
	111798	123667
	105966	43588
3 (de < 10 a > o = 5 has)	84150	123690
	58532	97533
	66260	123650
	73249	123670
4 (de < a 5 a > o = 2 has)	33387	164768
	47801	408956
	37069	167518
	27041	43599
5 (menor a 2 has)	11546	180452
	6577	180706
	15589	160385
	10985	180455

Fuente: Intendencia de Montevideo (Sección estadística. Darío Padula y Leticia Debera)

ANEXO N° 5C: Probabilidad de selección de cada padrón

Estrato	Padrón	Superficie (m²)	Probabilidad*
1	43598	1667805	1
1	43598	336998	1
1	123702	257208	1
1	189886	231019	1
1	123700	219365	1
1	120627	173714	1
1	410626	160784	1
2	123701	144933	0,28
2	120584	110607	0,21
2	123667	111798	0,21
2	43588	105966	0,20
3	123690	84150	0,09
3	97533	58532	0,06
3	123650	66260	0,07
3	123670	73249	0,07
4	164768	33387	0,09
4	408956	47801	0,12
4	167518	37069	0,10
4	43599	27041	0,07
5	180452	11546	0,02
5	180706	6577	0,01
5	160385	15589	0,03
5	180455	10985	0,02

Elaboración propia, 2014

NOTA: * Probabilidad del padrón seleccionado = (Superficie del padrón que salió /Superficie total de los padrones de ese estrato) x cantidad de padrones extraídos

ANEXO N° 6: Descripción de los padrones encuestados

N° de encuesta	Padrón	Resumen	Padrones encuestados
1	410626	Abandonado (no vive nadie)	-
2	408956	REALIZADA 2/8	408956 (4 has)
3	43599	Abandonado	-
4	123690	REALIZADA 2/8	123690 (3 has)
5	164768	Sin explotar (vive gente pero no explota la tierra)	-
6	123691	REALIZADA 27/12	123705 (10 has) y 89703 (3,5 has)
7	123667	REALIZADA 13/7	123667 (10 has)
8	123701 y 123702	REALIZADA 13/7	123701 (14 has)
9	123700	Sin encuesta. No se localizó a los dueños.	-
10	160385	REALIZADA 2/8	123708, 160385, 160384, 160386, 160387 (9 has en total)
11	123670	REALIZADA 27/6	123670 (8,25 has)
12	167518	REALIZADA 2/8	167518 (3,713 has)
13	180452	REALIZADA 13/7 (los dos juntos, en un formulario)	180452 (5 has)
14	180455		180455 (5 has)
15	180706	Abandonado	-
16	120627	Sin encuesta. No localización de dueños	-
17	120584	Sin encuesta. No fue posible localizar a los dueños.	-
18	97533	REALIZADA 17/01/2013 Por tel.	97533 (6 has)
19	43598	Monte eucaliptus. Abandonado.	-
20	189886	Planta de UTE	-
21	43588	REALIZADA 30/3	402998 Y 43588
22	123650	Sin encuesta. No localización de dueños	-

Elaboración propia, 2013

ANEXO N° 7: Características de los productos químicos que se utilizan en la zona según datos de la encuesta realizada en 2012-2013

HERBICIDAS

NOMBRE	GRUPO QUÍMICO	ACCION	TOXICIDAD			
			ESCALA	Abejas	Peces	Aves
Glifosato (roundup, improsate)	Organo-fosforado	No selectivo de post emergencia Traslocación	III	Virtualment e tóxico	Moderadamente tóxico	Prácticamente tóxico
Paraquat (Gramoxone)	Bipiridilo	No selectivo de post emergencia Contacto	I	Tóxico con pulverizazci ón prox a colmena (seco)	-	-
Haloxifop metil (Verdict)	Ariloxifenoxi propiónico	Selectivo de post emergencia Traslocación	III	-	-	-
2,4 – D Amina (Herbiamina)	Fenoxiacéti co	Selectivo de post emergencia Traslocación	II	No	-	-
Simazina	Triazina	Selectivo de pre emergencia Traslocación, preventivo	III	No	-	-
Diurón	Fenilurea	Selectivo de pre emergencia Contacto y traslocación, preventivo	III	No	-	-
Linurón (Linurex)	Fenilurea	Selectivo de pre y post emergencia Contacto y traslocación, preventivo	III	No	-	-
Propaquizafop (Agil 100)	Ariloxifenoxi propiónico	Selectivo de post emergencia Traslocación	III	No	-	-

Fuente: Guía SATA, 2007.

INSECTICIDAS

NOMBRE	GRUPO QUÍMICO	ACCION	TOXICIDAD			
			ESCALA	Abejas	Peces	Aves
Metilazinfos o Azinfos metil (Gusathion)	Organofosforado	Contacto e ingestión	I	Tóxico	-	-
Cipermetrina	Piretroide	Contacto, ingestión y repelente	II o III según registro	Tóxico	Tóxico	-
Deltametrina (Decis)	Piretroide	Contacto, ingestión y repelente	II o III según registro	Altamente tóxico	Moderadamente a muy tóxico	Prácticamente no tóxico
Clorpirifós (Lorsban)	Organofosforado	Contacto, ingestión, inhalación y profundidad	II, III o IV según registro	Tóxico	-	-
Thiacloprid (Alanto)	Nitroguanidina	Sistemático, translaminar, contacto e ingestión	II	A dosis recomendadas no afecta a las abejas	-	-
Acetamiprid	Piridimetilamida	Sistémico, de contacto	II o III según registro	Ligeramente tóxico	Prácticamente no tóxico	Moderadamente tóxico
Metidation (Suprathion)	Organofosforado	Contacto, ingestión y profundidad	I	tóxico	-	-

Fuente: Guía SATA, 2007.

FUNGICIDA

NOMBRE	GRUPO QUÍMICO	ACCION	TOXICIDAD			
			ESCALA	Abejas	Peces	Aves
Mancozeb (Dithane)	Ditiocarbamato	Contacto	III o IV según registro	No tóxico	-	-
Oxicloruro de Cobre	Inorgánico cúprico	Contacto	III	No tóxico	-	-
Ziram+Score	Ditiocarbamato	Contacto	III	Moderadamente tóxico	-	-
Captan	Ftalamida	Preventivo, curativo; contacto	II	Relativamente no tóxico	-	-
Azufre	Inorgánico	Fungicida, acaricida	IV	No tóxico	-	-
Iprodione (Rovral)	Dicarboximida	Preventivo, curativo, antiesporulante y antigerminante, contacto y penetración	III	Poco tóxico	-	-
Tebuconazole (tebutec)	Triazol	Preventivo, curativo, erradicante; sistémico	III	Ligeramente tóxico	Moderadamente tóxico	Ligeramente tóxico
Mancozeb + Metalaxil (Facym)	Mezcla	Contacto y sistémico; preventivo, curativo	II o III según registro	No tóxico		
Dodine	Guanidina	Preventivo, curativo, antiesporulante y antigerminante de penetración	III	No tóxico	-	-
Azoxystrobin (Quadris)	Estrobilurina	Preventivo, curativo, antiesporulante, sistémico	IV	No tóxico	-	-
Clorotalonil (Rival)	Bencenoderivado	Contacto	IV	No tóxico	-	-

Fuente: Guía SATA, 2007.

ANEXO N° 8: A) Matriz PRESENCIA – AUSENCIA

		Nro personas que viven en el predio			Tiene asis- tencia técnica	Superficie (has)	Fruticultura			Horticultura			Otros: Pasturas, CN, Monte, Forestación			Tiene riego	Fuente de agua			Fertilizantes		
	Padrón						0-30%	31-60%	61-100%	0-30%	31-60%	61-100%	0-30%	31-60%	61-100%		Tajamar	Pozo	Cañada	Abono	Urea	Otros
	PAD	PVP 0-2	PVP 3-5	PVP +6	AT		FR 1	FR 2	FR 3	HR 1	HR 2	HR 3	OR 1	OR 2	OR 3	RIE	TAJA	POZO	CAÑ	FeAB	FeUR	FeO
2	408956	0	1	0	0	4	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0
4	123690	1	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
6	123705 (421708) y 89703	1	0	0	1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
7	123667	0	0	1	1	10	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0
8	123701	0	1	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
10	123708, 160385, 160384, 160386, 160387	0	1	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
11	123670	0	0	1	1	8,25	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
12	167518	0	1	0	1	3,7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
13 y 14	180452, 180455	0	0	1	0	10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
18	97533	0	1	0	0	6	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
21	402998	1	0	0	1	6,5	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0

		Herbicida		Fungicida					Insecticidas						Usa feromonas	Que hace con envase vacío	
	Padrón	Glifosato (Roundup)	Otros	Mancozeb	Oxicloruro de cobre	Captan	Aceites	Otros	Metilazinfos (Gusathion)	Cipermetrina	Clorpirifos (Lorsban)	Thiacloprid (alanto)	Metidiaton (Suprathion)	Otros		quema	otros usos
	PAD	HeGLI	HeO	FuMAN	FuOXI	FuCAP	FuACE	FuO	InMET	InCIP	InCLO	InTHI	InMET	InO	FER	EnQUE	EnO
2	408956	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1
4	123690	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0
6	123705 (421708) y 89703	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	123667	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
8	123701	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	123708, 160385, 160384, 160386, 160387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	123670	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	167518	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
13 y 14	180452, 180455	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
18	97533	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0
21	402998	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1

ANEXO N° 8: B) Matriz para analizar con PAST

	PV P 0- 2	PV P 3- 5	PV P +6		F R1	F R3			O R1		RI E		PO ZO	CAÑ	FeAB	Fe UR		HeGL I		Fu MAN	Fu OXI	Fu CA P	Fu AC E		In ME T	In CIP	In CL O	In THI	In ME T		FE R	En QU E		EnO
2	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	
4	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	
6	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
11	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
13 y 14																																		
18	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	
21	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	

ANEXO N° 9: A) Análisis estadístico utilizando los diferentes Índices

Los Índices analizados en este trabajo son: Dice, Jaccard, Kulczynski y Ochiai. Los índices mencionados se expresan en las siguientes fórmulas según el siguiente ejemplo (Tablas 6 y 7).

Fórmulas de diferentes índices

		OTU J	
		1	0
OTU K	1	1,1 a	1,0 b
	0	0,1 c	0,0 d

Nombre de los índices	Índice Dice o Sorencen	Índice Jaccard	Índice Kulczynski	Índice Ochiai
Fórmulas	$SD = 2a / 2a + b + c$	$CAJ = a/a+b+c$	$Kulczynski = (a/(a+b) + a/(a+c))/2$	$Ochiai = a/(raíz a+b)(a+c))$

Fuente: Crisci 1983

Matriz de similitud entre sitios según diferentes coeficientes de asociación

a. Índice Dice

0	2	4	6	7	8	10	11	12	13_y_14	18	21
2	1										
4	0,33333	1									
6	0	0,35294	1								
7	0,4	0,48	0,22222	1							
8	0,26667	0,13333	0,25	0	1						
10	0,375	0,125	0,22222	0,11765	0,57143	1					
11	0,27273	0,45455	0,26667	0,52174	0	0,14286	1				
12	0,41667	0,58333	0,23529	0,56	0,13333	0,25	0,36364	1			
13_y_14	0,41667	0,33333	0	0,32	0	0,125	0,54545	0,41667	1		
18	0,5	0,42857	0,19048	0,41379	0,10526	0,2	0,46154	0,5	0,5	1	
21	0,73333	0,4	0,26087	0,45161	0,095238	0,18182	0,35714	0,46667	0,46667	0,52941	1

b. Índice Jaccard

0	2	4	6	7	8	10	11	12	13_y_14	18	21
2	1										
4	0,2	1									
6	0	0,21429	1								
7	0,25	0,31579	0,125	1							
8	0,15385	0,071429	0,14286	0	1						
10	0,23077	0,066667	0,125	0,0625	0,4	1					
11	0,15789	0,29412	0,15385	0,35294	0	0,076923	1				
12	0,26316	0,41176	0,13333	0,38889	0,071429	0,14286	0,22222	1			
13_y_14	0,26316	0,2	0	0,19048	0	0,066667	0,375	0,26316	1		
18	0,33333	0,27273	0,10526	0,26087	0,055556	0,11111	0,3	0,33333	0,33333	1	
21	0,57895	0,25	0,15	0,29167	0,05	0,1	0,21739	0,30435	0,30435	0,36	1

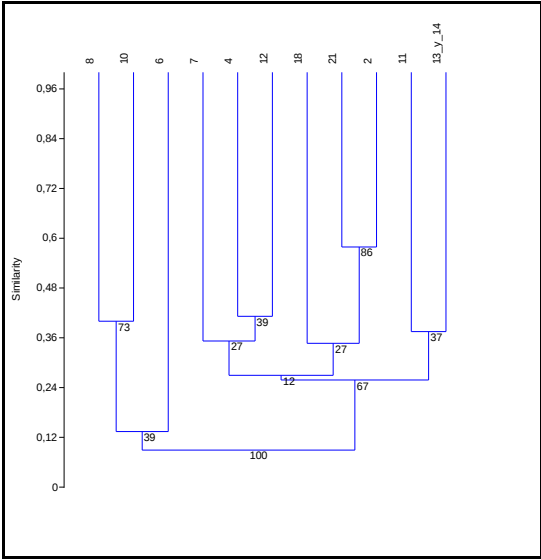
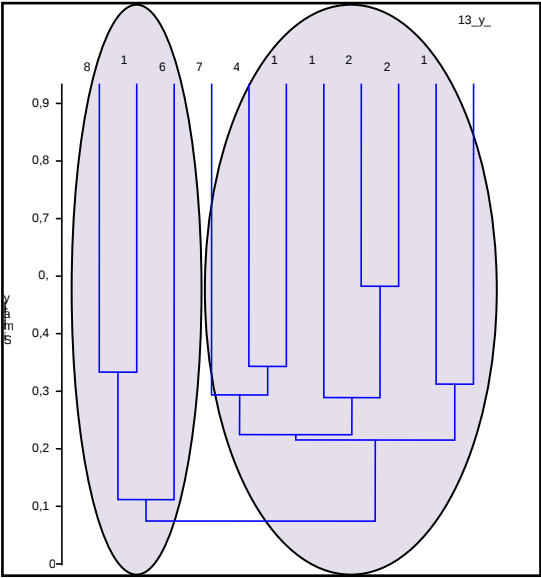
c. Índice Kulczynski

0	2	4	6	7	8	10	11	12	13_y_14	18	21
2	1										
4	0,33333	1									
6	0	0,425	1								
7	0,40064	0,48077	0,27692	1							
8	0,41667	0,20833	0,26667	0	1						
10	0,5	0,16667	0,225	0,16346	0,58333	1					
11	0,275	0,45833	0,3	0,53077	0	0,175	1				
12	0,41667	0,58333	0,28333	0,5609	0,20833	0,33333	0,36667	1			
13_y_14	0,41667	0,33333	0	0,32051	0	0,16667	0,55	0,41667	1		
18	0,51042	0,4375	0,2625	0,41827	0,19792	0,3125	0,4875	0,51042	0,51042	1	
21	0,76389	0,41667	0,38333	0,46368	0,19444	0,30556	0,38889	0,48611	0,48611	0,53125	1

a. Índice Ochiai

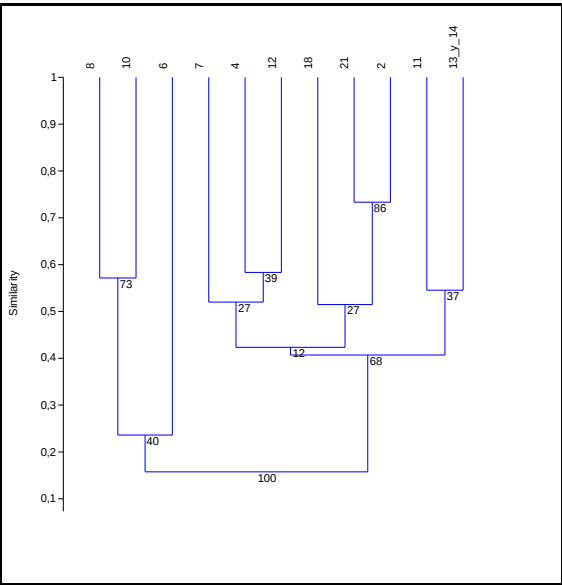
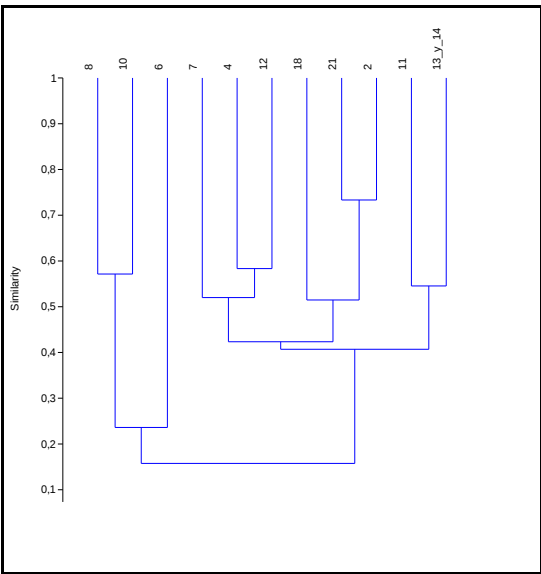
0	2	4	6	7	8	10	11	12	13_y_14	18	21
2	1										
4	0,33333	1									
6	0	0,3873	1								
7	0,40032	0,48038	0,24807	1							
8	0,33333	0,16667	0,2582	0	1						
10	0,43301	0,14434	0,22361	0,13868	0,57735	1					
11	0,27386	0,45644	0,28284	0,52623	0	0,15811	1				
12	0,41667	0,58333	0,2582	0,56045	0,16667	0,28868	0,36515	1			
13_y_14	0,41667	0,33333	0	0,32026	0	0,14434	0,54772	0,41667	1		
18	0,50518	0,43301	0,22361	0,41603	0,14434	0,25	0,47434	0,50518	0,50518	1	
21	0,74846	0,40825	0,31623	0,4576	0,13608	0,2357	0,37268	0,47629	0,47629	0,53033	1

Según los diferentes índices, son los mismos sitios los que aparecen con mayor grado de similitud (cuadros en amarillo). Por ejemplo el sitio 2 y el 21 aparecen con mayor valor en los 4 casos, estos sitios serían los más parecidos. Luego para representar la matriz de similitud realizamos análisis por agrupamiento - clúster (Figuras A, B, C, D).



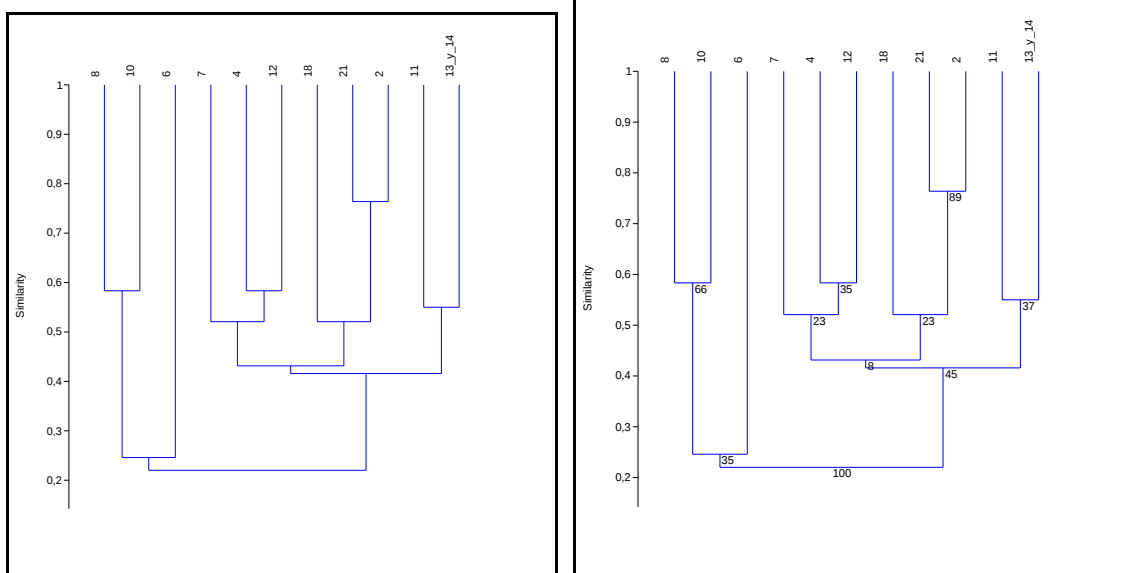
El CCC es de 0,9088

Figura A1. Análisis Clúster con Índice de Jaccard Figura A2. Análisis Bootstrap con Índice de Jaccard



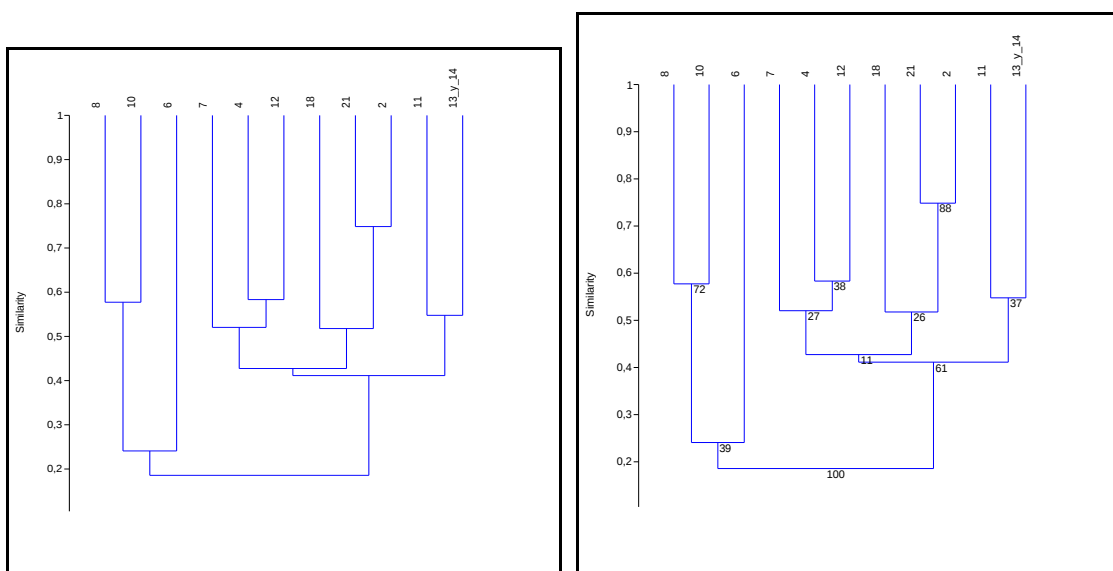
El CCC es de 0,8866.

Figura B1. Análisis Clúster con Índice de Dice Figura B2. Análisis bootstrap con Índice de Dice



El CCC es 0,7912

Figura C1. Análisis Clúster con Índice de Kulczynski Figura C2. Análisis Bootstrap con Índice de Kulczynski



El CCC es 0,8488

Figura D1. Análisis Clúster con Índice de Occhiali Figura D2. Análisis bootstrap con Índice de Occhiali

Todos los análisis son muy similares entre ellos lo que indica confiabilidad de los resultados. Las diferentes matrices de similitud da similar en lo que refiere a aquellos sitios que están más próximos al valor 1. Según los datos de CCC los dos mejores índices serían Dice y Jaccard. En ambos el análisis bootstrap es muy similar por tanto se pueden hacer el análisis de los datos con cualquiera de los dos.

ANEXO N° 9: B) Análisis estadístico complementario

Se analizaron los sitios 6, 10 y 8 y los sitios 7, 4, 12, 18, 21, 2, 13y14 y el 11 en otro grupo. Los sitios son agrupados por el uso del suelo: los sitios 6, 10 y 8 no tienen fruticultura, tienen campo natural en más del 60 % del predio y producción animal. El sitio 8 tiene la particularidad de ser un lugar de hotel de caballos y no usar ningún tipo de producto químico. Por otro lado tenemos los sitios 7, 4, 12, 18, 21, 2, 13y14 y el 11 hacen fruticultura u horticultura. Dado su interés, estos se analizarán por separado quitando de la matriz los sitios 6, 10 y 8.

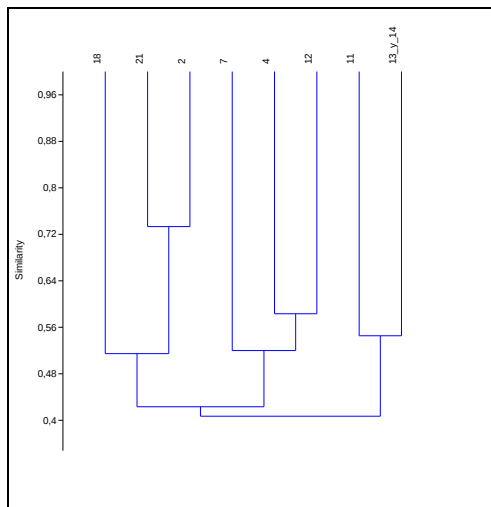
Matriz presencia – ausencia para analizar con Past (sin sitios 6,8 y 10)

	PVP 0-2	PVP 3-5	PVP +6	AT	F R1	F R3	H R1	H R3	O R1	O R3	RIE	TAJA	POZO	CAÑ	FeAB	FeUR	FeO	HeGLI	HeO	FuMAN
2	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0
4	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1
7	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1
11	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1
12	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1
13 y 14	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1
18	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0
21	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0

	FuMAN	FuOXI	FuCAP	FuACE	FuO	InMET	InCIP	InCLO	InTHI	InMET	InO	FER	EnQUE	EnO
2	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1
4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0
7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
11	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
13 y 14	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
18	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0
21	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1

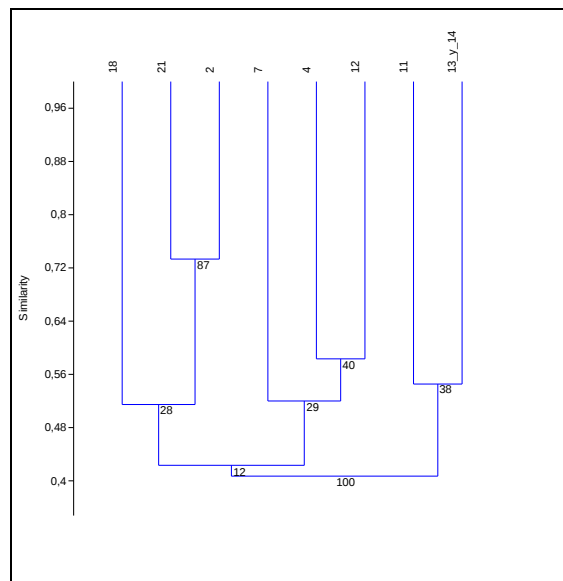
Matriz de similitud entre sitios con el índice de Dice

0	2	4	7	11	12	13_y_14	18	21
2	1							
4	0,33333	1						
7	0,4	0,48	1					
11	0,27273	0,45455	0,52174	1				
12	0,41667	0,58333	0,56	0,36364	1			
13_y_14	0,41667	0,33333	0,32	0,54545	0,41667	1		
18	0,5	0,42857	0,41379	0,46154	0,5	0,5	1	
21	0,73333	0,4	0,45161	0,35714	0,46667	0,46667	0,52941	1



El CCC es 0,798

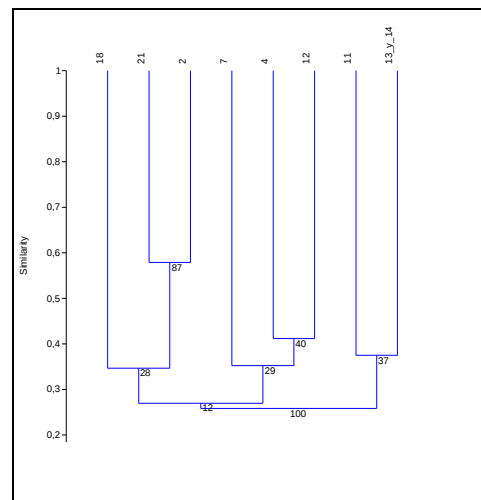
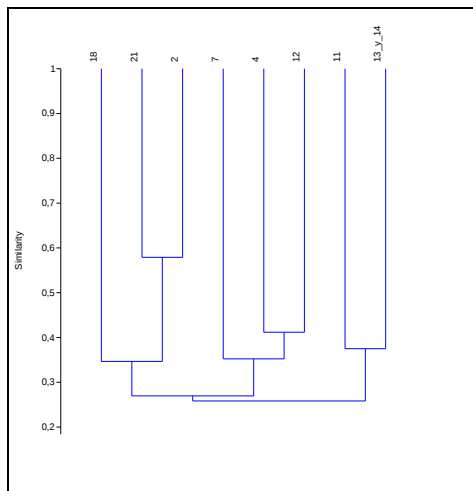
Análisis Cluster con índice de Dice



Análisis bootstrap con índice de Dice

Matriz de similitud entre sitios con Índice de Jaccard

0	2	4	7	11	12	13_y_14	18	21
2	1							
4	0,2	1						
7	0,25	0,31579	1					
11	0,15789	0,29412	0,35294	1				
12	0,26316	0,41176	0,38889	0,22222	1			
13_y_14	0,26316	0,2	0,19048	0,375	0,26316	1		
18	0,33333	0,27273	0,26087	0,3	0,33333	0,33333	1	
21	0,57895	0,25	0,29167	0,21739	0,30435	0,30435	0,36	1



El CCC es 0,8417

Análisis clúster con índice de Jaccard

Análisis bootstrap con índice de Jaccard

En este segundo análisis se pueden diferenciar 3 grupos: A: 18, 2 y 21; B: 7, 4 y 12 y C: 11 y 13y14. Los 3 grupos usan fertilizante (abono o urea), glifosato y fungicidas e insecticida. Los grupos A y B están asociados y por otro lado asocia al C con estos 2.

Algunas características principales de estos grupos son:

- A) Tiene más del 60 % de fruticultura y todos tienen riego
- B) Los 3 tienen fruticultura (2 con más de 60 % y 1 de 0 a 30 %) y todos tienen riego
- C) El sitio 11 tiene horticultura. Lo asocia con los sitios 13y14 que tienen fruticultura. Lo que tienen en común es que ninguno de los 2 tienen riego.