

Tesis de Posgrado

Investigaciones sobre el impacto de la Cava San Nicolás (Florencio Varela) : una intervención epidemiológica

Rubel, Diana Nora

1998

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Rubel, Diana Nora. (1998). Investigaciones sobre el impacto de la Cava San Nicolás (Florencio Varela) : una intervención epidemiológica. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_3050_Rubel.pdf

Cita tipo Chicago:

Rubel, Diana Nora. "Investigaciones sobre el impacto de la Cava San Nicolás (Florencio Varela) : una intervención epidemiológica". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1998. http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_3050_Rubel.pdf

Investigaciones sobre el impacto de la Cava San Nicolás (Florencio Varela): una intervención epidemiológica



Autora: Diana Nora Rubel

Directora: Dra. Cristina Wisnivesky

Unidad Ecología de Reservorios y Vectores de Parásitos

Departamento de Cs. Biológicas – Fac. de Cs. Exactas y Naturales

Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias Biológicas

Universidad de Buenos Aires

-1998 -

№ 3050 *

42

Investigations on the impact of San Nicolás dump (Florencio Varela): an epidemiologic intervention

Author: Diana Nora Rubel

Director: Dra. Cristina Wisnivesky

Unidad Ecología de Reservorios y Vectores de Parásitos

Departamento de Ciencias Biológicas – F. C. E. N.

Thesis for pursuing a Doctor degree from the Univ. de Buenos Aires

***A todos los vecinos del barrio San Nicolás, Florencio Varela
A todos los vecinos del barrio Los Eucaliptos, Solano
A Susana Viroche y Norma Ojeda***

Resumen

Se evaluó el impacto ambiental de un basural extenso de 25 metros de profundidad ubicado en Florencio Varela, Buenos Aires, en un marco de investigación participativa.

El basural se investigó desde dos ángulos, evaluándose:

- su influencia sobre la calidad del agua subterránea de los acuíferos de consumo en la zona; y
- su rol como posible amplificador de la transmisión de la leptospirosis a la población canina.

El impacto del basural sobre las aguas subterráneas se refleja en un aumento de los niveles medios de ciertos parámetros en los sitios de muestreo situados lateralmente o aguas abajo del basural, tales como dureza, cloruro, hierro y manganeso. Se detectaron contaminantes tóxicos, cianuro y mercurio, aunque el último se originaría también en otras fuentes de contaminación.

El basural sería un factor de riesgo adicional para la transmisión de leptospirosis a la población canina, si bien otros factores de riesgo pueden mantener seroprevalencias relativamente elevadas en la población del área. Esto representa un riesgo para la población humana residente, ya que los perros actúan como un reservorio de la infección y contaminan el medio.

La información producida se comunicó a los actores sociales involucrados, lo que contribuyó a la eliminación del basural.

Palabras clave: basural, impacto ambiental, acuíferos, leptospirosis, población canina.

Abstract

The study was aimed to evaluate the environmental impact of an extensive dump 25 meters deep located in Florencio Varela, Buenos Aires, Argentina.

The dump was investigated from two points of view:

- their influence on the ground water quality of the acuifers exploited in the area; and
- their role as an amplifying factor of leptospiroses tranmission to local dog population.

With regards to the impact on ground water quality, the results indicated a increase in the mean levels of some parameters in the sample sites located downstream or laterally from the dump, such as hardness, chloride, iron and manganese. Toxic contaminants, specially cyanide and mercury, were detected, although other contamination sources would be present.

Contact with the dump involves an additional risk to leptospiroses transmission to the dog population, although others risk factors could maintain high seroprevalences in the dogs. This constitutes a risk for local people, since the dog population acts as a reservoir and can contaminate the environment.

The produced information was communicated to the involved social actors.

Key words: dump, environmental impact, ground water, leptospiroses, dog population.

Los resultados de esta tesis fueron parcialmente publicados en:

Leptospira interrogans en una población canina del Gran Buenos Aires.

Rubel Diana, Seijo Alfredo, Cernigoi Beatriz, Viale Alberto y Wisnivesky-Colli Cristina. Revista Panamericana de Salud Pública 1997, 2 (2): 102-105.

Agradecimientos

Esta tesis y la investigación que aquí se presenta fueron posibles gracias a la cooperación económica en distintos grados y períodos de las siguientes Instituciones a las cuales agradezco:

- i) la Universidad de Buenos Aires, que me otorgó una Beca de Perfeccionamiento para la realización del proyecto;*
- ii) el CEAMSE (Coordinación Ecológica Area Metropolitana Sociedad del Estado), que colaboró con los análisis químicos, los pozos de monitoreo y la toma de muestras;*
- iii) la Dirección Nacional de Calidad Ambiental del Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación;*
- iv) la Fundación Manliba, que me otorgó la primer beca para trabajar en el proyecto;*
- v) la Secretaría de Salud de Florencio Varela.*

Además, esta tesis y la investigación que aquí se presenta fueron posibles gracias a las siguientes personas:

- a la Dra. Cristina Wisnivesky, por las teóricas de Parasitología que me abrieron al campo de trabajo, por haber dirigido esta tesis, por su gran apertura y capacidad de reflexión*
- al Dr. Alberto Viale, que creyó en el proyecto*
- a mis Maestros, a los que les debo el haber abierto mis fronteras*
- a Elena De Rosa, que me acompañó en un extenso tramo de este recorrido*
- al Lic. Humberto Migoyo, por su inquietud y por haber sido el duende para esta investigación*
- a Juan Carlos Gazzaneo y Raúl Riolfo (CEAMSE) por su invaluable ayuda durante la toma de muestras de lixiviado, su disposición para compartir su amplia experiencia en el tema, su calidad humana y su sentido del humor*
- al Ingeniero Luis Loffi (Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación) por su ayuda, sus consejos y su calidez*
- al Dr. Ierase (Secretaría de Salud de Florencio Varela) por su interés en la salud de la población y en la temática de la cava*
- a los Doctores Alfredo Seijo y Beatriz Cernigoi por su destacada colaboración en el proyecto y su dedicado profesionalismo*

- a la Lic. Mabel Tudino y el equipo de Análisis de Trazas del INQUIMAE por los análisis de metales pesados en la primer etapa del proyecto
- a la Lic. Liliana Orellana por el asesoramiento estadístico, la disposición al trabajo en equipo y la buena onda
- a la Arq. Lidia Varela de la Secretaría de Planeamiento de la Municipalidad de Florencio Varela
- al Lic. Girardi de AGOSBA
- a los empleados de la Municipalidad de Florencio Varela
- a la Dra. Marta Tealdo del Instituto Pasteur por su colaboración en el trabajo de campo
- a Silvia Castro, Mariano y Luis Calcaterra por su ayuda en el trabajo de campo
- a Rubén Lombardo por su participación en el proyecto
- a Olga, María y Mario por tirarse a la pileta del trabajo sin red
- al Dr. García Martínez por su revisión del cuestionario y sus comentarios
- al Dr. Jorge Rabinovich por su ayuda para conseguir financiación durante la investigación
- a la Lic. Cristina López por sus explicaciones
- a mis compañeros de la Escuela de Ambiente y Patología Ambiental de La Plata
- a Victor Conzonno del Museo y Gustavo Luccetelli del INGEA de La Plata
- a la Dra. Ciani de la Secretaría de Salud de Florencio Varela por los mapas
- a Don Carlos por la información histórica
- a la Dra. Copello, Claudio Ríos y Mary del Centro de Atención Primaria 20 de Junio, barrio San Nicolás
- Lidia Braceras y el personal de la Escuela N° 57 de Solano, por su apertura y ganas de experimentar y aprender
- a Gustavo Fernández por las discusiones filosóficas y el material sobre ecología teórica
- a Nicolás Schweigmann por sus comentarios, sus historias y su sentido del humor
- a Silvia Pietrokovsky por su solidaridad y apoyo
- a María Beatriz, por haber sido el primer puente hacia el área de estudio
- a Mabel, por haberme llevado a San Nicolás por primera vez, por su humildad y gran capacidad de entrega

- a Gaba, por su cooperación solidaria en varios momentos claves del proyecto
- a Patricia Gajate por sus correcciones y asesoramientos, pero más que nada por la amistad y por todo lo compartido
- a Oli y Sonia por haber escuchado tanto y aportar opiniones tan atinadas
- a mis queridos viejos por toda la colaboración y apoyo espiritual
- a Marcelo, por estar, por soportar mis constantes altibajos de las últimas semanas y por varias cosas más.

Y finalmente, quiero expresar un agradecimiento especial y enorme a:

- los vecinos de los barrios San Nicolás y Los Eucaliptos, por la hospitalidad, la colaboración, y por todo lo que me enseñaron en estos años de compartir la investigación.
- Susana Viroche y su familia, por su entereza y su calidez, por tantas cosas compartidas
- Norma Ojeda, por su claridad, por saber decir lo esencial con tan pocas palabras
- Delicia Ojeda, porque gracias a ella pudimos llegar a los cirujas y por sus indicaciones para transitar por la cava
- Antonia, por su hospitalidad
- Carmen y Nora (que no está más)
- Doña Lucía por su gran interés en el tema y su energía
- Doña Sara y Juana, sabias asistentes en el trabajo de campo
- Don José y sus ricos asados

ÍNDICE

Resumen	iii
Abstract	iv
Agradecimientos	vi
Índice	ix
Los ciegos y la cuestión del elefante	xii

CAPÍTULO 1. Introducción General

1.A. Contextos de referencia	1
1.A.i. Epidemiología: ¿una ciencia?	1
1.A.ii. Ecología, epidemiología y ecoepidemiología	6
1.A.iii. Ambiente y salud en el contexto de la ciudad de Buenos Aires	17
<i>a) Características socio-espaciales</i>	20
<i>b) Medio físico</i>	21
<i>c) Cavas y basuras: historias que se cruzan</i>	23
<i>d) Problemática ambiental y salud</i>	27
1.A.iv. Intervención epidemiológica	32
1.B. Objetivos	37

CAPÍTULO 2. Características del área y de la investigación/intervención

2.A. Área de estudio	38
2.A.i. La Cava San Nicolás: generalidades y localización	38
2.A.ii. Características demográficas y sociales	40
2.A.iii. El basural: estructura	44
2.A.iv. Historia del basural	44
2.A.v. Clima	49
2.A.vi Hidrogeología/Hidrodinámica	49
2.B. Gestión y modelo de la investigación/intervención	51
2.B.i. Gestión	51
2.B.ii. Modelo	51

CAPÍTULO 3. Impacto de la Cava San Nicolás: Contaminación de aguas

3.A. Introducción	56
3.A.i. Panorama general	56
3.A.ii. Antecedentes en el área de estudio	66
3.A.iii. Objetivos e hipótesis	70
3.B. Materiales y Métodos	71
3.B.i. Plan de muestreo y recolección de muestras de agua	71
3.B.ii. Análisis de las muestras	73
3.B.iii. Análisis estadísticos	73
3.C. Resultados	75
3.C.i. Comparaciones entre los sitios de muestreo	76
3.C.ii. Variaciones temporales	102
3.C.iii. Análisis multivariados	112
3.C.iv. Comparaciones entre los acuíferos Pampeano y Puelche	117
3.D. Discusión	120
3.D.i. Movimiento horizontal de los contaminantes	123
3.D.ii. Movimiento vertical de los contaminantes	128
3.D.iii. Variaciones temporales	130

<u>CAPÍTULO 4. Impacto de la Cava San Nicolás: Leptospirosis canina</u>	
4.A. Introducción	135
4.A.i. Leptospirosis: panorama general	135
4.A.ii. Leptospirosis canina	149
4.A.iii. Objetivos e hipótesis	156
4.B. Materiales y Métodos	157
4.B.i. Diseño y metodologías de muestreo	157
a) <i>Encuesta epidemiológica</i>	160
b) <i>Operacionalización de las variables</i>	160
4.B.ii. Metodología de diagnóstico	163
4.B.iii. Análisis estadísticos	164
4.C. Resultados	166
4.C.i. Información demográfica de base y características de la población	166
a) <i>Resultados obtenidos a partir del estudio demográfico de base</i>	166
b) <i>Resultados obtenidos a partir de la encuesta epidemiológica</i>	167
c) <i>Información referida a las variables epidemiológicas</i>	168
4.C.ii. Estudio epidemiológico	169
a) <i>Primer muestreo</i>	169
b) <i>Segundo muestreo</i>	182
4.D. Discusión	187
4.D.i. Prevalencia y serovares determinantes	187
4.D.ii. Análisis de otros posibles serovares circulantes	192
4.D.iii. Endemicidad de la infección	195
4.D.iv. Factores de riesgo para la seropositividad	197
4.D.v. El rol del basural	201
4.D.vi. Importancia epidemiológica y medidas de control	202
<u>CAPÍTULO 5. Discusión general</u>	
5.A. Acerca de la investigación/intervención	206
5.B. Discusión y conclusiones	209
BIBLIOGRAFÍA	223
GLOSARIO	242
ANEXO	I-XIV

Los ciegos y la cuestión del elefante

Más allá de Ghor había una ciudad. Todos sus habitantes eran ciegos.

Un rey con su cortejo llegó cerca del lugar, trajo su ejército y acampó en el desierto. Tenía este rey un poderoso elefante que usaba para incrementar el temor de la gente y atacar cuando fuera necesario llevar adelante sus objetivos.

La población estaba ansiosa por conocer al elefante, y algunos ciegos de esta ciega comunidad se precipitaron como locos para encontrarlo.

Una vez que lo encontraron, como no conocían ni siquiera la forma y el aspecto del elefante, tantearon ciegamente para reunir información, palpando alguna parte de su cuerpo. Cada uno pensó que sabía, porque pudo tocar una parte de él.

Cuando volvieron junto a sus conciudadanos, grupos de impacientes se apiñaron a su alrededor.

Todos estaban ansiosos... querían saber del elefante.

Preguntaron por su forma y aspecto, interrogaron acerca de su naturaleza, y escucharon las respuestas de los que se habían acercado a él.

El que había tocado la oreja dijo:

- El elefante es una cosa grande, rugosa, ancha y gruesa... como una alfombra.

Y el que había tocado la trompa dijo:

- No es así, yo conozco los hechos reales: el elefante es un tubo recto y hueco, horrible y destructivo.

El que había tocado las patas dijo:

- No, yo conozco la esencia real del elefante, que es poderoso y firme como un pilar.

Cada uno había palpado una sola parte de las muchas. Ninguno lo conocía en su totalidad: el conocimiento no es compañero de los ciegos (I).

(1) Leyenda derviche de la cual se conocen otras versiones con los títulos *El elefante en la Casa Oscura* y *El Amurallado Jardín de la Verdad*. Fuente: Idries Shah: 1967, «Cuentos de los Derviches», Edit. Paidós : 28-29.

CAPITULO 1. Introducción general

1.A. CONTEXTOS DE REFERENCIA

1.A.i. Epidemiología: ¿una ciencia?

Desde un punto de vista epistemológico, una conquista conceptual comienza con la construcción de un objeto-modelo en referencia a una cosa, hecho o proceso (Bunge, 1974, citado en Almeida Filho, 1992).

La especificidad e **identidad de una ciencia**, puede encontrarse entonces esencialmente identificando su **objeto** de manera clara.

La **epidemiología** es una disciplina relativamente reciente en la historia. Solo pudo constituirse en disciplina científica con posterioridad a la sistematización de la noción de enfermedad (siglos XVIII y XIX). Esta sistematización constituyó la clínica, disciplina que comienza a desarrollar dicha noción a partir de la descripción rigurosa de los síntomas al lado del lecho (de ahí la denominación Clínica, ya que *kliné* significa lecho en griego).

La epidemiología nace a partir de la confluencia de una serie de corrientes dispersas, relativamente autónomas y con *paradigmas** propios, que van agregándose paulatinamente. Entre ellas podemos mencionar: el estudio de enfermedades o entidades patológicas específicas, el estudio de la relación entre sociedad y proceso salud/enfermedad, el estudio de la evaluación o experimentación de acciones terapéuticas o profilácticas, y los estudios de modelaje bioestadístico (Costa, 1990).

Se han propuesto diversas **definiciones acerca del objeto de la epidemiología**. Las definiciones han ido enriqueciéndose o refinándose sucesivamente a partir de la originaria "ciencia de las epidemias", siempre al compás de los acontecimientos históricos y los descubrimientos médicos.

Entre las definiciones propuestas para el objeto de la epidemiología, pueden citarse (siguiendo la revisión de Almeida Filho, 1992):

- "los aspectos de masa de la enfermedad, donde el grupo, el colectivo, y no el individuo enfermo es la unidad de observación" (Greenwood, 1932, citado en Almeida Filho, 1992);

* Para una definición: ver Glosario.

- "estudio de las epidemias en relación al tiempo, lugar y persona" (definición citada en Kuller, 1991);
- "estudio de la distribución de una enfermedad o condición fisiológica en poblaciones humanas y de los factores que influyen dicha distribución" (Lilienfeld, 1976, citado en Almeida Filho, 1992);
- "estudio de la relación entre variables que representan determinantes de la salud y variables que representan el estado de salud" (Goldberg, 1982, citado en Almeida Filho, 1992);
- "la relación de una medida de ocurrencia con un determinante o una serie de determinantes es denominada relación o función de ocurrencia. Tales relaciones son en general el objeto de la investigación epidemiológica" (Miettinen, 1985, citado en Almeida Filho, 1992).

Si se considera cualquiera de estas definiciones, el objeto de la epidemiología incluye relaciones que siempre tienen como base la heterogeneidad básica salud/enfermedad, e implica a la vez el desafío de integrar lo individual y lo colectivo (Almeida Filho, 1992). Por lo tanto, cumpliría una cierta función de mediación entre la clínica y las ciencias sociales.

El conocimiento profundo acerca de los **procesos de salud y enfermedad** en las poblaciones humanas dependerá siempre de conocimientos de **otros campos disciplinarios**. Por un lado, dependerá de los descubrimientos en el campo biológico (sobre todo los relacionados con la fisiopatología), y por otro de los aportes de las ciencias sociales. En efecto, muchos objetos de las ciencias sociales que no tienen referencia biológica, tales como representaciones, instituciones, ideologías, etc. pueden constituirse en determinantes de procesos de salud o enfermedad (Almeida Filho, 1992; Black & Smith, 1992).

De tal manera que en la epidemiología, así como ocurre en otras disciplinas, muchas de las explicaciones se construyen a partir de producciones de otras ciencias (Philippe, 1997). La epidemiología articula entonces necesariamente producciones científicas de diversos órdenes, es una "disciplina integrativa que utiliza conocimientos y métodos de otras disciplinas" (Sieswerda, 1997).

La primer generación de epidemiólogos no ponía en duda el **carácter científico** de su disciplina. Así, Frost (1941, citado en Almeida Filho, 1992) afirma que "la epidemiología es esencialmente una ciencia inductiva, preocupada no meramente en describir la distribución de las enfermedades, sino sobre todo en

comprenderla a partir de una filosofía consistente". También se ha afirmado que la "epidemiología es largamente reconocida como una ciencia básica de la medicina preventiva o salud pública" (MacMahon et al., 1969, citado en Almeida Filho, 1992). Desde esta concepción, la epidemiología constituye una verdadera base técnica del planeamiento, la administración, implementación y evaluación de las medidas preventivas (Almeida Filho, 1992).

Sin embargo, los aportes posteriores son contradictorios: desde las concepciones más rígidas, se cuestionó el carácter científico de la epidemiología por sus métodos fundamentalmente observacionales, contrapuestos a un modelo de ciencia "dura" experimental. Por otro lado, también es concebida como parte de la ecología médica o humana, es decir como un segmento de una ciencia más general, o como una disciplina "empírica sin mayores demandas teóricas", o como un "abordaje conceptual" o un "conjunto de métodos que cualquier ciencia poblacional puede usar", sin llegar a ser "una ciencia independiente" (Almeida Filho, 1992). También se la menciona como "una síntesis de conocimientos oriundos de diversas disciplinas de la salud" o una "mera herramienta para la investigación clínica" (diversos autores citados en Almeida Filho, 1992).

Susser (1987, citado en Almeida Filho, 1992), coincidiendo en el enfoque con Terris (1979) define a la epidemiología como una ciencia poblacional que se basa "en las ciencias sociales para una comprensión de la estructura y dinámica sociales, en la matemática para las nociones estadísticas de probabilidad, inferencia y estimación, y en las ciencias biológicas para el conocimiento del sustrato orgánico humano donde las manifestaciones observadas hallarán su expresión individual".

Algunas de las perspectivas epistemológicas actuales aportan nuevos elementos al respecto de la científicidad, al reconocer "el agotamiento de los modelos formales de delimitación de los campos científicos, indicando el papel fundamental de los *paradigmas*^{*}, los procesos históricos macro y microsociales en la construcción institucional de las ciencias a través de la práctica técnica y teórica". Así, la delimitación de un campo propio es una "consecuencia histórica (y no solamente lógica) del proceso de maduración de una disciplina" (Almeida Filho, 1992).

* Para una definición: ver Glosario.

Una vez unificada como disciplina, la epidemiología comienza un proceso de continua **fragmentación** en muchas especialidades tales como epidemiología clínica, ambiental, ocupacional, nutricional, etc.

Sin duda, la especialización es un fenómeno que se ha dado durante las últimas décadas en todos los ámbitos del quehacer científico. Por un lado, la especialización enriquece el proceso de conocimiento, permitiendo enfocar ciertos aspectos con mayor detalle, pero por otro puede producir "la fragmentación interna del abordaje de un mismo objeto de estudio" y "la intelectualización del objeto singular aislado". En el caso de no producirse posteriormente a la fragmentación una re-construcción del objeto de conocimiento, la ciencia pagaría un cierto "costo intelectual-social, al renunciar a la realidad como un todo unitario, tanto para su abordaje teórico como operativo" (Arredondo, 1992). Para Kuller (1991) el proceso de fragmentación en la epidemiología "ha sido lo peor de todo", ya que "ha perdido de vista que sus orígenes vienen del estudio de las causas comunes de las epidemias".

La variedad de contextos en los que produce la investigación epidemiológica se relaciona con diferentes *paradigmas**, enfoques teóricos y metodológicos que conviven en el marco de la disciplina.

La **diversidad metodológica** trae aparejado el debate sobre la cientificidad de los estudios observacionales versus los estudios experimentales, como ya se mencionó. Así, la epidemiología clínica es reivindicada por algunos autores como la única epidemiología "verdaderamente científica" y esto se argumenta con la proposición de que el *paradigma* experimental debe ser tomado como patrón exclusivo de rigor científico (Almeida Filho, 1992).

Los diseños observacionales característicos de la epidemiología no poseen controles rígidos como los diseños experimentales, ya que su universo se encuentra en poblaciones reales, no replicables en contextos laboratoriales. Sin embargo, la epidemiología ha desarrollado o adaptado instrumentos de aceptable especificidad y sensibilidad, capaces de producir datos consistentes y confiables, con buena aplicabilidad para investigar los enfermos en poblaciones (Almeida Filho, 1992). Descubrimientos tan importantes como el modo en que se transmitía

* Para una definición: ver Glosario.

el cólera (...), o que la pelagra era una enfermedad de deficiencia nutricional, o que existían relaciones entre el consumo de tabaco o alcohol y una variedad de enfermedades mayores, fueron fruto de este tipo de estudios "con seres humanos viviendo en sociedad" (Terris, 1979).

La **diversidad teórica** aparece en los distintos modelos planteados, que asumen implícita o explícitamente una cierta mirada sobre el proceso salud/enfermedad, las relaciones entre lo individual y lo colectivo, lo biológico y lo social y la forma de entender las determinaciones mutuas.

Los principales modelos teóricos coexistentes en nuestro siglo (siguiendo la síntesis planteada por Arredondo, 1992), serían el modelo unicausal (la enfermedad se produce por un agente patógeno externo), el modelo multicausal (la enfermedad se produce por la influencia simultánea de factores relacionados al agente, al huésped y al ambiente), el modelo ecológico (la enfermedad se origina en las relaciones de la triada hombre-agente-ambiente), el modelo histórico-social (los perfiles diferenciales de salud-enfermedad guardan relación con el contexto histórico), y el modelo económico (la salud/enfermedad es concebida como un bien de inversión y de consumo).

Estos modelos teóricos estarán siempre presentes (implícita o explícitamente) en la práctica de la investigación, en la mirada del investigador, en el proceso de selección del objeto de conocimiento, en las hipótesis de partida y su *operacionalización*^{*}, y también en la metodología de recolección de datos (Krieger, 1994; Breilh, 1997).

Entre los '80 y los '90, surgen intentos de unificar **un modelo interdisciplinario** que intente abordar simultáneamente los diferentes niveles de determinación que operan jerárquicamente sobre la salud/enfermedad. Se plantea articular determinantes de nivel sistémico (ambiente, genoma), socio-estructural (estratificación social, redistribución de la riqueza), familiar-institucional (estilos de vida, sistemas de salud) e individual (Arredondo, 1992, Krieger, 1994; Susser & Susser, 1996; Breilh, 1997).

* Para una definición: ver Glosario.

1.A.ii. Ecología, epidemiología y ecoepidemiología

La ecología emerge del campo de la **biología**, término que aparece por primera vez en el año 1800 en una publicación médica alemana, aunque la investigación acerca de los seres vivos es obviamente mucho más antigua (Coleman, 1983).

La **ecología** se constituye como disciplina independiente recién en nuestro siglo XX, aunque las observaciones acerca de "las interrelaciones de los organismos entre sí y con el medio ambiente" (y esta es la primera definición formal de ecología) sean casi tan antiguas como el hombre (Avila-Pires, 1983).

La primer definición formal de ecología data de 1866 y fue formulada por Haeckel (Oecología, de *oikos*: casa y *logos*: estudio o tratado), aunque puede considerarse que Lamarck, Wallace y Darwin fueron los precursores que aportaron las primeras teorías sistematizadas acerca de las cuestiones biológicas que más tarde estudiaría la ecología: la competencia inter e intraespecífica y otras relaciones entre organismos, o la estructura de las comunidades y su evolución temporal.

Otras **definiciones** de la ecología y su objeto que pueden encontrarse son: "estudio de la estructura y la función de la naturaleza", "sociología y economía de los seres vivos" o "estudio de las relaciones entre los organismos y la totalidad de los factores físicos y biológicos que los afectan o están influidos por ellos" (Pianka, 1982).

Entre la **epidemiología** y la **ecología** pueden establecerse algunos **paralelos**. Por un lado, ambas disciplinas surgen recientemente en relación a la antigüedad de sus respectivas ciencias de origen, la medicina y la historia natural. Por otro lado, sus objetos de conocimiento están constituídos básicamente por relaciones, y además relaciones que incluyen categorías pertenecientes al plano supraindividual.

También podría afirmarse que al igual que la epidemiología, la ecología es una disciplina integrativa que utiliza conocimientos y métodos de otras disciplinas (geología, climatología, fisiología, etología y otras disciplinas biológicas), articulando distinto tipo de producciones científicas. Otra problemática común a ambas disciplinas es que su carácter científico ha sido cuestionado desde posturas ligadas a los ámbitos de disciplinas biológicas más "duras" o experimentales.

Del mismo modo que para las disciplinas de la salud, el gran nivel de desarrollo del conocimiento en nuestro siglo trae como consecuencia la **especialización** y la consecuente **fragmentación** en el conjunto de las disciplinas biológicas. La ecología no es una excepción: a partir de las dos grandes ramas iniciales, la autoecología (estudio de la ecología de una especie) y la sinecología (más de una especie), aparecen otras especialidades como la ecología de poblaciones, de comunidades o de ecosistemas, y a la vez se desarrollan las áreas de la ecología pura y la aplicada, con sus propias jergas, metodologías y hasta publicaciones. La ecología aplicada abordó la problemática del manejo de sistemas naturales, aplicando los principios de la teoría ecológica (Avila-Pires, 1983; Allen & Hoekstra, 1992).

En el conjunto de las disciplinas biológicas, al igual que en las ciencias de la salud, coexisten distintos **modelos teóricos**. Partiendo del esquema clásico de los niveles de organización en los sistemas biológicos (célula-organismo-población-comunidad-ecosistema-región-bioma-biosfera), se proponen modelos o enfoques:

- **reduccionistas** o "del fondo hacia arriba" (bottom-up), es decir posturas que sostienen que el nivel determinante o causal de cada tipo de objeto se encuentra en el nivel inferior, por lo que dividen el objeto en sus componentes y analizan estos componentes para explicar los atributos y el comportamiento del objeto; y
- **estructurales** o "de arriba hacia abajo" (top-down), es decir posturas que sostienen que cada nivel posee propiedades y leyes específicas que determinan o explican su estructura y comportamiento sin necesidad de apelar a las leyes que rigen los niveles inferiores, por lo que no se requiere dividir el objeto en sus componentes menores para investigarlo (Allen & Hoekstra, 1992; Pearce, 1996).

Según Pearce (1996) aunque el reduccionismo "tenga un aire de pureza científica" raramente es efectivo, ya que por ejemplo no se ha "logrado predecir el clima o el movimiento de los planetas a partir de mediciones realizadas sobre sus moléculas individuales". También sostiene que esta aproximación no solo sería imposible desde el punto de vista práctico debido a la "cantidad infinitamente grande de información requerida", sino que la reciente teoría matemática del caos ha demostrado su imposibilidad teórica, debido a que aún variaciones muy pequeñas (por ejemplo errores) pueden producir enormes efectos en sistemas que no se comportan linealmente (Pearce, 1996).

Según Allen & Hoekstra (1992), en ecología es un error asumir que los subsistemas explicativos deben proceder de un nivel de organización "inferior" en la jerarquía clásica de los niveles de organización. El esquema clásico de niveles de organización define los objetos de distintas disciplinas biológicas, pero suele ofrecer pocas explicaciones acerca de las configuraciones que se encuentran en la naturaleza. Los mismos autores sostienen que investigar desde la agregación (enfoque estructural) o la desagregación (enfoque reduccionista), no debería implicar perder de vista la relación entre los distintos niveles en la dirección opuesta. De este modo, para cualquier nivel de agregación sería necesario mirar en ambas direcciones: hacia los niveles superiores para comprender el contexto y los significados, y hacia los niveles inferiores para comprender los mecanismos. Cuando falta alguna de las miradas, la comprensión será incompleta y no podrán formularse predicciones robustas.

Un ejemplo acerca de la necesidad de mirar en ambas direcciones aportado por los mismos autores es el hecho de que algunas plantas tienen cortezas gruesas y liberan sus semillas luego de producirse la quemadura de sus cubiertas. Esto solo puede entenderse en un contexto ambiental en el que se producen incendios, es decir: solo se entiende el mecanismo si el investigador está situado en el contexto particular. De la misma manera, entender el rol de una entidad ecológica es de utilidad limitada si uno ignora cómo trabaja, o sea: la idea de que las praderas son comunidades adaptadas al fuego es vana si se desconocen los mecanismos de adaptación. Los ecólogos pueden cometer los dos errores: darle poca importancia a las explicaciones mecanísticas o prestar poca atención al contexto y la significación más general o amplia.

Las relaciones entre las sociedades humanas modernas y el ambiente son complejas y múltiples. Podríamos decir que "el medio natural se sobreconstruye en una relación dialéctica con el desarrollo de los procesos sociales que lo adoptan como sustrato" (C.F.I., 1995), y que se producen mediaciones y determinaciones en ambos sentidos de la relación, produciéndose tanto una "mediación histórica de la naturaleza" como una "mediación natural de la sociedad" (Breilh, 1997).

Un aspecto importante de las alteraciones rápidas y radicales en el ambiente natural provocadas por el desarrollo tecnológico es el **impacto de los cambios ambientales sobre la salud humana**, "resultando que el número de

agentes potencialmente involucrados" puede volverse "mucho más grande y sus interrelaciones altamente complejas" (O.M.S., 1973).

Podríamos agrupar artificialmente las relaciones entre ambiente y salud humana en dos grandes campos: el estudio de dichas relaciones en ambientes "naturales" (o rurales) y en ambientes altamente antrópicos (urbanos o industrializados).

Las **relaciones entre enfermedad y ambiente natural** fueron mencionadas 400 a.C. por Hipócrates en su ensayo *Aguas, Aires y Lugares*, en el que plantea la importancia de conocer el clima y la calidad de las aguas para predecir la salud de los habitantes de una zona determinada. Dice textualmente que deben estudiarse "qué efectos puede producir cada estación del año", "la posición (...) con respecto a los vientos y a las salidas del sol", y "las propiedades de las aguas" para estar "en capacidad de decir qué enfermedades epidémicas atacarán la ciudad" (Avila-Pires, 1983; O.P.S., 1988).

Siguiendo la reseña histórica de Avila-Pires (1983), recién después de Pasteur y sus descubrimientos microbiológicos cobraron un impulso importante las investigaciones acerca del **rol de distintas poblaciones animales en la transmisión de enfermedades infecciosas**. En 1877, Manson demostró el papel que jugaban los insectos hematófagos en la transmisión de la filariasis causada por *Wuchereria bancrofti*. En 1901, se presentan evidencias sobre el rol de vector del mosquito *Aedes aegypti* para la fiebre amarilla. Se producen muchos otros descubrimientos cruciales en el mismo período acerca de las cadenas de transmisión de la malaria, la enfermedad del sueño, la trypanosomiasis americana, etc. (Avila-Pires, 1983).

Esta sucesión de descubrimientos que relacionaban enfermedades humanas con interacciones ecológicas, produjo un salto en el desarrollo teórico cuando Pavlovsky formuló alrededor de 1920 su teoría de los focos naturales, ambientes en los que un parásito circula en ciertas poblaciones animales locales, pudiendo transmitirse al hombre cuando éste ingresa en estos focos (Pavlovsky, 1966). Esta teoría plantea el modelo teórico que se denominó de la **tríada ecológica**, según el cual la enfermedad se origina en las relaciones hospedador-parásito-ambiente.

Este modelo teórico guía múltiples investigaciones epidemiológicas sobre diversas zoonosis y enfermedades transmitidas por vectores, y estas

conceptualizaciones permiten avanzar en el modelaje de la transmisión y la propuesta y evaluación de distintos métodos de control.

En los **ambientes altamente urbanizados**, surge y adquiere gran desarrollo la denominada epidemiología ambiental, que investiga los problemas de salud derivados de la exposición a tóxicos y del deterioro ambiental producto del desarrollo industrial. Las investigaciones incluyen tanto los ambientes laborales como los ambientes residenciales. Los enormes avances en el área de la toxicología constituyen la base de esta disciplina. Se volverá sobre este punto en el próximo apartado (ver iv. *Ambiente y Salud en el contexto de la ciudad de Buenos Aires*).

Como se desprende de los párrafos anteriores, simultáneamente con el proceso de fragmentación disciplinar en las ciencias, los límites disciplinarios se vuelven menos nítidos y una parte de las **nuevas disciplinas** ocupan específicamente zonas de fronteras disciplinarias (así como la biofísica articula la biología y la física; la epidemiología ambiental articula la toxicología, la ecología y la epidemiología; la ecología aplicada articula la ecología teórica con la economía, etc.).

El surgimiento de este tipo de disciplinas de frontera abre a su vez la posibilidad de investigar unitariamente estructuras o fenómenos que durante otro período histórico se habían investigado en forma fragmentaria. **La articulación de diferentes disciplinas** también resulta del aumento en la complejidad de los sistemas investigados, y por eso este tipo de abordajes aparece emparentado con la teoría de sistemas y la posibilidad de modelar computacionalmente la complejidad, incluyendo múltiples puntos de estabilidad o comportamientos sorprendidos y caóticos.

La primer articulación formal de la ecología y la epidemiología, fue la denominada **epidemiología ecológica**, definida como "una rama de la epidemiología que mira la enfermedad como un resultado de las interacciones ecológicas entre las poblaciones de hospedadores y parásitos" (Oxford University, 1994).

Recientemente, varios investigadores de sistemas complejos proponen por un lado, modelos teóricos interdisciplinarios (como se planteó al final

de la sección anterior) y por otro lado simultáneamente, **esquemas conceptuales o metáforas** cohesivos o unificadores, algo así como "protocolos para observar la complejidad" (Allen & Hoekstra, 1992). Las metáforas o esquemas conceptuales son importantes porque capturan sintéticamente aspectos esenciales de una cierta visión del mundo "abriendo caminos en el pensamiento", es decir aportando nuevas conexiones entre fenómenos y/o conceptos y favoreciendo de este modo novedades en los enfoques y las direcciones para la investigación (Krieger, 1994).

Algunas de estas propuestas recientes de esquemas unificadores se enumeran a continuación.

Desde la **ecología**, **Allen & Hoekstra (1992)** proponen un esquema conceptual unificador que articule la experiencia de la investigación ecológica actual en todos los niveles. Su propuesta se basa en dos aspectos claves de la investigación ecológica: **la escala y los criterios de observación**.

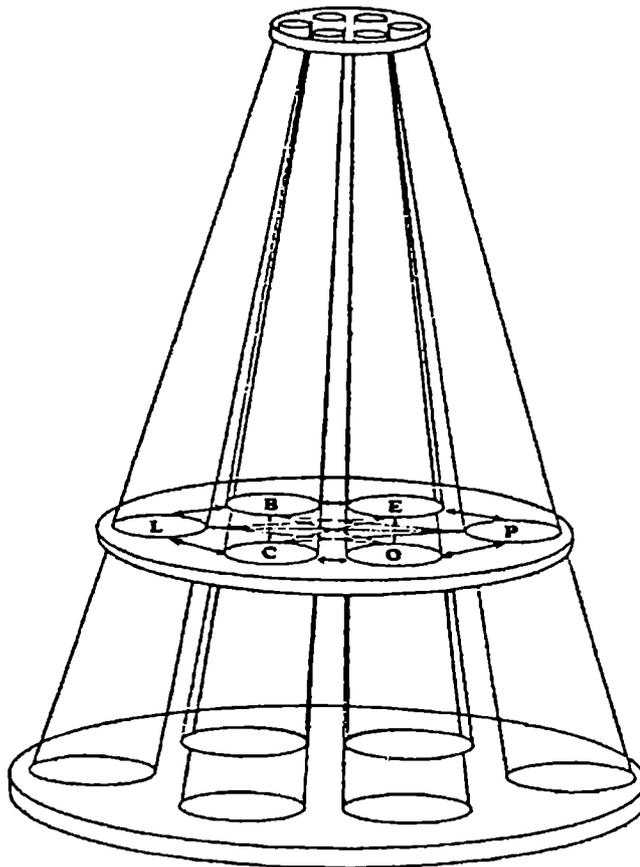
Según el planteo de estos autores, **la escala** implica tamaño en el espacio y el tiempo, y como el tamaño es cuestión de medidas, la escala no existe independientemente del científico y sus sistemas de medida (Allen & Hoekstra, 1992). Los sistemas materiales serían dependientes de la escala, ya que se requerirá una cierta escala de observación para que el sistema como tal pueda aparecer a la vista del investigador. Por lo tanto, lo observado dependerá del nivel de resolución de los instrumentos de medición, y del diseño de recolección de los datos, ya que las diferencias que tienen lugar en ciertos períodos o rangos espaciales escapan a la vista del investigador. El diseño de observación implica un proceso por el cual el investigador elige ciertos filtros que definirán qué es lo que va a mirar.

Los procesos y estructuras que estudia la ecología son multi-escalados (ocurren a distintas escalas), pero cada estructura particular aparece más simple, explicable y predecible en una cierta escala de percepción. Esa será la escala más potente para ese sistema material.

Los **criterios de observación** son la base sobre la cual el investigador decide qué será lo reconocible en un conjunto de observaciones, lo que separa el primer plano del fondo en una observación ecológica (por ejemplo organismo, población, comunidad, etc.). Según estos criterios los ecólogos se categorizan a sí mismos como ecólogos de comunidades o poblaciones, cada uno con sus propias estrategias de observación. Estos criterios no necesariamente

están ubicados como una secuencia de niveles ordenados por inclusividad: son dispositivos conceptuales independientes de la escala, es decir que sus cualidades no cambian cuando varía la escala de observación (la escala apropiada de percepción se elige a partir del criterio).

Sobre estas bases, Allen & Hoekstra (1992) proponen un esquema conceptual en la que los criterios se ubican en una estructura ordenada por escala. La propuesta para el esquema conceptual unificado se resume en la metáfora gráfica de la "torta en capas".



Fuente: Allen & Hoekstra, 1992

En este esquema, el tamaño de las secciones transversales representa la cuestión de la escala. La *base ancha* representa la escala de lo pequeño en el espacio y el tiempo, que incluye un gran número de pequeñas

entidades. La *capa superior* en cambio, representa la escala de la biosfera, con un número pequeño de grandes entidades. La sección transversal que aparece en el esquema representa una escala media, aunque podrían insertarse otros cortes transversales correspondientes a otras escalas.

Las *letras* que figuran en los círculos de un mismo estrato o sección indican lo que los autores denominan criterios ecológicos, que serían organismo (O), población (P), comunidad (C), ecosistema (E), paisaje (L) y bioma (B).

Los *círculos* que rodean las letras corresponden a la intersección entre el criterio (abstracto e independiente de la escala) y la escala, una interacción entre las decisiones del observador y la parte del universo observada, que permitirá identificar una entidad ecológica a una escala dada.

Las *columnas* representan un criterio elegido para mirar en el sistema material, por ejemplo la comunidad. En la columna C, en la parte superior del esquema se representan comunidades a gran escala y más abajo hay subsistemas comunitarios.

Las *capas* no están ordenadas por tamaño aproximado de los organismos, poblaciones, comunidades, etc. sino por la escala de observación correspondiente. La altura del nivel en el esquema depende de la escala de las entidades residentes, y a su vez la escala de un nivel está determinada por el alcance que se requiere para percibir las entidades que caracterizan el nivel. En los niveles superiores las entidades se visualizarán sólo con protocolos de observación de amplio alcance espaciotemporal. Dentro de cada estrato podemos comparar y contrastar distinto tipo de sistemas situados a la misma escala, pero también comparar sistemas del mismo tipo observables a distintas escalas. El esquema permite también realizar comparaciones en diagonal, por ejemplo: el ecosistema del rumen de la vaca sería un disco E situado en diagonal e inferior al disco O que representa el organismo dentro del cual se desarrolla el sistema.

Desde la **epidemiología**, **Susser & Susser (1996)** proponen un esquema conceptual unificador de la ecología y la epidemiología, dado que ambas disciplinas se enfrentan con sistemas complejos organizados en múltiples niveles. En epidemiología, la complejidad incluye desde los caminos causales a nivel social hasta la patogénesis y la causalidad a nivel molecular. Uno de los ejemplos que presentan los autores acerca de los distintos niveles de análisis necesarios es el del control de la epidemia de HIV:

Nivel molecular	Nivel poblacional	Nivel global
Conocimiento preciso sobre los mecanismos moleculares de la transmisión y la infección (inmunidad).	Conocimiento de la dinámica de transmisión a partir de la prevalencia y de los patrones de comportamiento, nutricionales, etc. de la población.	Conocimiento sobre las interconexiones entre ciudades, patrones de migración y emigración, etc.

La investigación, generalmente se encuentra restringida por el reduccionismo necesario para establecer y comprobar relaciones causales entre fenómenos. Sin embargo, afirman los mismos autores, la esperanza de contener la epidemia radica en una estrategia coherente que actúe a todos los niveles.

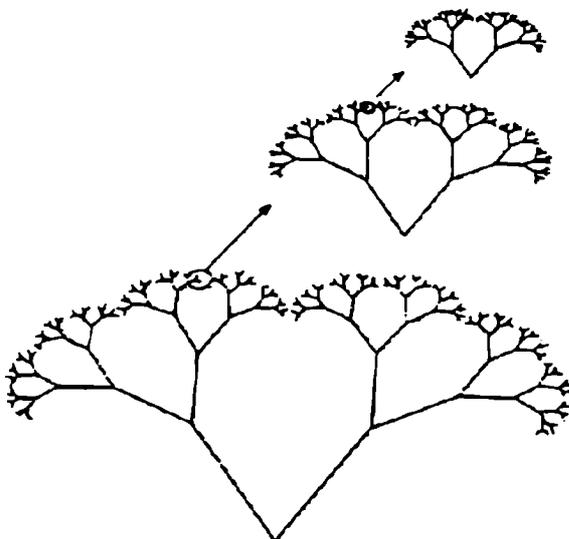
Para trabajar en los distintos niveles se requiere la guía de conceptos causales apropiados. Consideran que un modelo causal de tipo ecológico resultaría más apropiado que el tipo de causalismo "universalista" propio de las leyes físicas. Sugieren una **epistemología ecológica**, similar a la de las teorías evolutivas. En los sistemas ecológicos, la historia biológica es ineludible, y el futuro contiene un gran número de posibilidades. De la misma manera, la teoría evolutiva no puede predecir o especificar el destino exacto de una especie o grupo de especies, aunque los resultados de la evolución estén restringidos por los sucesos anteriores, ya que ese grupo de organismos estará dotado de un cierto potencial genético que deriva de sus ancestros. Lo que sí especifica la teoría evolutiva es una gama de preguntas y un conjunto de procesos a considerar cuando se intenta entender su dinámica específica, su origen y su extinción (Allen & Hoekstra, 1992; Krieger, 1994; Susser & Susser, 1996).

Proponen entonces un nuevo paradigma que denominan **eco-epidemiología**, una disciplina que pueda considerar los procesos de salud y enfermedad del hombre en el contexto de su ambiente natural y social, profundizando en sus mecanismos fisiológicos y moleculares. El esquema conceptual propuesto por Susser & Susser (1996) incluye al hospedador y al agente en un ambiente que comprende sistemas (conjunto de factores conectados entre sí en alguna forma de relación coherente que puede describirse en sus propios términos) de niveles múltiples. Los sistemas a su vez, estarían relacionados entre sí. Sin embargo, las relaciones planteadas para un cierto

sistema serían generalizables sólo para otros sistemas similares en cuanto a su ubicación dentro de una jerarquía de escala y complejidad.

Este esquema conceptual se ilustraría con la metáfora de las cajas chinas, un conjunto anidado de cajas, en el cual cada caja (una estructura localizada) contiene una sucesión de cajas más pequeñas en su interior (Susser & Susser, 1996).

Otra propuesta es la que formula **Krieger (1994)**, también desde la epidemiología. Esta autora propone un **modelo teórico eco-social** para la epidemiología, en el cual para cada nivel de análisis aparece un entretejido complejo. Este entretejido incluye desde cuerpos subcelulares hasta sociedades, y se repite indefinidamente a la manera de los objetos fractales (ver Figura). Los diferentes perfiles epidemiológicos a nivel poblacional reflejarían los diversos patrones de exposición y susceptibilidad producidos por el mencionado entretejido. Es decir que para este modelo la comprensión de los patrones epidemiológicos requiere el reconocimiento de la combinación inseparable de lo biológico y lo social en todos los niveles, impidiendo el clivaje entre ambos planos, así como entre los planos individual y poblacional. Así, para entender la estructura y comportamiento en algún nivel particular, se deberán considerar el resto de los niveles (Krieger, 1994).



Fuente: Krieger, 1994

Siguiendo a la misma autora, una rama de esta estructura de entretrejido representaría un conjunto de perfiles epidemiológicos posibles, en un tiempo particular, producido en un momento particular por una combinación particular de estructuras sociales, normas culturales, medio ecológico, variabilidad genética en la población humana y las poblaciones animales y vegetales que lo rodean.

A un nivel mayor de detalle, un grupo particular ligado a ciertas condiciones de vida y trabajo presenta una sub-combinación distintiva de este entretrejido y por lo tanto una fisonomía distintiva.

A un nivel todavía más detallado, se vuelven aparentes las diferencias epidemiológicas entre individuos, reflejando nuevamente el interjuego de estos mismos factores biológicos y sociales. En otro nivel, este mismo conjunto de factores de influencia puede seguirse con respecto al funcionamiento normal de los sistemas de órganos y sus disturbios (Krieger, 1994).

Por consiguiente, este esquema teórico propone enmarcar las preguntas independientemente del nivel en el cual se lleve a cabo una investigación dada. Este sería el camino para conceptualizar los procesos que producen diferentes perfiles epidemiológicos, tanto *dentro* como *entre* sociedades específicas, en un momento dado y a lo largo del tiempo, en una cierta localidad y entre localidades (Krieger, 1994).

Este camino especifica entonces un rango de preguntas generales que deben formularse para analizar cualquier situación sanitaria específica, como aquellas referidas a las características de la estructura social, las normas culturales, el medio ecológico y la variabilidad genética. Se requerirán conocimientos poblacionales para estudiar los individuos y conocimientos sobre la variabilidad individual para estudiar la población (Krieger, 1994).

Estas imágenes o esquemas conceptuales unificadores, aunque gráficamente diferentes, tienen muchos elementos en común. Si bien ninguna de ellas tiene aún amplia aceptación, constituyen intentos válidos para superar la fragmentación disciplinaria en el abordaje del conocimiento de sistemas complejos.

1.A.iii. Ambiente y salud en el contexto de la ciudad de Buenos Aires

El estudio del ambiente da cuenta de los elementos del medio físico-biológico y la comprensión de los cambios y la evolución de su comportamiento. La relación entre el medio natural y los procesos sociales que lo adoptan como sustrato puede no ser considerada para el estudio de algunos ambientes, pero resulta imprescindible considerarla en el caso de los sistemas urbanos. Así, "el estudio del soporte físico se integra al del comportamiento de los grupos sociales involucrados, intentando interpretar de qué manera unas determinaciones ejercen mayor peso sobre las otras definiendo patrones ambientales conflictivos" (C.F.I., 1995).

Teniendo en cuenta el concepto de calidad de vida, pueden considerarse **problemas ambientales relacionados con la salud** aquellos aspectos de la relación medio social - medio físico que "generan directa o indirectamente consecuencias negativas sobre la calidad de vida de la población presente y/o futura" (Hardoy, 1990, citado en di Pace y col., 1992).

Estos problemas ambientales urbanos no suelen explicarse por la superficie o cantidad de población de la ciudad en cuestión, sino por "las relaciones que cada asentamiento urbano establece con los recursos naturales". Estas relaciones dependerán de una "serie de variables ambientales, sociales, económicas y políticas" (di Pace y col., 1992).

Siguiendo a los mismos autores, algunos de los criterios que resultan útiles para establecer la magnitud e impacto de los problemas ambientales, y por lo tanto fijar prioridades ambientales serían:

- su amplitud geográfica
- el tamaño de la población afectada directamente
- la gravedad de los efectos sobre la población y las actividades económicas.

Teniendo en cuenta estos criterios, y dado que según el Censo Nacional de 1991 el 84% de la población argentina reside en ciudades, el grado de deterioro en estos ambientes ocupa un lugar destacado en la problemática ambiental del país. Sin embargo, "el deterioro ambiental no afecta del mismo modo a los distintos sectores", y en la Argentina, la ciudad tipo aparece fragmentada "entre un sector de la población con acceso al consumo y los servicios, y otro sector, sumido en la pobreza y a pocos pasos de la exclusión social" (di Pace y col., 1992). Esta característica se ha acentuado últimamente como consecuencia de la crisis económica, y los problemas ambientales afectan de diversas maneras a

la población según su nivel de ingreso y su sitio de residencia (di Pace y col., 1992).

Respecto del sector de infraestructura urbana, la Argentina ha experimentado recientemente un notable retroceso. A pesar de que Argentina era en 1975 uno de los países de mayor desarrollo en América Latina, "el grado de deterioro de su infraestructura social básica la ha llevado a un marcado retroceso entre los países en desarrollo" (C.F.I., 1995). Tomando los índices de inversión pública real promedio como indicador de desarrollo (la inversión privada en infraestructura sanitaria es todavía muy baja), se visualiza el retroceso mencionado (en millones de pesos): 278 para el período 1971-75, 271 para 1976-80, 82 para 1981-85 y 68 para 1986-90 (C.F.I., 1995).

Dentro del panorama de los ambientes urbanos, **el conglomerado formado por la Capital Federal y el Gran Buenos Aires** ocupa un lugar central, ya que alberga al 35% de la población del país. En general, se "carece de un diagnóstico global sobre la problemática ambiental urbana" de Buenos Aires. Salvo algunos relevamientos sobre aspectos aislados, no existe a nivel de los organismos públicos o centros oficiales un diagnóstico preciso de los problemas ambientales y de su impacto sobre la población (di Pace y col., 1992).

Quizás esto se relacione con el hecho de que "Buenos Aires es una entidad urbana de hecho, sin un referente institucional establecido", un caso particular respecto de otras metrópolis de tamaño semejante (Torres y col., 1997).

La denominada "aglomeración Gran Buenos Aires" se plantea en términos de base territorial, pero entra en conflicto con lo que sería una "entidad urbana" definida "en términos político-administrativos", generando una "realidad particularmente compleja y conflictiva". Al no existir un "actor institucional metropolitano", la ciudad es atendida de manera segmentada, ya sea en el sentido territorial o en el sectorial (Torres, 1996; Torres y col., 1997).

Esta complejidad se refleja en que la aglomeración Gran Buenos Aires se compone de jurisdicciones cuya superficie integra totalmente el conglomerado (Gral. Sarmiento, Morón, Avellaneda, San Isidro, etc.), o parcialmente (Florencio Varela, San Fernando, La Matanza, Almirante Brown, etc.), o bien Partidos no comprendidos en lo que tradicionalmente se denomina Gran Buenos Aires, pero con parte de su superficie incluida en el conglomerado (Escobar, Pilar, Marcos Paz, etc.) (Torres y col., 1997).

Esta complejidad sumada al deterioro de la infraestructura urbana ya mencionado se pone en evidencia en temas como la **infraestructura de agua corriente y alcantarillado**. En 1991 sólo un 42-50% (según la fuente) de la población poseía agua corriente, y poco más del 25% contaba con sistemas de recolección de aguas servidas, aunque generalmente estos servicios sólo trasladan los deshechos, volcando a los cursos de agua los efluentes sin tratar (di Pace, 1992; C.F.I., 1995). Según las mismas fuentes, el porcentaje de población abastecida presenta grandes variaciones según el partido. Para el agua potable, los porcentajes son de un 98% para Vicente López, 76-94% para Lanús, 56,8% para San Martín, 8-11% para Florencio Varela, y 5% en San Vicente. Estos ejemplos muestran la tendencia general a la disminución de la población servida con el aumento de la distancia a la Capital Federal. La cantidad de población no servida oscila los 4 millones de habitantes.

En cuanto a la población servida, una fracción de dicha población no posee reales garantías sobre la potabilidad del agua abastecida. Además de la calidad dudosa, parte de la población servida sufre mermas estacionales o esporádicas en la provisión de agua como consecuencia de la baja presión ocasionada por pérdidas en el sistema, particularmente en municipios que se abastecen de aguas subterráneas, (C.F.I., 1995).

La respuesta masiva de la población no abastecida ha sido "la perforación y el bombeador individual", pero según distintas evaluaciones esta respuesta aumenta los gastos totales, ya que la "construcción de una infraestructura centralizada" reduce los costos en un 50% frente a la perforación individual. También se reducen los costos de operación y mantenimiento, y se optimiza el control sanitario (C.F.I., 1995).

Por otra parte, en algunos partidos se desarrollan sistemas centralizados independientes de la empresa que monopoliza el servicio. Los prestadores para estos casos son los Municipios, como el de Quilmes por ejemplo (aunque una parte del agua de abastecimiento es comprada a Aguas Argentinas), o la empresa de Obras Sanitarias de Buenos Aires, OSBA, o prestadores menores como cooperativas. A partir de esta realidad, no son raros los conflictos ambientales entre prestadores y controladores que no actúan articuladamente o cuando una misma institución presta el servicio y a la vez lo controla (C.F.I., 1995).

Según Brunstein (1989) a partir de la década del '40, con las epidemias masivas ya erradicadas, el Estado comenzó a disminuir las inversiones

en el sector, "hasta abandonarlas finalmente en los '70". Simultáneamente, se producía la urbanización del área, y por lo tanto un retroceso sostenido en la proporción de población abastecida. Frente a esta situación, "la alternativa elegida fue abandonar la garantía sanitaria para toda la población (...) y mantener o mejorar la calidad para los usuarios ya integrados al sistema".

a) Características socio-espaciales generales

En función de la historia de poblamiento y la cercanía al núcleo central de la Capital Federal, en el Gran Buenos Aires se consideran 3 anillos o coronas que incluyen los siguientes partidos (di Pace, 1992; Torres, 1997):

- 1era. corona (de norte a sur): San Fernando, San Isidro, Vicente López, Gral. San Martín, Tres de Febrero, Morón, La Matanza (sector A), Lanús, Lomas de Zamora, Avellaneda y Quilmes. Según algunos autores, Avellaneda y Lanús formarían parte de un anillo más céntrico (C.F.I., 1995).
- 2da. corona (ídem): Tigre, Gral. Sarmiento, Moreno, Merlo, La Matanza (sector B), E. Echeverría, Almte. Brown, Fcio. Varela, Berazategui.
- 3era. corona (ídem): Escobar, Pilar, Gral. Rodríguez, Marcos Paz, Cañuelas, San Vicente.

La última corona está constituida por partidos semirurales con fuerte crecimiento urbano en los últimos 20 años (ver Figura 2.1).

La **estructura socio-espacial** de Buenos Aires se relaciona sin duda con su historia de crecimiento. En el Anexo (pg. I) se presenta una síntesis esta historia de crecimiento según lo planteado por Torres y col. (1997).

El desarrollo histórico más reciente se refleja en una disminución del crecimiento demográfico de Buenos Aires con respecto a otros centros urbanos del país. Entre los Censos Nacionales de 1980 y 1991, la población residente en la Capital aumentó sólo un 1,3% mientras que en el Gran Buenos Aires, el crecimiento fue del 17,5% y se concentró en la zona que va desde la porción externa de la segunda corona hasta la tercera. En general, la densidad disminuye de norte a sur, y la tendencia al crecimiento poblacional aumenta en sentido inverso (di Pace y col., 1992; C.F.I., 1995; Torres y col., 1997).

El mapa social del aglomerado en 1991 pone en evidencia algunas características básicas: "una preeminencia del norte sobre el sur, del centro sobre la periferia", y "una clara dominancia de los ejes principales sobre los espacios intersticiales, poco accesibles y mal servidos". Los ejes principales, servidos por

las líneas ferroviarias, rutas y autopistas, son los **factores estructurantes decisivos** del espacio urbano, aunque no son homogéneos entre sí: mientras los ejes de la zona norte corresponden a zonas con predominio de los niveles socioeconómico medio y alto, el corredor sudoeste (ruta 3) se asocia a zonas donde predomina el nivel socioeconómico bajo y un alto crecimiento poblacional. En la zona sur en cambio, las zonas de mayor pobreza y crecimiento demográfico se ubican en las áreas intersticiales (C.F.I., 1995; Torres y col., 1997).

b) Medio físico

Los sistemas naturales que enmarcan al área metropolitana Buenos Aires y que han desempeñado un "rol importante en el proceso de organización territorial" son: el Río de la Plata, la llanura Pampeana (unidad geomorfológica en la que se asienta el conglomerado) y el delta del Paraná (C.F.I., 1995).

Siguiendo a la misma fuente, puede considerarse que las **características de la llanura Pampeana** constituyeron los principales motivadores para los primeros asentamientos y su crecimiento y consolidación posteriores. Las escasas pendientes regionales estimularon las comunicaciones terrestres, la calidad y espesor de los horizontes humíferos (junto a las condiciones climáticas) estimularon el desarrollo de diversas actividades agropecuarias, y finalmente el delta del Paraná funcionó como provisión de recursos naturales (leña, durazneros y naranjos silvestres) que luego fueron transformados en recursos comerciales (frutales y salicáceas para pasta celulósica).

Geomorfológicamente, el área metropolitana incluye:

- "un sistema de grandes terrazas planas fácilmente urbanizables
- una zona costera baja (albardón) que tiende a inundarse periódicamente
- una línea de barranca que diferencia ambas situaciones" (C.F.I. 1995).

En cuanto a los **suelos**, pueden encontrarse en la sección norte el predominio de sedimentos pampeanos loésicos y limosos bien drenados que derivaron en el desarrollo de suelos tipo Brunizem. La sección sur es topográficamente más baja, y si bien en las zonas más elevadas los suelos son similares a los de la sección norte, en general se registra un proceso de planosolización, donde las condiciones de humedad producen alteración química y un desarrollo significativo de arcillas. Los terrenos más altos, son los que presentan conflictos de uso, ya que compiten por ellos la actividad hortícola-

florícola por un lado y el asentamiento de ciudades y otras actividades productivas extractivas, como la fabricación de ladrillos, por otro (C.F.I., 1995).

Los numerosos **sistemas hídricos de escurrimiento superficial** definen una extensa área inundable y han evolucionado a la par del aglomerado urbano, generalmente hacia procesos de degradación relacionados con el vertido de aguas residuales (efluentes cloacales, industriales, de desechos domésticos, etc.) (C.F.I., 1995). Las principales cuencas del área son las correspondientes a los ríos Luján, Reconquista, Matanza-Riachuelo, y a los numerosos arroyos entubados (Vega, Medrano, Maldonado, Cildáñez, Sarandí, Santo Domingo, Jiménez, Conchitas-Plátanos, Baldovinos, Pereyra, Carnaval, Martín, Rodríguez, Del Gato, Maldonado y El Pescado). Para varios de estos arroyos los "cauces han sido canalizados para evitar los inconvenientes que genera la pérdida de gradiente" (C.F.I., 1995).

Además del entubamiento y la canalización, también se han realizado obras de embalsado, rectificación, etc. sobre algunos sitios de estas cuencas, buscando atenuar los efectos de las reiteradas inundaciones debidas a los problemas de escurrimiento debido a las bajas pendientes y a su combinación con eventos climáticos como sudestadas, aportes pluviales superiores a los valores medios. Además, también influye el intenso caudal de escurrimiento urbano relacionado con la impermeabilización del suelo. Este problema se agrava a medida que los cursos de agua se internan en el aglomerado urbano, ya que se aumenta el nivel de contaminación (C.F.I. 1995).

La problemática de las **aguas subterráneas** y su explotación presenta un panorama complejo en "un territorio caracterizado por la expansión continua (...) de la trama construída, la emisión y disposición de residuos domésticos, industriales y patológicos, el relleno sanitario" y "la degradación de los sistemas de escurrimiento superficial" (C.F.I. 1995).

Los dos acuíferos susceptibles de explotación son el Pampeano (18-25 metros de profundidad) y el Puelche (35-60 metros de profundidad). La calidad del primero de ellos se considera afectada para extensas áreas del conurbano, debido a su intensa explotación domiciliaria a través de pozos o motobombardadores. El segundo, explotado para usos domésticos, fabriles y agrícolas, presenta sobreexplotación, sumada a la baja capacidad de recarga por

la impermeabilización del suelo. Presenta conos de depresión regionales que forman un arco que rodea a la Capital Federal desde San Isidro hasta el Gran La Plata, coincidiendo con el arco más densamente poblado. Se ubican en las localidades de Villa Ballester, Hurlingham, Ramos Mejía-Villa Mader, Quilmes-Florencio Varela, Bánfield-Lomas de Zamora, Berazategui y La Plata.

c) Cavas y basuras: historias que se cruzan

Las **actividades extractivas** de tosca y de arenas del litoral marítimo han sido definidos como los dos principales problemas de la provincia de Buenos Aires en cuanto a los recursos mineros (Dirección de Minería, 1996). En áreas urbanas, el suelo es extraído principalmente para la elaboración de ladrillos y el relleno de terrenos para obras de infraestructura, equipamiento, industria o vivienda.

En el primer caso, la actividad extractiva involucra los primeros dos horizontes, y el límite está dado por la presencia de "rodados de tosquilla" con elevado contenido en carbonato de calcio (C.F.I., 1995). En el segundo caso, los volúmenes de extracción son mayores y los requisitos de calidad menores. Las explotaciones a cielo abierto suelen denominarse cavas o tosqueras y su profundidad oscila entre 10 y 30 metros. "La presencia de lentes de tosca es empleada como material seleccionado para rellenar áreas deprimidas o como subrasante en la nivelación de caminos" (C.F.I., 1995). En cada explotación se aprovechan además el humus para uso en jardinería y fabricación de ladrillo artesanal, y la zona arcillosa del horizonte B para la fabricación de ladrillo hueco, y el material extraído se comercializa sin ningún tipo de procesamiento ulterior. En cuanto a las posibilidades de recuperación del suelo, el período para el proceso se estima menor al tiempo geológico pero mayor que 30 años (C.F.I., 1995).

Legalmente, sólo el dueño de la superficie puede realizar este tipo de actividad extractiva, siempre con previa habilitación municipal, mediante la cual el Municipio cobra los derechos. Sin embargo, a pesar de las reglamentaciones, sobran ejemplos en los cuales las tosqueras carecen de habilitación legal (uno de ellos es el de las que abastecieron la construcción de la autopista Buenos Aires-La Plata) (Dirección de Minería, 1996).

En la ciudad de La Plata, la C.I.C. (Consejo de Investigaciones Científicas de la Prov. de Buenos Aires) elaboró recientemente el primer informe sobre el tema a pedido del Defensor Ciudadano, pedido motivado por las

numerosas protestas vecinales. Se relevaron 28 canteras dentro de la zona urbana (Dirección de Minería, 1996). Según la misma fuente, ninguna de ellas se adecuaba a la Reglamentación vigente, que establece la necesidad de una distancia mínima de 200 metros a rutas o caminos vecinales, una pendiente de 45°, alambrados perimetrales y un límite que no involucre el nivel freático. En general, se utilizan bombas de achique para deprimir temporariamente la napa y aumentar así la profundidad de la excavación.

La ausencia de alambrados y señalizaciones ha producido muertes en gran parte de las cavas, que son utilizadas como sitio de recreación. Una de las estimaciones calcula un promedio de 15 muertes por año por esta causa, siempre en los meses de verano (Dirección de Minería, 1996).

Para reducir los costos de flete, las zonas de extracción se ubican siempre cerca de los centros urbanos. Entre las áreas de extracción de primera magnitud se encuentran las lomadas loésicas de los partidos de Esteban Echeverría, Almirante Brown, Florencio Varela y San Vicente por un lado, y Merlo y La Matanza por otro. Entre las de segunda magnitud se pueden mencionar el valle del río Reconquista y la zona entre los partidos de Esteban Echeverría y La Matanza. Además, se encuentran explotaciones de menor magnitud en toda la región. En general, las áreas de mayor extracción se ubican entre ejes de crecimiento (C.F.I., 1995). A partir de las fotografías aéreas de 1992 para el área, pudo establecerse que más de 20.000 hectáreas afectadas por actividades extractivas, representando "una variada gama de conflictos ambientales emergentes y potenciales".

Las dificultades para recuperar y sanear estos terrenos transforman este problema en uno de los "principales conflictos ambientales de la Región Metropolitana de Buenos Aires (C.F.I., 1995).

Uno de los conflictos ambientales emergentes de la actividad extractiva de suelos es que gran parte de las cavas del conurbano se han transformado con el tiempo en basurales. En esta transformación jugó un rol importante la problemática propia de los residuos sólidos en el área metropolitana, que se describe sintéticamente a continuación.

Los **residuos sólidos**, denominados comúnmente basuras, son un producto de la actividad humana. Cualquier material puede tomarse un residuo, cuando su propietario o productor no lo considera de valor suficiente como para

retenerlo y/o reutilizarlo (Oliveira, 1978). La urbanización e industrialización han multiplicado las fuentes de desechos, diversificando sus características y provocando la fragmentación del control, con graves riesgos para la salud, la seguridad y el ambiente (Flintoff, 1978).

En general, **la producción de residuos** está correlacionada en forma directa con el tamaño de la población, aunque el nivel socioeconómico también es determinante (C.F.I., 1995). En particular, las cifras por habitante presentan variaciones: los centros urbanos argentinos se caracterizan por una baja producción de basura domiciliaria, con un promedio de 0,6 a 0,7 kg/habitante/día (1,1 para Buenos Aires y la mitad para Córdoba), cuando se los compara con los 2 a 3 de Estados Unidos (di Pace y col., 1992). Otras cifras de producción de residuos calculadas en 1991 son 0,9 kg/habitante/día para el conurbano y 1,3 para la Capital Federal, Vicente López o San Isidro (C.F.I., 1995).

El principal problema no reside entonces en la cantidad producida sino en la ineficiencia de **la recolección y disposición final**, que históricamente recayó en los municipios y es uno de los "déficits más notorios de la actividad comunal" (di Pace y col., 1992).

En el caso de Buenos Aires, a partir de 1977, la recolección y disposición final de los residuos está a cargo de una Sociedad del Estado, el CEAMSE (Coordinación Ecológica Área Metropolitana Soc. del Estado), que monopoliza el control sobre los residuos producidos en la Capital y 22 partidos bonaerenses. Los municipios se encargan del servicio de recolección y delegan el problema de la disposición final, pagando una tarifa por el servicio de alrededor de 10 u\$s la tonelada. El CEAMSE está a cargo del control de rellenos sanitarios, que son operados por empresas seleccionadas por medio de una licitación que controla el organismo estatal. Los rellenos sanitarios implican la disposición de aproximadamente 4 millones de toneladas anuales de residuos e involucran el movimiento de 5 millones de dólares mensuales y se localizan en Villa Domínico, La Plata, González Catán y Bancalari Norte.

En cuanto a **la recolección domiciliaria**, según el Censo Nacional de 1991 un 13% de los hogares del conurbano (alrededor de un millón de habitantes) carecían de servicio eficiente de recolección (C.F.I., 1995). Además, en muchos casos la recolección se efectúa en forma discontinua o se realiza en una fracción del área (di Pace y col., 1992).

Por otro lado, la crisis económica (costos de flete de las empresas recolectoras), los enfrentamientos políticos y sectoriales y/o el deficiente ejercicio del poder de policía de los municipios, determinan que muchos municipios eludan las disposiciones vigentes y vuelquen los residuos en basurales ilegales, evitando el pago por la disposición final y obteniendo como beneficio la recuperación del material reciclable (di Pace, 1992; Página 12, 1994). Se calcula que existen más de 100 basurales clandestinos en el Gran Buenos Aires, de 7 hectáreas promedio de extensión. El CEAMSE mencionaba 136 en 1991, 100 en 1992, y cerca de 70 en 1993 (di Pace, 1992; C.F.I., 1995). Estos basurales clandestinos suelen llevar más de una década de permanencia, y muchos de ellos se han establecido sobre cavas, presentándose su relleno con residuos como una solución a los problemas que éstas generan.

Por otra parte, el reciclado de los residuos además de "aliviar el problema de la falta de infraestructura para la recolección y disposición final adecuada, permite disminuir la cantidad de basura y contribuye a la conservación de los recursos naturales no renovables" (O.P.S., 1994). Sin embargo, el reciclado resulta más costoso que los rellenos sanitarios que están en operación considerando el *corto plazo*, y su aplicación en distintos países generalmente ha sido posible cuando fue favorecida por subsidios estatales y legislaciones adecuadas, como en el caso de muchos países desarrollados. De todas maneras, el reciclado existe de hecho en forma de "cirujeo", con pésimas condiciones laborales y buenos márgenes para las empresas y acopiadores, que pagan por estos materiales entre 1 y 2 u\$s la tonelada (C.F.I., 1995). La industria papelera por ejemplo, recicla un 15% de su producción anual. El reciclado informal se estima en 12.500 toneladas mensuales (Página 12, 1991).

Con respecto a los **residuos industriales**, éstos resultan más heterogéneos, tanto por su estado (líquidos, semisólidos y sólidos) como por su composición química. Para la Argentina se ha calculado una producción anual de unas 0,27 toneladas por habitante para 1993 (O.P.S., 1994). Otros cálculos indican para el aglomerado Buenos Aires una producción de 600.000 toneladas anuales, cuyo destino final se desconoce a ciencia cierta (lo que implica vuelcos clandestinos). El Conurbano Sur sería la zona de mayor producción potencial

(C.F.I., 1995). En el caso de estos residuos está en estudio la instalación de una o más plantas de tratamiento, pero el proyecto aún no se ha concretado.

Para el control ambiental, se ha planteado la necesidad de una "planificación, implementación y operación de los sistemas que considere todo el ciclo de la basura desde la generación, almacenamiento y recolección hasta el tratamiento y disposición final" (O.P.S., 1994).

El problema de la contaminación de las aguas, está íntimamente ligado con el de la recolección y disposición de residuos domiciliarios e industriales, ya que son éstos los que habitualmente producen la contaminación del sistema hídrico, considerando tanto las aguas superficiales como las subterráneas (di Pace y col., 1992).

d) Problemática ambiental y salud

En cuanto a la **problemática ambiental**, los problemas de mayor impacto para las poblaciones urbanas en nuestro país serían (según di Pace y col., 1992):

- las inundaciones,
- la falta de sistemas de agua potable que abastezcan con volumen suficiente y calidad aceptable a toda la población,
- la inadecuada provisión de cloacas y sistemas de evacuación de excretas,
- los problemas relacionados a la recolección y disposición de residuos sólidos domiciliarios y efluentes industriales, y
- la contaminación de los cursos de agua y acuíferos subterráneos.

Estos problemas no necesariamente se presentan simultáneamente, siendo su intensidad muy variable, y llevando a un "rápido deterioro de las zonas periurbanas que crecen sin controles ni guías", y (di Pace y col., 1992).

Todos los **problemas ambientales** mencionados forman parte de la problemática del **saneamiento**, que según la O.M.S. se define como *el conjunto de todos los factores del medio físico del hombre que ejercen o pueden ejercer un efecto perjudicial sobre su bienestar físico, mental o social* (Oliveira, 1978).

Las condiciones de saneamiento afectan la calidad de vida, "cuyo parámetro síntesis es el estado de salud" (di Pace y col., 1992).

La relación entre saneamiento y salud ha sido abordada desde diversos puntos de vista. Algunos estudios analizan la relación entre disponibilidad de agua potable y ocurrencia de una o más enfermedades infecciosas.

En términos generales, se considera que cerca del 80% de las enfermedades en el mundo subdesarrollado "están relacionadas con un abastecimiento de agua (cantidad y calidad) y saneamiento inadecuados" y que "el número de grifos por cada 1000 personas será un indicador más exacto de las condiciones de salud que número de camas de hospital" (O.P.S., 1981).

Más recientemente, el mismo organismo internacional afirma que "las enfermedades diarreicas y gastroenteritis ocasionadas por el agua potable contaminada como resultado de prácticas antihigiénicas de evacuación de aguas residuales y excretas están entre las tres causas principales de defunción en América Latina y el Caribe" (O.P.S., 1994). En la Argentina, se estima que una de cada cuatro camas hospitalarias está ocupada por enfermos por contagio hídrico (di Pace y col., 1992).

En estudios más detallados se ha demostrado por ejemplo, que la variable «porcentaje de viviendas con servicio de agua potable» en Perú, combinada con otras dos variables en una regresión lineal explican "el 80% de la varianza en la esperanza de vida entre Departamentos" (Heysen y Musgrave, 1986, citado en Málaga, 1993). También puede citarse el trabajo de Ackerman y col. (1996), en el que los autores comparan la mortalidad por causa y edad en 4 zonas homogéneas de São Paulo definidas a partir de variables ambientales y socioeconómicas. Uno de los resultados es el cálculo de la sobremortalidad relativa en cada zona, es decir, la mortalidad diferencial respecto a la zona de mejores condiciones socio-ambientales, que alcanza a 1734 muertes anuales para el segmento etario 0-4 años en la zona de peores condiciones.

Otro tipo de estudios aportan como información el grado de disminución de una o varias enfermedades luego de la solución parcial o total de algún problema ambiental dado. Huttly et al. (1990) por ejemplo, analizan el impacto de un programa de abastecimiento de agua potable sobre la incidencia de diarreas y dracunculiasis. En Chile, donde el 98% de la población tiene educación sanitaria y dispone de agua confiablemente desinfectada de manera continua, la incidencia de fiebre tifoidea se redujo en un 80% y el número de casos de hepatitis A en un 60% (O.P.S., 1994). También pueden analizarse ejemplos históricos, como la erradicación del cólera en Europa, o la brusca reducción de tifus, cólera y fiebre amarilla en Buenos Aires a partir de la puesta en marcha de un sistema central abastecimiento de agua y alcantarillado a fines del siglo pasado (Brunstein, 1989).

Con respecto a la **relación entre residuos sólidos y salud** en particular, puede decirse que su composición, tasa de producción, características químicas, y el método de disposición final empleado ocupan un papel importante en la estructura epidemiológica de una comunidad (Oliveira, 1978). El método de disposición final de residuos tiene influencia en la calidad ambiental en general, ya que puede producir grados variables de contaminación química o biológica de las aguas superficiales y subterráneas, del aire y de los suelos. Por estas razones, en muchos casos es difícil aislar los efectos de cada factor ambiental sobre el estado de salud de una comunidad (Oliveira, 1978).

Los residuos sólidos pueden tener influencia sobre dos grandes grupos de problemas sanitarios: las enfermedades transmisibles o las patologías derivadas de la exposición a tóxicos (Hanks, 1967).

En cuanto a las **relaciones entre enfermedades transmisibles y residuos sólidos**, las vías de infección pueden clasificarse en dos grupos: directas (manipulación de los residuos, accidentes, inhalación) e indirectas.

Las vías de infección directas pueden evaluarse para los trabajadores relacionados con la recolección de residuos, que según cita Oliveira (1978) presentan elevados coeficientes de frecuencia y gravedad de accidentes e incidencias elevadas de enfermedades infecciosas en relación a otras ocupaciones.

Las vías indirectas incluyen el aumento de la densidad de vectores mecánicos y/o reservorios (insectos, roedores), ya que los sitios de acumulación de basuras representan condiciones de alimento en exceso. También se incluye entre las vías indirectas la transmisión de zoonosis por animales domésticos alimentados voluntaria (cerdos) o involuntariamente (perros) con residuos y el consumo de aguas contaminadas bacteriológicamente a partir de basura (Oliveira, 1978).

"El manejo inadecuado de la basura puede generar la reproducción de muchos vectores (...) y un aumento de la incidencia de afecciones como la teniasis/cisticercosis; en ocasiones pone en riesgo la economía pecuaria por la transmisión de enfermedades de los animales que son devastadoras, como ocurrió con la introducción de la peste porcina africana en la República Dominicana en 1978 y en Brasil en 1979" (O.P.S., 1994).

Otras infecciones cuya transmisión puede ser influenciada por la presencia de basurales a cielo abierto son: triquinosis, ancylostomiasis, toxoplasmosis, salmonellosis, leptospirosis, poliomielitis, tifus, amebiasis, diarreas por distintos agentes y hepatitis (Hanks, 1967). Un estudio sobre enteroparasitosis realizado en el estado de São Paulo (Brasil) citado en Oliveira (1978) concluye que el parasitismo es mayor en las personas que habitan en viviendas donde la basura es usada como abono o depositada en terrenos próximos. También se afirma en el mismo trabajo que para los *Ancylostomatidae*, la prevalencia es mayor entre los habitantes de viviendas que no poseen servicio público de recolección de residuos.

A pesar de que la relación cuantitativa entre varias de las infecciones mencionadas y la exposición a residuos sólidos no está claramente establecida en la literatura, no hay duda en cuanto a que la exposición a residuos participa en la ecuación etiológica de algunas de las enfermedades mencionadas.

En cuanto a las **relaciones entre patologías derivadas de la exposición a tóxicos y residuos sólidos**, se observa con preocupación "la presencia en los residuos sólidos urbanos de sustancias químicas tóxicas, cancerígenas, mutagénicas y teratogénicas" (O.P.S., 1994).

Los tóxicos pueden agruparse a grandes rasgos en metales pesados, solventes u otros compuestos orgánicos y pesticidas. La exposición puede producirse a partir del contacto con los residuos mismos o con los lixiviados o percolados, que son cócteles de composición compleja (líquidos o gaseosos) que se generan a partir de la descomposición/disolución de los residuos. Los tóxicos se distribuirán entonces en las aguas, suelos, aire y alimentos; de ahí que las vías de contacto y la exposición pueden ser múltiples (O.P.S., 1994).

Los efectos sobre la salud se relacionarán con la sustancia química, las vías de exposición y las dosis. Las vías pueden ser la inhalación, el contacto directo a través de la piel o la ingestión a través de aguas y alimentos contaminados.

Los **metales pesados** "han sido históricamente los químicos de mayor interés para la salud pública, existiendo desde la antigüedad registros de intoxicaciones (...) en trabajadores de la minería" (O.P.S., 1994). Según la misma fuente, el plomo y el mercurio figuran entre los metales que más han llamado la atención a las autoridades sanitarias en los últimos años.

En las intoxicaciones por estos metales (así como con muchos otros tóxicos) la dosis es acumulativa y los límites a partir de los cuales se producen los

síntomas dependen de la predisposición individual. La intoxicación crónica puede manifestarse gradualmente y los síntomas pueden ser confusos, dificultando el diagnóstico (Fasoli, 1997). Ambos metales son además considerados carcinógenos, por lo que distintos organismos han fijado concentraciones máximas permisibles en aguas de consumo: 0,05 y 0,001 mg/l para el plomo y el mercurio respectivamente (O.P.S., 1985; Vega, 1988).

Para el **plomo**, las principales vías de exposición serían la inhalación por combustión de naftas y las emisiones fabriles y la ingestión por la depositación del plomo atmosférico en los suelos o aguas sumada al contacto de los niños con suelos contaminados, u objetos con pigmentos que contienen plomo o cerámicas vidriadas con este metal (O.P.S., 1994).

Para el **mercurio** una fuente importante de exposición se relaciona con las explotaciones de oro, aunque también puede producirse contaminación a partir de la producción electrolítica de soda cáustica, cloro o compuestos relacionados y ácido acético, la industria fotográfica, de desinfectantes o de equipos eléctricos, entre otras. En la actualidad, se trata de sustituirlo por otros compuestos.

Fuera de los ámbitos laborales, los efectos de la exposición a tóxicos suelen resultar difíciles de cuantificar porque por un lado, a menudo se desconocen los efectos de interacciones entre los tóxicos y otras patologías (infecciones, desnutrición) y por otro, las poblaciones suelen estar expuestas a mezclas de tóxicos cuyos efectos son difícilmente calculables (Galvão, 1993).

Finalmente, con respecto a las escalas de análisis del impacto de los diversos problemas ambientales en el ambiente urbano, desde un punto de vista práctico, di Pace y col. (1992) mencionan como escalas posibles para el análisis la vivienda, el barrio o asentamiento, o la ciudad.

1.A.iv. Intervención epidemiológica

A finales de la década de los '70, en consonancia con el gran desarrollo alcanzado por el conocimiento biomédico y la experiencia sanitaria, los organismos internacionales dan cabida a nuevas direcciones para la investigación en salud.

En la Asamblea Mundial sobre Salud de 1977, los representantes de los países miembros coincidieron en el objetivo de alcanzar salud para todos los ciudadanos en el año 2000, que les permita llevar una vida social y económicamente productiva (W.H.O., 1977). Al año siguiente, la Declaración de Alma Ata es otro ejemplo de los nuevos enfoques en cuanto a la salud pública (W.H.O., 1978): en ella se considera la salud como "un derecho humano fundamental", se afirma que la realización de las metas de salud "requiere la acción de muchos otros sectores sociales y económicos sumados al sector de la salud", y que "los pueblos tienen el derecho y el deber de participar individual y colectivamente en el planeamiento y la implementación del cuidado de su salud".

Dicha declaración establece además la prioridad de organizar un sistema de Atención Primaria de la Salud que "se dirija a los principales problemas de salud de la comunidad, proveyendo los servicios acordes de promoción, prevención, curación y rehabilitación", y que "refleje y evolucione a partir de las condiciones económicas, socioculturales y políticas del país y sus comunidades y se base en la aplicación de los resultados relevantes de la investigación social, biomédica y de servicios de salud y en la experiencia de salud pública" (W.H.O., 1977).

En 1980, los gobiernos miembros de la Organización Panamericana de la Salud fijan metas precisas en términos de mortalidad, cobertura total de inmunización, agua potable, etc. para todos los grupos poblacionales. También se aprueba que la Atención Primaria sea concebida "como una estrategia (...) de eficiencia, efectividad y equidad" y a la vez como el "conjunto de acciones intersectoriales orientadas a la transformación de las condiciones de vida, especialmente de los grupos poblacionales marginales" (Castellanos, 1990).

Este "conjunto de definiciones y compromisos, universalmente aceptados como normativa, ha planteado (...) limitaciones en cuanto a las bases metodológicas y teóricas tradicionalmente utilizadas y ha mostrado la necesidad de nuevos desarrollos" teóricos (Castellanos, 1990).

En este escenario teórico y con la incorporación definitiva de ciencias como la psicología o la sociología a la investigación sanitaria, surgen **nuevos abordajes y objetos de investigación**. Adquiere mayor relevancia el análisis del "comportamiento de los hombres y las relaciones reales o imaginarias que ellos establecen entre sí, con la naturaleza y con la tecnología", y su relación con la presencia, desarrollo y distribución de las enfermedades (Briceño-León, 1990; Almeida Filho, 1992).

También se perfeccionan **distintas metodologías** que redefinen por ejemplo, las concepciones tradicionales acerca de la relación ascéptica y/o no interactuante entre sujeto y objeto en el proceso de investigación. Se desarrollan diversas **técnicas participativas**, tanto en las prácticas sanitarias de educación, prevención y control de enfermedades como en la investigación sobre salud.

Estas técnicas plantean distintas aproximaciones al **problema de las relaciones objeto/sujeto e investigación/acción**, y por lo tanto distintas modalidades en cuanto al vínculo entre los equipos profesionales y las comunidades, ya sea en el contexto de la investigación o el referido a la participación comunitaria en los programas o acciones de salud (Di Liscia y Novacovsky, 1988; Bronfman y Gleizer, 1994; Breilh, 1997).

Según la revisión de Bronfman y Gleizer (1994), la participación comunitaria es valorada o rechazada según como los distintos autores evalúan sus consecuencias políticas, sociales o estrictamente sanitarias. La inclusión de la comunidad aparece valorada básicamente desde dos puntos de vista:

- a) el que concibe la participación como "una actividad necesaria por sus efectos democratizadores de la sociedad" o un "aprendizaje para la resolución de otros problemas que aquejan a la comunidad" (algunos autores como Videla (1993) entre otros, consideran estos aspectos como parte de la problemática de la salud mental comunitaria y la prevención); y
- b) el que privilegia la participación como un medio técnico para el éxito de los programas de salud y el mejoramiento de la salud de la población. Desde este enfoque la participación de la comunidad puede sugerirse cuando "las acciones exclusivamente biológicas no resuelven un problema" (por ejemplo el control de vectores), o "cuando los recursos económicos no son suficientes para implementar otro tipo de medidas" más costosas.

Los mismos autores concluyen que "la relación entre participación comunitaria, sus consecuencias sociales y políticas y sus efectos sobre la salud dependen de las formas que la participación adquiera en la práctica", que ninguno de los estos efectos puede dejarse de lado al evaluar los proyectos, y que finalmente, la decisión de incluir o no dentro de un programa de salud la participación de la comunidad no debe quedar reservada a los profesionales, sino que es fundamental la opinión de la misma comunidad.

El vínculo entre la comunidad y los investigadores o profesionales de la salud forma siempre parte de las investigaciones o acciones aunque éstas no tengan como objeto central a la comunidad misma. En algunos casos tales prácticas dependen de las comunidades para ser llevadas a cabo, y en general, siempre producen un impacto sobre ellas.

Se produce inevitablemente un encuentro entre el discurso del saber biomédico y discursos "construidos en otras sintaxis culturales", particularmente en el caso de comunidades rurales, indígenas o aquellas comunidades suburbanas originadas por la migración, cuya población tiene el mismo origen (Rozemberg, 1994). Dado que los conceptos o conocimientos sólo serán retenidos por la comunidad cuando posean algún significado práctico o emocional, o bien cuando se integren a la comprensión de la propia experiencia concreta, el discurso académico nunca será entendido tal cual es pronunciado (Rozemberg, 1994).

Sea cual fuere el grado de participación de la comunidad, ya sea que se utilicen técnicas participativas, o una práctica sanitaria netamente verticalista, o se intente minimizar las interacciones con la comunidad, ésta recibirá un bagaje de conceptos e informaciones en forma discontinua o disociada, ya sea por parte de los profesionales o por medio sus observaciones directas. Estas informaciones serán activamente re-ordenadas por procesos que involucran la creatividad e imaginación colectiva, la selección, la elaboración, y el testeo de consistencia con los conocimientos preexistentes de la comunidad, configurándose una verdadera "dinámica de apropiación" del saber biomédico (Di Liscia y Novacovsky, 1988; Rozemberg, 1994). Por eso, puede considerarse que la realización de toda acción o investigación en salud implicará "algún efecto sobre la estructura social de la comunidad" o alguno de sus aspectos, un cierto grado de acción, o lo que bien podría denominarse una **intervención** sobre la comunidad implicada (Rozemberg, 1994; Bronfman y Gleizer, 1994).

El término **intervención** ha sido utilizado en distintos contextos y con diferentes significados. Siguiendo a Ardoino (1979), intervención viene de la palabra latina *interventio*, que significa *venir entre, interponerse*. En el lenguaje corriente, suele utilizarse como sinónimo de mediación, intercesión, apoyo o cooperación, aunque en otros contextos también es sinónimo de intromisión, injerencia enérgica para mantener un cierto orden establecido (intervención militar). El mismo término denota también intromisión o injerencia para producir efectos benignos sobre una cierta situación, como en el caso de intervención quirúrgica o judicial. También se ha acuñado el término intervención en el caso de distintas prácticas profesionales que la aplican a la investigación de comunidades u organizaciones. Un ejemplo típico en este sentido sería el de las intervenciones educativas (Ardoino, 1979). En todas las acepciones y usos involucra "el acto de un tercero que sobreviene en relación con un estado preexistente" (Ardoino, 1979).

Idealmente, la intervención conjugaría la investigación y la práctica o acción, e implica en todos los casos la participación de la comunidad y la interacción entre ésta y los profesionales involucrados. Los dispositivos analizadores serán la entrevista, el cuestionario, el análisis de contenido y la restitución de información (feedback). "La temporalidad es un componente fundamental de la intervención", a pesar de que muchas veces se planteen o esperen "efectos durables" de intervenciones marcadamente puntuales, como ocurre a menudo en las intervenciones sanitarias (Ardoino, 1979).

En el caso de la utilización de cualquiera de las técnicas participativas, durante el **encuentro entre los investigadores (o profesionales de la salud) y las comunidades** se pondrán en juego las necesidades, las búsquedas y las urgencias de cada una de las partes, generando una "contradicción muy productiva" en el sentido de que puede resultar sumamente enriquecedora cuando se logra una integración de saberes sin que uno de los actores se subordine al otro (Ulriksen de Viñar, 1991; Breilh, 1997). En estos casos se verá facilitada la "ruptura del vínculo de poder-saber entre los especialistas-técnicos y la población" y se avanzará en el complejo trabajo de articulación creativa de saberes, modalidades y necesidades, lo que en el campo particular de la salud potenciará la investigación o acción (Ulriksen de Viñar, 1991; Videla, 1993; Rubel y Mendoza, 1997).

Si los actores y saberes se contraponen jerárquicamente, puede suceder que la necesidad científica imponga su "sello y direccionalidad a la

participación", o bien la necesidad de concreción se imponga a la de contextualización (Breilh, 1997).

Las intervenciones en el área de la salud pueden apuntar a las **diferentes dimensiones, planos o escalas** de los fenómenos de salud/enfermedad. Varios autores mencionan tres dimensiones para estos fenómenos: **general, particular y singular** (Castellanos, 1990; Breilh, 1997).

Las distintas dimensiones "están ligadas con diferentes espacios de determinación y condicionamiento", y al mismo tiempo la forma en que un problema es definido delimitará su "espacio explicativo" (Castellanos, 1990).

En la dimensión **singular** los problemas aparecen como "variaciones entre individuos o atributos individuales", las variaciones en la "frecuencia o severidad de una patología particular (...) entre personas con atributos específicos de tiempo y espacio o características sociales o biológicas individuales". Se deducen en esta dimensión las leyes de variación de los agentes, los hospedadores y los riesgos. Las intervenciones se plantearán al nivel de programas de servicios dirigidos a patologías específicas o a controlar los daños o riesgos específicos para un problema de salud.

En la dimensión **particular** los problemas aparecen como variaciones en los perfiles de salud entre diferentes grupos poblacionales. Intervienen variables que diferencian estos grupos entre sí: biológicas, antropológicas, psicológicas, económicas. Las intervenciones se plantearán modificaciones de distintos aspectos vitales y ambientales: gestación, desarrollo, condiciones ambientales, condiciones del ambiente laboral, participación, educación, etc., que varían entre distintos grupos poblacionales.

En la dimensión **general** los problemas aparecen relacionados a las políticas sanitarias y su relación con los procesos económicos, políticos y demográficos. Las intervenciones se plantearán en cuanto a la definición del modelo de atención a la salud, la decisión entre prioridades en relación a los programas de salud y a los grupos poblacionales.

En síntesis, **una investigación o intervención puede desarrollarse en distintas escalas** (vivienda, barrio, ciudad) e involucrará centralmente alguna dimensión de análisis. A su vez, **a cada combinación de escala y dimensión se asociarán "agencias y agentes"** de cuyo accionar dependerán las transformaciones posibles en cada caso (Castellanos, 1990; di Pace, 1992).

1.B. OBJETIVOS

- Investigar el impacto generado por un basural de gran magnitud del Gran Buenos Aires, ubicado en el Partido de Florencio Varela.

Se analizaron los efectos del basural sobre:

- * la contaminación de los acuíferos de consumo en el área por metales pesados
- * la transmisión de una enfermedad zoonótica: la leptospirosis.

- Producir la información de base necesaria para el diseño y la implementación de acciones de saneamiento, remediación o salud pública correctivas de tales efectos.

- Construir canales de comunicación/interacción con la comunidad, buscando estrategias de transferencia de la información producida académicamente a los actores sociales vinculados a la Cava San Nicolás:

- * para que su utilidad sea percibida,
- * para que pueda ser consultada para la toma de decisiones,
- * para potenciar la capacidad de transformación de los actores sociales involucrados.

CAPITULO 2. Características del área y de la investigación/intervención

2.A. ÁREA DE ESTUDIO

2.A.i. La Cava San Nicolás: generalidades y localización

La Cava San Nicolás era uno de los basurales de mayor magnitud del Gran Buenos Aires en función del volumen de basura volcada y la profundidad máxima, que es de alrededor de 25 metros. El basural tenía alrededor de 4 hectáreas de extensión al comenzar el estudio.

Se encontraba en el partido de Florencio Varela, que dista unos 30 kilómetros de la Capital Federal, y que está situado en el límite sudeste del Área Metropolitana (2da. corona del aglomerado Buenos Aires) en las inmediaciones del límite de este partido con el partido de Quilmes, área Solano (ver Figura 2.1).

El límite entre ambos partidos está constituido por el arroyo Las Piedras, que limita el predio de la cava al noreste, presenta escasa profundidad y no tiene relación hidrológica con los acuíferos subyacentes (Girardi, 1992).

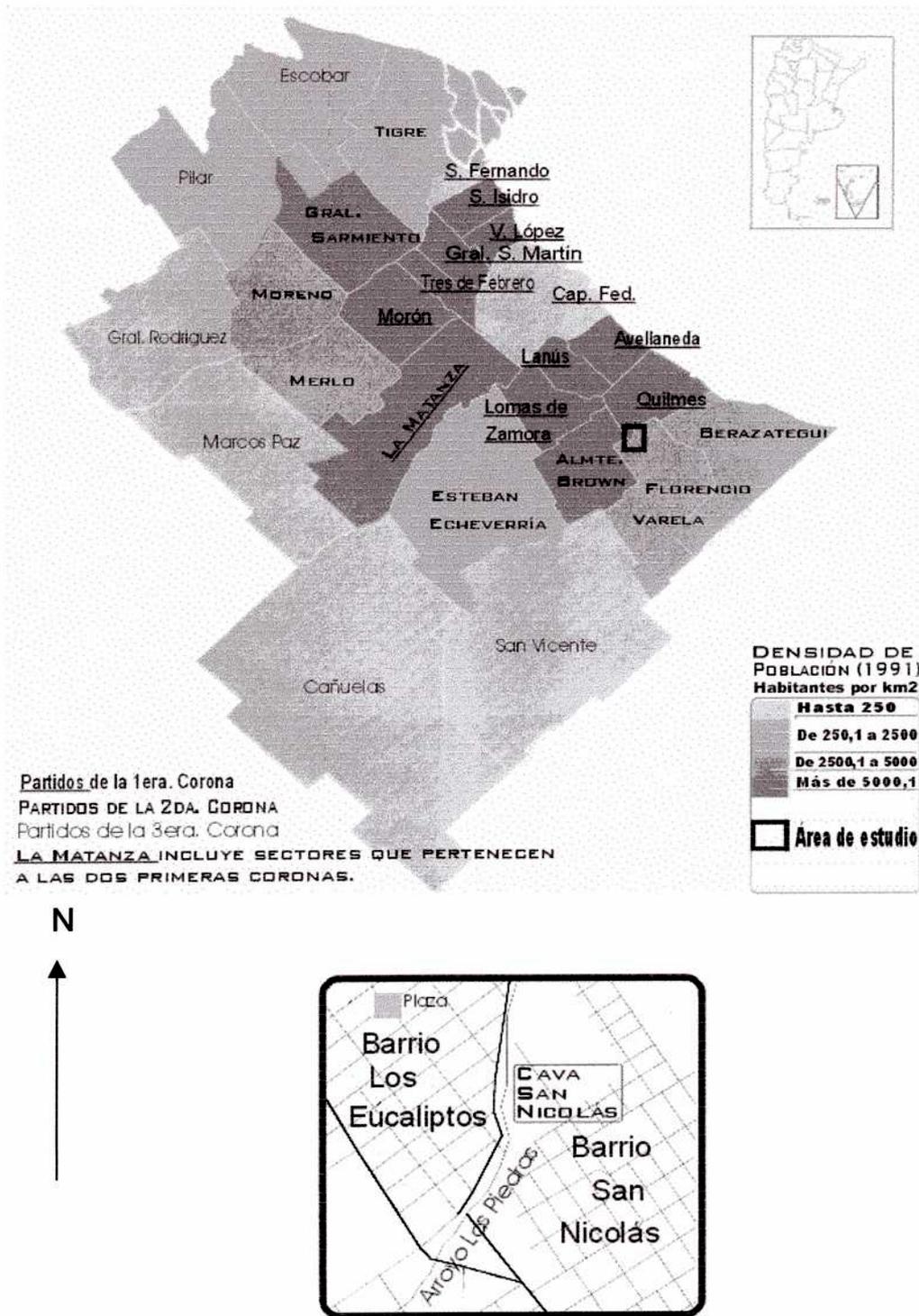
Este arroyo forma parte de la Cuenca del arroyo Santo Domingo, cuya superficie aproximada es de 155 km². El Santo Domingo nace de la confluencia del arroyo Las Piedras con el arroyo San Francisco, y se encuentra entubado parcialmente debido a que transita por áreas altamente urbanizadas y con dificultad de escurrimiento. Desde la Estación Villa Dominico hasta su desembocadura en el río de la Plata fluye a cielo abierto, regulado por un canal revestido y presenta altos niveles de contaminación. En el área de confluencia de los arroyos San Francisco-Las Piedras se han determinado índices elevados de hierro, plomo y fosfatos (C.F.I., 1995).

La pendiente regional (norte-sur) presenta un predominio de valores menores al 0,8%, con valores máximos cercanos al 2% (Girardi, 1992).

En el año 1992, cesaron los vuelcos de basura y el Municipio emprendió trabajos de saneamiento, que se detallarán más abajo.

El basural había recibido vuelcos de diverso origen sin ningún tipo de control oficial. Los residuos se habían dispuesto en contacto directo con el acuífero semiconfinado Pampeano, que abastece de agua de bebida a la población residente en los alrededores por medio de pozos domiciliarios.

FIGURA 2.1. Localización del basural en el conurbano bonaerense y croquis del área de estudio.



Las viviendas más cercanas al predio se encuentran a menos de 50 metros (Fig.2.2.). Numerosos animales domésticos (perros, vacas, cabras, caballos y cerdos), se alimentaban en el basural en forma permanente o alternada con otras fuentes de alimentación.

La densidad de roedores en el área debía ser muy elevada, a juzgar por la observación directa de los animales y por la presencia de numerosas cuevas en las inmediaciones del basural.

La comunidad adyacente a la cava es el **barrio San Nicolás**, perteneciente al partido de Florencio Varela. En el otro margen del arroyo Las Piedras y a una distancia muy semejante de la Cava San Nicolás se encuentra el **barrio Los Eucaliptos**, perteneciente al partido de Quilmes, Solano (ver Figura 2.1).

Los dos barrios que rodean la cava tienen características ambientales, sociales y demográficas semejantes, aunque Los Eucaliptos presenta un grado de urbanización algo mayor: cuenta con una plaza, y una empresa petrolera (PetroSol S.A.) que ocupa entre 4 y 6 manzanas de superficie (ver Figura 2.1). En cuanto a la superficie, el barrio San Nicolás abarca una superficie aproximada de 100 hectáreas (100 manzanas) y Los Eucaliptos incluye alrededor de 64 manzanas.

2.A.ii. Características demográficas y sociales

Florencio Varela es un partido autónomo desde el año 1891, y su territorio abarca 206 kilómetros cuadrados, con la mayor parte de la superficie con características rurales. La superficie que abarca hoy en día pertenecía originalmente a los partidos de Quilmes y Almirante Brown. La población original se nucleó en las márgenes del arroyo Las Piedras, pero comenzó a poblarse masivamente en 1871 con el éxodo de Buenos Aires causado por la epidemia de fiebre amarilla, y la primer línea ferroviaria comenzó a funcionar en 1894.

El partido muestra una tendencia sostenida de crecimiento demográfico: los datos de los Censos Nacionales muestran que en 1914 el partido tenía 5174 habitantes, en 1947 10.480, y la población aumentó en los siguientes decenios a 41.707, 98.446, 173.452 y 255.462 respectivamente (la última cifra corresponde al Censo Nacional de 1991) (di Pace y col., 1992).

FIGURA 2.2. Ubicación de las viviendas respecto del basural. Alimentación de animales domésticos en el basural, Florencio Varela, 1991.



El barrio San Nicolás contaba con una población de 9.500 habitantes según el Censo Nacional de 1991. Las condiciones de saneamiento eran precarias: no existía servicio de agua potable, ni sistema cloacal. La mayor parte de las calles eran de tierra, muchas de ellas limitadas lateralmente por zanjas con aguas estancadas (Fig.2.3). El sistema de recolección de residuos no tenía frecuencia diaria, y además se interrumpía con la lluvia, ya que las calles se volvían intransitables. Por otra parte, durante la mayor parte del tiempo que duró esta investigación, llegaban alrededor de 15 camiones diarios con residuos de distintas áreas del Municipio que volcaban en la Cava San Nicolás su contenido.

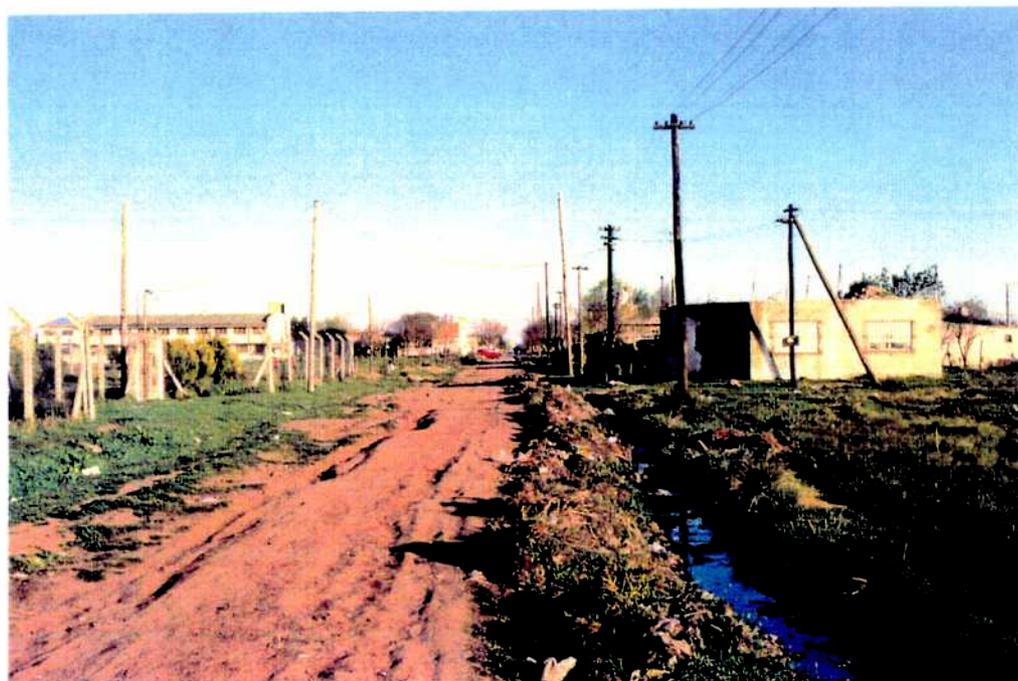
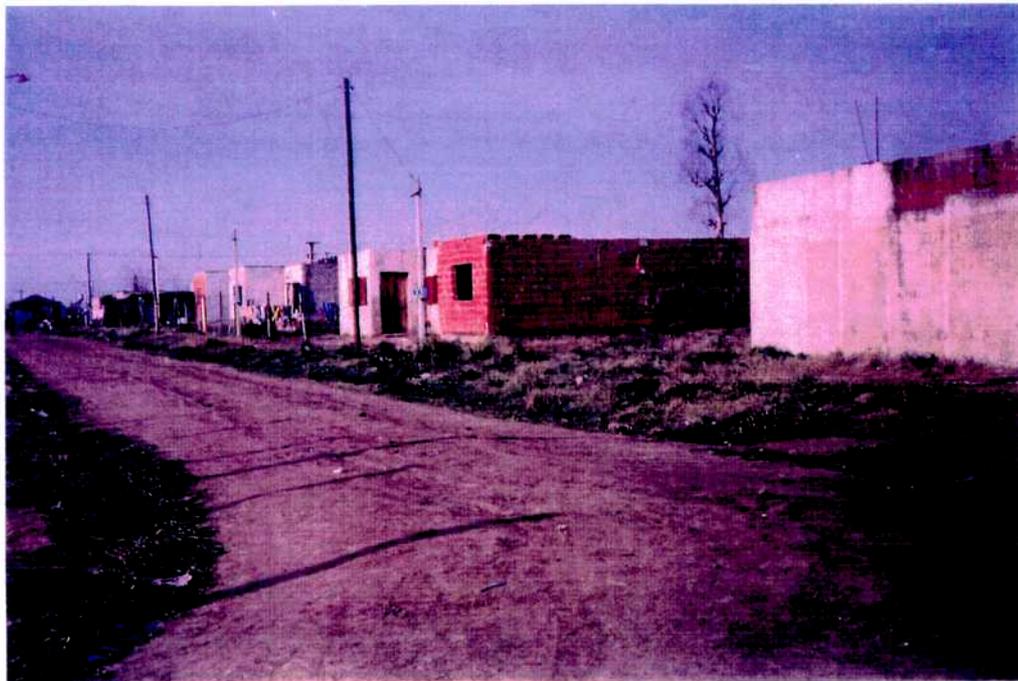
Durante el año 1992, se tomó una muestra aleatoria de 152 viviendas, a partir de la cual se realizaron algunas estimaciones: el tiempo de residencia en la vivienda osciló entre 1 y 33 años (media: 13 años, DE = 8,2). El número medio de habitantes por vivienda fue de 5,7 (DE=2,5), y el número medio de menores de 15 años por vivienda de 2,5 (DE=2). Las ocupaciones más frecuentes de los hombres cabeza de familia fueron operario (28%), empleado o con oficio (36%), trabajador de la construcción (15%), y desocupado o changarín (10%).

En 1991, 66 personas trabajaban regularmente como cirujas en la Cava San Nicolás, y esta ocupación era el origen de su principal fuente de ingresos para ellos y sus familias, sumando 156 personas las que subsistían a partir de su trabajo (Allasia y col., 1991).

La gran mayoría de los habitantes del área eran propietarios de sus lotes, a los que habían accedido en forma privada, o por medio de algún plan provincial o cooperativa de vivienda. Se calculó una media de 18 viviendas por manzana (sobre 15 manzanas). Las características de las viviendas eran variables, y por lo general la calidad y grado de terminación de la vivienda disminuía al alejarse del asfalto y acercarse al basural.

En cuanto a los animales domésticos, en un 72% de las viviendas se criaba por lo menos un perro (más información sobre las características de la población canina en la sección Resultados del Capítulo 4). Un 64% de las viviendas criaban otros animales domésticos además de perros: 80% gatos, 37% aves de corral, 9% conejos, y 8% cerdos (los porcentajes se refieren a presencia o ausencia, independientemente de las combinaciones).

FIGURA 2.3. Aspecto de dos calles características del barrio San Nicolás, Florencio Varela, 1991.



2.A.iii. El basural: estructura

Al comenzar el estudio se tipificaron 3 zonas en el basural, que fueron denominados Sitios 1, 2 y 3 en el sentido de flujo del acuífero Pampeano (De Rosa et al., 1996 y Fig. 2.4).

El Sitio 1 presentaba vuelcos recientes de basura domiciliaria variablemente dispuestos, que sólo estaban en contacto con el agua de precipitación.

El Sitio 2 estaba localizado en la zona central del basural y era el más bajo topográficamente, por lo que recibía aguas de precipitación y escurrimiento. Además, estaba en contacto directo con el acuífero Pampeano, ya que coincidía con las profundidades máximas de la excavación. Presentaba residuos de edad intermedia, y su superficie carecía de suelo consolidado, resultando una especie de "isla flotante", que cedía al ser pisado. Los residuos estaban saturados en agua durante todo el año.

El Sitio 3 presentaba los vuelcos más antiguos. Estaba cubierto con tierra desde antes del comienzo del estudio. Las obras de saneamiento no afectaron la superficie de este sitio.

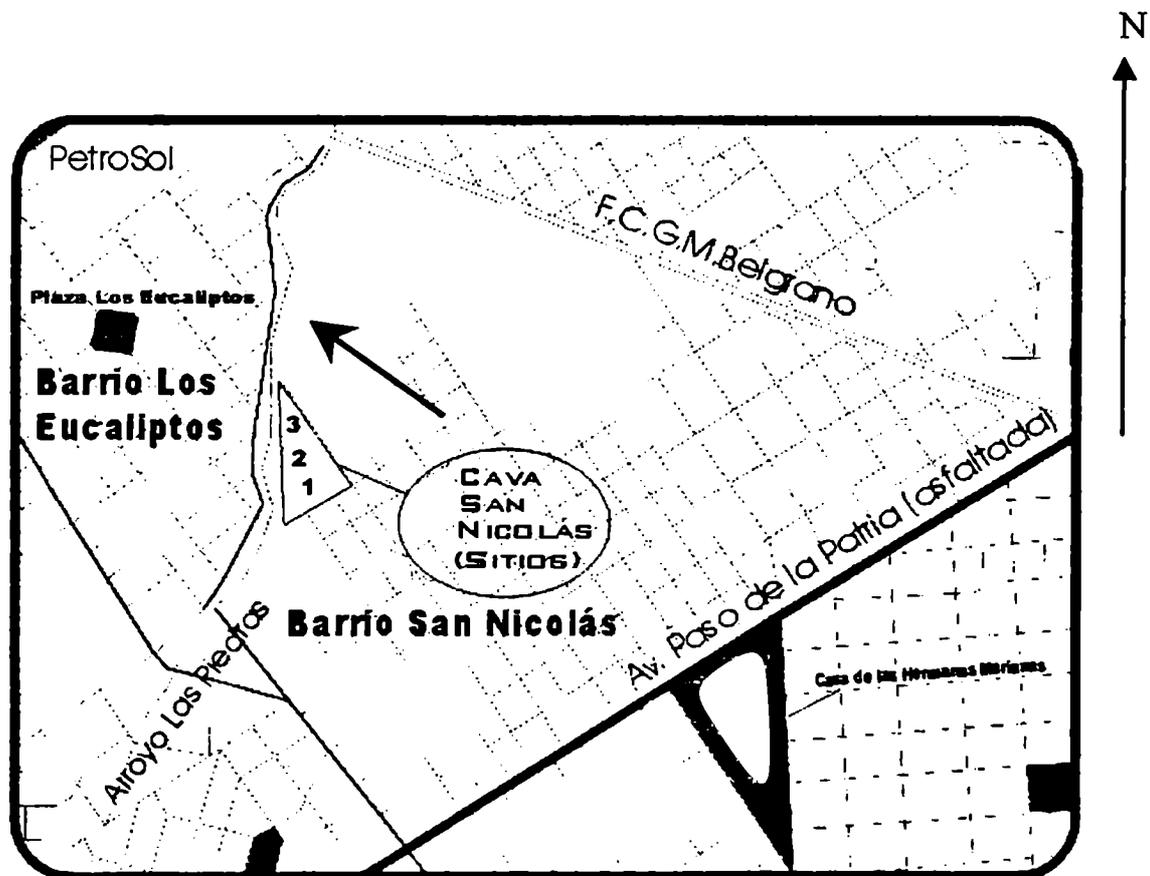
2.A.iv. Historia del basural

El origen del basural fue una explotación de tosca, que comenzó alrededor del año 1965. La tosca aparentemente fue utilizada para la construcción de la Ruta Provincial 4 o Avda. Monteverde, situada cerca del área. La explotación incluyó dos perforaciones adyacentes, de aproximadamente 2 y 4 hectáreas.

Cuando la profundidad de las excavaciones alcanzó el acuífero Pampeano por exceder la cota de profundidad permitida por el Municipio en la licitación correspondiente, el fondo se llenó de agua. Entonces, la empresa excavadora, Martínez de la Fuente S.A., dispuso la instalación de bombas a fin de continuar la explotación del predio.

Posteriormente, la explotación fue abandonada y se inundó totalmente con el ingreso de aguas de distinto origen: subterráneas, de precipitación y de inundación por parte del arroyo Las Piedras. Luego de reiteradas denuncias por parte de los vecinos (se denunciaron un mínimo de 40 casos de personas fallecidas ahogadas en la perforación inundada, el número varió con la fuente), las autoridades provinciales y municipales decidieron en 1979 rellenar el sitio con residuos.

FIGURA 2.4. Ubicación de los sitios del basural en relación al sentido del escurrimiento subterráneo, Florencio Varela, 1991.



La perforación más pequeña de 2 hectáreas fue la primera en rellenarse con escombros, y fue cubierta con tierra después de rellenada. Más tarde comenzó a rellenarse con residuos domiciliarios y de otras clases la perforación de 4 hectáreas, que era la que continuaba "rellenándose" al momento de iniciar el estudio.

La información histórica fue obtenida a través de entrevistas con numerosos vecinos del área, integrantes de las Sociedades de Fomento, personal municipal y cirujas que trabajaban en el basural. Además, cuando fue posible, se obtuvieron fotografías del sitio a partir de distintas fuentes y publicaciones periódicas para chequear la información (Revista Gente, 1979; Diario El Varedense, 1980: ver Fig. 2.5).

Entre los años 1979 y 1992, la cava recibió constantemente vuelcos de residuos de distinto origen (domiciliario, industrial, hospitalario y veterinario).

Según estimaciones del CEAMSE tomando en cuenta solamente los residuos domiciliarios del Municipio que no habrían ingresado al Cinturón Ecológico, la Cava San Nicolás habría recibido 400.000 toneladas de desechos domiciliarios entre 1983 y 1992 (Mi Ciudad, 1994). Esta estimación no toma en cuenta los aportes de otros municipios y los residuos industriales o de otras clases volcados clandestinamente.

En febrero de 1992 el basural se cerró, y las autoridades municipales comenzaron a realizar trabajos que denominaron de "saneamiento" con la intención de recuperar el área. Las obras consistieron en arrastrar la basura acumulada en los bordes hacia la zona central, compactar la masa de residuos y comenzar el tapado con tierra (Fig. 2.6). Estas tareas se realizaron en forma discontinua durante los años 1992, 1993 y 1994.

Durante el mes de marzo de 1993, se construyeron 8 pozos de monitoreo de aguas subterráneas, cuatro de ellos al acuífero Puelche y los otros cuatro al Pampeano (ver 3.B.i. y Fig.3.1).

FIGURA 2.5. Reproducción parcial de la información histórica obtenida acerca de la Cava San Nicolás, Florencio Varela. Fuentes: revista Gente, abril de 1979 y El Varelese, abril de 1980.



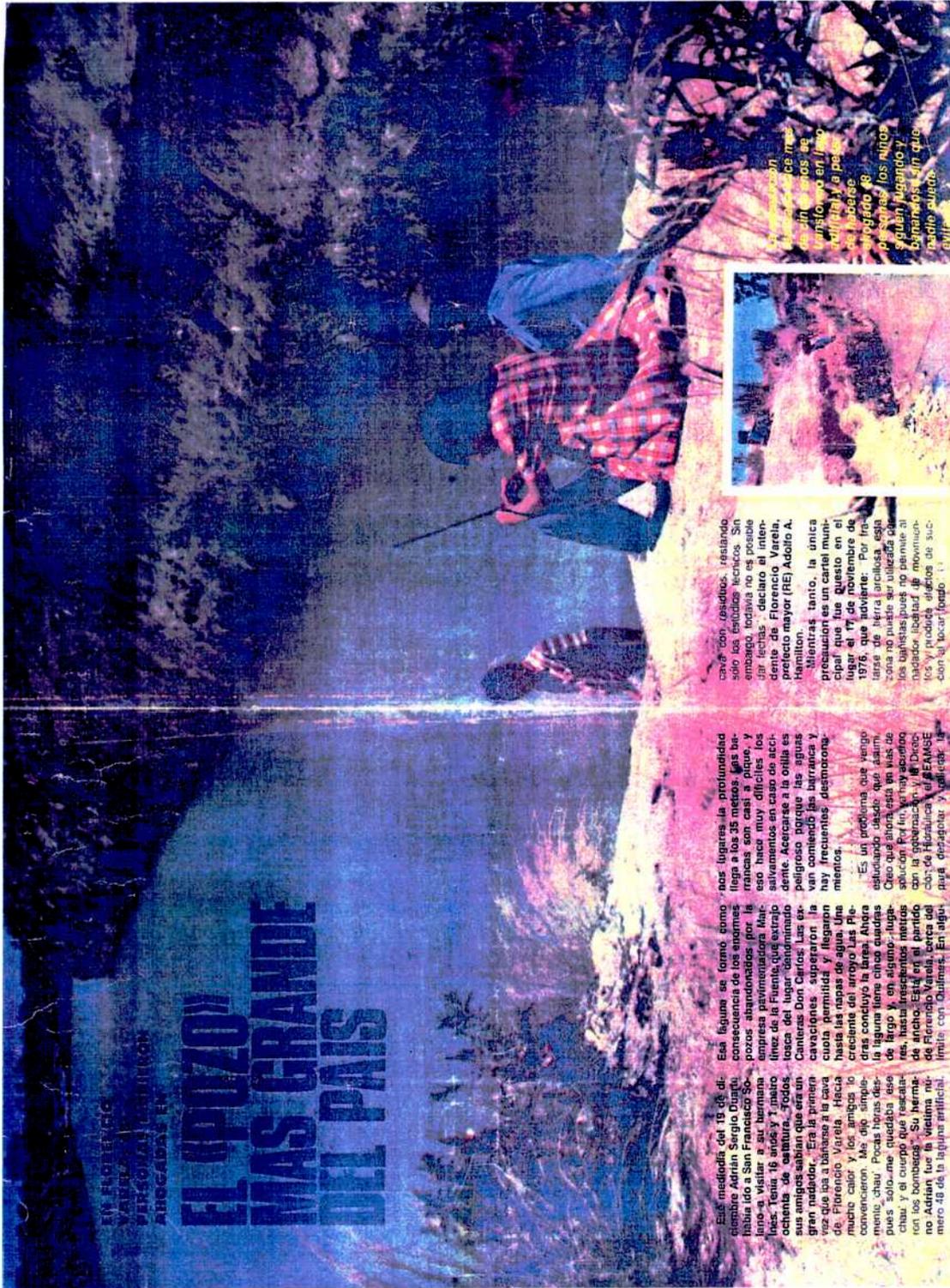
EL VARELENSE. ABRIL 1980

Esto es noticia: no murió nadie en la cava

Así como se señalan los errores y se publican las "malas noticias", hoy con verdadera satisfacción debemos informar que en la temporada veraniega que finalizó no hubo ningún ahogado en la tristemente célebre cava de Los Eucaliptos. El Varelese debe tener un verdadero "récord" de notas sobre los peligros y la necesidad de encontrar una solución al grave problema que provocó nada menos que 43 muertos. (Tal vez la causa que provocó más muertes en toda la historia de nuestra ciudad). La inmensa excavación se llenó de agua y parecía un imán al que se acercaban jóvenes que buscaban combatir el calor dándose un cha-

puzón en el lugar, 43 personas pagaron con sus vidas esa arriesgada acción. Hoy (a pesar que aún resta tapar la mayor parte) continúan los trabajos dispuestos por el Intendente Hamilton volcando residuos que luego son cubiertos por tierra y con los que se va cubriendo la superficie de la excavación. Lo cierto y vale es que, pese a algunas quejas vecinales por los olores de la basura y los roedores, el resultado es que por primera vez pasó un verano sin que nadie muriera en el lugar. Mérito para las autoridades que pese a algunas oposiciones, dispusieron la adopción de medidas.

FIGURA 2.5. (continuación)



EN FLORENCIO
VARELA
PERSONAS DESCONOCIDAS
ARROGADAS EN

EL 'PUZOS' MAS GRANDE DEL PAIS

Esa laguna se formó como consecuencia de los enormes pozos abandonados por la empresa pavimentadora Matel... de la Fuente, que extraía la arena del lugar abandonando... Canteras Don Carlos. Las excavaciones superaron la cuota permitida y llegaron hasta las napas de agua. Una... del arroyo Las Piedras... hacia el sur, hacia el... de Irigoyen y en algunos... res, hasta unos cuantos metros... de ancho. Está en el partido de Florencio Varela, cerca del... milite, con Quilmes. En algu...

... con residuos, restando solo los residuos técnicos. Sin embargo, todavía no es posible dar fechas, declaró el intendente de Florencio Varela, prefecto mayor (RE) Adolfo A. Hamilton.

Mientras tanto, la única precaución es un cartel municipal que fue puesto en el 1976, que dice: 'Prohibido el uso de tierra arcillosa en esta zona no puede ser utilizada por los bañistas pues no permite al nadador localizar el movimiento y podría afectar de sucesión al localizador'.



... en los pozos, se... en la zona... los niños... que... el...

2.A.v. Clima

De acuerdo a la clasificación de Thornthwaite el clima regional es sub-húmedo-húmedo con déficit de agua escaso o ausente y semi-frío con tendencia a templado (mesotermal B`2), en tanto que según la clasificación de Köppen corresponde al tipo templado húmedo.

Según el Boletín Climatológico del Servicio Meteorológico Nacional y utilizando los registros de la Estación Aero Ezeiza (la más cercana al área de estudio) para el período 1961-1990, la **precipitación media** anual es de 820 mm, con precipitaciones mensuales máximas en marzo (moda principal) y septiembre (moda secundaria) y precipitaciones mensuales mínimas en junio.

La **temperatura media** anual es de 16,2°C con medias mensuales mínima y máxima de 9,7° y 23,4°C en los meses de julio y enero respectivamente.

Según cálculos de Girardi (1992), a partir de datos de la Estación Meteorológica Pereyra Iraola (que dejó de funcionar en 1984) para el período 1961-1981, el destino de la precipitación anual es:

- evapotranspiración real: 78%;
- infiltración: 10%;
- escurrimiento superficial: 12%.

Según la misma fuente, el exceso hídrico medio anual de 226 mm. El exceso de agua es nulo desde diciembre hasta abril, y muy escaso en el mes de noviembre. Los primeros tres meses del año constituyen el período de menor reserva de agua útil del año.

2.A.vi. Hidrogeología/Hidrodinámica

Las unidades litológicas más cercanas a la superficie incluyen los Limos Pampeanos y la Formación Puelche, que contienen los acuíferos que se utilizan para consumo. Durante 1991 en el área de estudio, la Administración de Obras Sanitarias de la Provincia de Buenos Aires (OSBA) realizó distintas evaluaciones sobre los acuíferos a nivel local, una parte de cuyos resultados se incluyen en esta sección.

Los **Limos Pampeanos** son limos loessoides calcáreos intercalados con limos arenosos, fuertemente arcillosos en la base. Esta base, de 5 metros de espesor, contiene una gran proporción de illita como arcilla predominante (González Bonorino, 1965). Los Limos Pampeanos contienen el **acuífero libre o freático** (8-9 m) y el **acuífero semiconfinado Pampeano** (18-24 m) (González Bonorino, 1965). La unidad semiconfinante presenta una permeabilidad vertical de

34 mm/día y una tasa de infiltración eficaz de 0,5 mm/día. La velocidad en sentido horizontal se calculó en 0,175 m/día (Girardi, 1992). Además, Girardi (1992) deduce que se produce en el área "un claro movimiento de flujo de tipo descendente" a nivel freático a partir de la comparación entre los niveles estáticos y piezométricos.

La **Formación Puelche** es una unidad arenosa, y su espesor en el área está entre los 30 y 54 metros. Data del Plioceno y tiene origen principalmente pluvial. Esta Formación contiene el **acuífero confinado (Puelche)**, que es una fuente importante de agua potable en el conurbano bonaerense, y cuya recarga se produce por filtración vertical a través de la base del Pampeano. Su velocidad efectiva se calculó en 0,75 m/día (Girardi, 1992).

La **dirección de escurrimiento de las aguas subterráneas** a nivel regional es normal al Río de la Plata, que es la zona de descarga. Sin embargo, la explotación intensiva puede provocar zonas de descarga artificial permanentes, donde se producen los denominados conos de depresión. En el área de estudio el sentido de escurrimiento del acuífero Puelche es sur-norte (al igual que el de las aguas superficiales), salvo una ligera desviación producida por un cono de depresión local, hacia donde convergen los filetes de flujo. El cono de depresión se relaciona con tres perforaciones de gran caudal ubicadas en el predio de la Petrolera Sol, a menos de 700 metros de la cava (ver Figura 2.5). El acuífero Pampeano presentó características semejantes en cuanto al sentido del escurrimiento.

2.B. GESTIÓN Y MODELO DE LA INVESTIGACIÓN/ INTERVENCIÓN.

2.B.i. Gestión

Los vecinos del barrio San Nicolás habían realizado distinto tipo de acciones y gestiones ante autoridades locales, provinciales y nacionales con el objetivo de que fuera clausurado el basural denominado "la Tosquera" o "Cava San Nicolás" durante los últimos 10 años.

El proyecto de investigación se originó justamente en las demandas del mismo tipo que realizara un grupo de madres del barrio. La demanda de la comunidad fue recibida a través de una profesional (psicóloga) que trabajaba en la llamada Casa del Niño, una organización religiosa que cumple variadas funciones: guardería, apoyo escolar, recreación, atención sanitaria entre otras. Dicha profesional organizó un primer encuentro entre la investigadora y un grupo de amas de casa que en ese momento se interesaban activamente por la temática.

El primer encuentro se produjo el 3 de agosto de 1990, en la Capilla de la Virgen de Itatí de la Tosquera, que había sido construida por los mismos vecinos y se encontraba sobre el basural (encima de la perforación más pequeña ya rellenada).

En esta primer reunión, las mujeres expresaron distintos problemas relacionados con el basural: algunos relacionados con los chicos, como por ejemplo que se ausentaban del colegio para ir a "cirujear" (recoger materiales reciclables para venderlos), o que debido a la ausencia de plaza en el barrio el basural era uno de los sitios preferidos de juego; y otros relacionados con la calidad ambiental, como por ejemplo molestias por los olores, la cantidad excesiva de moscas, y la suciedad del agua, que asociaban con la presencia del basural.

Por otra parte, la investigadora aclaró que sus posibilidades se limitaban a realizar una investigación sobre el tema, propuesta que fue aceptada. Se explicitó la necesidad de una serie de visitas para el reconocimiento del área y la elaboración de un posible proyecto por parte de la investigadora. Al concluir la reunión una de las vecinas ofreció su casa como el lugar para futuros encuentros.

2.B.ii. Modelo

En función del objetivo referido a la construcción de "canales de comunicación/interacción con la comunidad, buscando estrategias de transferencia de la información producida" a "los actores sociales vinculados", se desarrolló lo

que podríamos denominar un **modelo de investigación/ intervención** que fue generándose a lo largo de la investigación. Este modelo podría esquematizarse de la siguiente manera:

- 1) Gestión
- 2) Contrato inicial
- 3) Reconocimiento del área y su historia. Detección de informantes clave.
- 4) Elaboración del proyecto de investigación y contrato.
- 5) Construcción de canales de comunicación con la comunidad y con otros actores sociales
- 6) Salida del área

A continuación se describen sintéticamente los procesos y actividades ligados a cada una de las etapas enumeradas.

1) Gestión

Esta etapa incluyó la recepción de la demanda a través de un portavoz o gestor, un primer análisis de la pertinencia de la misma en función de objetivos y posibilidades (D.E.C., 1984) y un primer acercamiento al área a través de la propia percepción y del diálogo con el grupo que formula la demanda o una parte del mismo (ya descrito en 2.B.i.).

2) Contrato inicial

Se denominó aquí "contrato" al primer intercambio de objetivos y propuestas y su mutua articulación inicial alrededor de algún posible proyecto de trabajo (D.E.C., 1984). Esta etapa también podría denominarse como de negociación de la entrada a un contexto de ocurrencia, e incluyó el establecimiento de un vínculo con algunos de los integrantes de la comunidad (Calventus, 1996).

3) Reconocimiento del área y su historia. Detección de *informantes claves**

Este período abarcó un período de alrededor de 3 meses. Los primeros registros comenzaron a partir de una "atención flotante, global, general y dispersa de los fenómenos observados", para ir luego focalizándose progresivamente en aquellos fenómenos relevantes para el objeto de la investigación, en este caso el basural (Calventus, 1996). Los datos se recogieron

* Para una definición: ver Glosario.

por medio de observaciones directas, detección de *informantes-clave**, entrevistas individuales o grupales y análisis de los documentos escritos disponibles (Calventus, 1996).

4) Elaboración del proyecto de investigación y contrato

Se elaboró primero el proyecto de investigación sobre la contaminación de aguas, que fue expuesto al grupo de mujeres con las que se trató inicialmente. Dado lo prolongado del período que duró la investigación/intervención, el proyecto fue transformándose, incorporándose al mismo el análisis sobre leptospirosis canina dos años después.

5.a) Construcción de canales de comunicación con la comunidad

Los canales de comunicación con la comunidad se construyeron y mantuvieron a partir de:

- *Encuentros de rutina con informantes clave*

Estos encuentros tuvieron una periodicidad variable (quincenal o mensual). Entre los informantes clave con los que se mantuvieron estos encuentros se encontraron: la dueña de la casa que se constituyó en la "sede" del equipo de investigación, integrantes de varias organizaciones vecinales de San Nicolás y más adelante Los Eucaliptos, una de las líderes del grupo de cirujas que trabajaban en el basural, el cura de la Capilla de la Virgen de Itatí de la Tosquera, el pocero de la zona y una de las enfermeras del Centro Periférico de Salud, que vivían en el barrio.

En cuanto al grupo de cirujas, y para evitar formar parte de sus conflictos con los vecinos que querían erradicar el basural, se gestionó la realización de un taller con la colaboración de un equipo de Psicólogos Sociales, que diseñaron y realizaron el taller (Allasia y col., 1991).

- *Encuentros periódicos específicos*

Estos encuentros fueron abiertos a todos los vecinos y se realizaron luego de analizadas las muestras tomadas para cada uno de los muestreos de aguas que se realizaron en el basural, los pozos domiciliarios cercanos y los primeros muestreos de los pozos de monitoreo. Se realizaron en la Capilla de la Virgen de Itatí de la Tosquera.

* Para una definición: ver Glosario.

En cada encuentro se entregó un breve informe con los resultados del muestreo correspondiente a todos los presentes que lo requirieran y se realizó un intercambio acerca de la información contenida en el informe.

Antes de iniciar el estudio sobre leptospirosis se confeccionó un afiche y un volante, con información acerca de la enfermedad (ver Anexo). El volante se repartió en las Escuelas de la zona. Este medio de comunicación resultó muy efectivo, ya que cuando se visitó las casas, gran parte de las amas de casa ya tenían una idea acerca del estudio.

- Actividades de devolución de la información a las instituciones locales

Se utilizó esta denominación para las actividades especiales para las cuales se convocó al equipo de investigadoras desde organizaciones educativas y sanitarias locales. Tales actividades generalmente incluyeron grupos y personas alejadas de la problemática (que residían en el barrio pero lejos del basural) y fueron planificadas especialmente para cada encuentro.

Estos encuentros fueron por ejemplo: las reuniones de una Comisión Barrial de Lucha contra el Cólera (convocada por la Secretaría de Salud del Municipio; los encuentros se realizaron en el Centro de Salud con la participación de profesionales y vecinos); las actividades didácticas llevadas a cabo a pedido de dos de las escuelas del área (Escuelas Nro. 57 y 59, Los Eucaliptos; se realizaron con los alumnos de los 5tos., 6tos. y 7mos. grados del ciclo lectivo 1992); una charla sobre Ambiente y Salud para el curso de Agentes Sanitarios (organizado por el Centro de Salud en 1992).

Antes de comenzar el estudio sobre leptospirosis, también se asistió a algunas de las reuniones del personal del Centro de Salud y de la Dirección de Zoonosis de la Municipalidad. Dentro del Centro de Salud se destinó un espacio que funcionó a modo de cartelera informativa. Los resultados serológicos de cada animal se volcaron en un certificado confeccionado especialmente, que los propietarios de los perros examinados retiraron en el Centro de Salud.

Una de las mujeres que había realizado el curso de Agente Sanitario, se integró al proyecto como ayudante de campo rentada.

5.b) Construcción de canales de comunicación con otros actores sociales

- Encuentros periódicos

El mismo informe sobre los resultados de cada muestreo que se presentó en el encuentro con los vecinos se entregó personalmente a las organizaciones con poder de decisión sobre el área: la Municipalidad de Florencio Varela (Secretaría de Planeamiento) y el CEAMSE, que conocieron el proyecto

antes del comienzo de su realización y colaboraron de distintas formas a su realización (particularmente el CEAMSE).

Se asistió a todas las reuniones a las que las autoridades del Municipio convocaron para debatir las distintas alternativas posibles de saneamiento. También se asistió a las Jornadas Ecológicas de Florencio Varela organizadas por las autoridades municipales (1993).

También se brindó la misma información a los medios de comunicación locales que así lo requirieron (periódicos Mi Ciudad, Entrelíneas y La Nación Sur).

6) Salida del área

Finalmente, durante 1994/1995 se produce paulatinamente el abandono del campo.

CAPITULO 3. Impacto de la Cava San Nicolás: Contaminación de aguas

3.A. INTRODUCCIÓN

3.A.i. Panorama general

Los **lixiviados o percolados** son cócteles líquidos o gaseosos de composición química compleja que se generan a partir de la descomposición de una cierta masa de residuos depositados en un suelo. Se forman a partir del agua que desciende por infiltración y atraviesa los residuos, incorporando en su recorrido diversos compuestos solubles y una fracción del material particulado. En líneas generales, los lixiviados gaseosos tenderán a desplazarse hacia la atmósfera y los líquidos hacia las zonas más bajas, donde podrán alcanzar las aguas superficiales o subterráneas.

Los lixiviados pueden producir grados muy variables de **impacto ambiental**. En el caso de los rellenos sanitarios, las concentraciones de los distintos contaminantes en los lixiviados no suelen resultar tan altas como para impedir su posterior tratamiento biológico por efectos de toxicidad. Los lixiviados sin tratamiento en cambio, se consideran una fuente de contaminación importante para las aguas superficiales y subterráneas, dado que los procesos que posibilitan su desplazamiento (y por lo tanto el de las especies químicas tóxicas que contengan) son procesos que ocurren en todos los sistemas naturales (Ehrig, 1983).

La caracterización química de un lixiviado es el primer paso para un análisis de impacto ambiental, además de la cuantificación de la tasa de producción y la determinación del sitio específico de origen (Pohland & Harber, 1986; Wilkin, 1995).

El impacto del lixiviado sobre la calidad de las aguas circundantes dependerá en definitiva de:

a) la composición química del lixiviado en cuestión, ya que el tipo y concentración de sustancias contaminantes presentes estará en relación directa con su toxicidad, y por lo tanto con su impacto sobre la biota y la población humana una vez que alcancen las aguas; y

b) las condiciones hidrológicas y geológicas del área, ya que estas condicionarán en última instancia la movilidad de los lixiviados y por consiguiente su destino final en el sistema. En función de estas condiciones es que los percolados podrán ser retenidos por el suelo cerca del lugar de disposición o bien desplazarse a través del terreno.

La **composición química de los lixiviados** es muy variable, dependiendo del tipo de residuos volcados, el método de disposición, la profundidad del vertedero, la edad de los residuos, el grado de humedad y la técnica con que se opere en el relleno (Zanoni, 1972; UNESCO, 1980; EPA, 1985; Pohland & Harber, 1986; Canter et al., 1987).

Los **factores climáticos**, en especial la temperatura y la precipitación, tienen influencia tanto sobre el volumen de lixiviado producido como también sobre los niveles de concentración de los distintos contaminantes (UNESCO, 1980; Pohland & Harber, 1986, Kjeldsen, 1993).

Algunos autores sostienen que a mayor temperatura y precipitación se incrementa la tasa de producción de lixiviado, aunque las lluvias atenuarían por otro lado el nivel de contaminación por efecto de la dilución (UNESCO, 1980).

Otros autores consideran en cambio, que la oxidación de minerales sulfurosos por entrada de agua de lluvia con oxígeno podría movilizar trazas de contaminantes como metales pesados por ejemplo, concentrándolos por procesos de disolución y reprecipitación durante el pasaje de agua a través del depósito (Förstner & Carstens; 1989) .

Comparando **distintos tipos de depósitos de residuos** en cuanto a la composición del lixiviado producido, podría decirse que en el caso de los rellenos sanitarios las especies presentes, sus concentraciones y fluctuaciones son más conocidas que en el caso de basurales a cielo abierto o sistemas cuya operación no se controla debidamente.

En los **rellenos sanitarios**, la composición del lixiviado se relacionará con los procesos de degradación biológica aeróbicos y anaeróbicos, que culminan finalmente en la denominada estabilización biológica. El tipo de proceso y su magnitud dependerá básicamente de la disponibilidad de agua, la composición de los residuos y la técnica de operación. Si bien la variabilidad entre

rellenos en cuanto a las concentraciones de los distintos parámetros es muy alta, pueden establecerse algunas tendencias generales.

Siguiendo a Ehrig (1983), solamente en los rellenos con muy bajo grado de compactación, los residuos orgánicos se transforman en CO_2 y H_2O y en estos casos las temperaturas pueden aumentar hasta unos 80°C .

Es mucho más frecuente la degradación anaeróbica, que se desarrolla en una serie de etapas (Ehrig, 1983):

a) **Fase aeróbica:** la primer fase de degradación suele ser aeróbica debido al contenido de aire de los residuos, y la profundidad a la que esté disponible el oxígeno dependerá de la técnica de compactación utilizada. Cuando el oxígeno se consume comienza la etapa siguiente.

b) **Fase ácida:** comprende la acción de las bacterias fermentadoras que causan primero la hidrólisis y luego la producción de ácidos orgánicos a partir de la materia orgánica presente en los residuos. Este grupo de bacterias comprende muchas especies anaeróbicas y facultativas.

c) **Fase metanogénica I:** implica la simbiosis bioenergética entre bacterias responsables de la acetogénesis y bacterias metanogénicas u otras especies que utilizan el hidrógeno. La conversión biológica de sulfato a sulfuro es un paso previo a la etapa de producción intensiva de metano.

d) **Fase metanogénica II:** predominan las bacterias productoras de metano, anaeróbicas estrictas y muy sensibles al oxígeno.

Los **productos finales** de este proceso de digestión anaeróbica son CH_4 y CO_2 . Para que la materia orgánica sea totalmente degradada, será necesario un equilibrio entre las bacterias metanogénicas y las productoras de ácidos orgánicos, que se alcanza sólo después de años debido a que la tasa de multiplicación de las primeras es mucho más baja y a que los productos finales de la fase ácida inhiben el desarrollo de la flora metanogénica.

Las condiciones ambientales necesarias para la producción de metano son: contenido de humedad del 50% o más, temperatura mayor a los 15°C (óptimo 30°C), buffer adecuado (alcalinidad de alrededor de 2000 mg/l de CaCO_3 y relación ácido acético/alcalinidad menor o igual a 0,8).

El nivel de inhibición que causaría la presencia de ciertos iones metálicos (Cu, Zn, Ni, Cd, Cr^{6+}) es discutido, y posiblemente la formación de sulfuros insolubles en anaerobiosis evite sus efectos tóxicos. Dado que los residuos sólidos son un aislante efectivo, las temperaturas aumentan aunque la

producción de energía sea baja. La producción de calor dependerá directamente del contenido de humedad de los residuos, siendo necesario un 60% de humedad para alcanzar los 30°C, que es el óptimo para la flora metanogénica. Como en general el contenido de agua en los residuos es menor, el desarrollo de estas fases abarca un período medible en años, aunque la fase metanogénica se desarrolla en todos los rellenos sanitarios tarde o temprano. La duración del proceso dependerá de la técnica de operación del relleno (Ehrig, 1983).

Al aumentar la antigüedad del relleno se verifican las siguientes variaciones en la composición del lixiviado, como resultado de la degradación metanogénica:

- el pH aumenta a medida que predomina la producción de metano por sobre la de ácidos orgánicos, siendo los mínimos y máximos usuales 6 y 8.
- la DBO (demanda biológica de oxígeno) y la DQO (demanda química de oxígeno) decrecen a medida que progresa la digestión anaeróbica.
- algunos cationes disminuyen, como el Ca, el Mg, el Fe, el Mn y el Zn, probablemente por la disminución de la solubilidad al aumentar el pH.
- en rellenos de alrededor de 15 años, se verifica también un leve aumento en los niveles de algunas especies tales como el nitrógeno amoniacal, el cloruro, el potasio y el sodio. También aumenta la conductividad, pero es predecible que estos niveles decrezcan posteriormente por procesos de lavado (Ehrig, 1983).

Los **metales pesados** son especies comúnmente detectadas en los lixiviados, y el riesgo de contaminación para los acuíferos dependerá de las condiciones físico-químicas que influyen sobre su movilidad (Meyer, 1973; UNESCO, 1980; Pohland & Harber, 1986). El pH ha sido citado como el factor más importante, y se asume que a pH de 6 o menos, los metales se encontrarán fundamentalmente como especies químicas solubles, aunque modelar la especiación en distintos ambientes resulta una tarea compleja (Warren & Zimmerman, 1994; Kargbo, 1994). Otras variables también pueden influir sobre su solubilidad, como por ejemplo el potencial redox, el oxígeno disuelto, la salinidad, el nivel de materia orgánica y la temperatura. La materia orgánica soluble o una DQO elevada, ciertas sustancias húmicas presentes en el suelo o el cloruro disuelto pueden proveer ligandos para la formación de complejos solubles de zinc,

cobre, cadmio, plomo y mercurio (Lövgren & Sjöberg, 1989; Förstner & Carstens, 1989; Kargbo, 1994; Warren & Zimmerman, 1994).

Aún bajo las mismas condiciones físico-químicas la movilidad de los distintos metales es diferente, y estudios experimentales realizados en columna utilizando como eluyente ácidos orgánicos de bajo peso molecular comunes en los lixiviados, establecen el siguiente gradiente de movilidad (inverso al orden de retención): Ni > Cd > Zn > Cu > Cr > Pb (Campbell et al, 1983), aunque este gradiente puede variar según las condiciones experimentales (Pohland & Harber, 1986).

Los estudios comparativos entre distinto tipo de rellenos sanitarios parecen indicar que el grado de compactación de los residuos depositados influye tanto en la tasa de producción de lixiviado como en su composición. Los residuos dispuestos en celdas de alta densidad producen durante los primeros dos años un lixiviado con menor demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos disueltos, nitrato y sulfuro que los dispuestos sin compactar (UNESCO, 1980).

También se ha demostrado que los rellenos más profundos producen lixiviados que presentan concentraciones mayores de DBO, amoníaco, nitrógeno orgánico, cloruro, hierro, sodio y magnesio que los rellenos de poca profundidad, aunque en los rellenos profundos la concentración de contaminantes decrece a medida que la profundidad aumenta. Además, los depósitos de mayor profundidad tardan más en estabilizarse, por lo que producen contaminantes por lapsos mayores que los superficiales para extensiones y condiciones climáticas semejantes (Qasim & Burchinal, 1970; UNESCO, 1980).

La tasa de producción de lixiviados está directamente relacionada con la cantidad de precipitación, siempre que los residuos estén dispuestos en la zona no saturada del suelo. De la precipitación anual, la fracción de agua disponible para formar lixiviado es aquella que no es eliminada del sistema por escurrimiento superficial y/o por evapotranspiración (EPA, 1985). Estudios experimentales muestran que para iniciar la producción continua de percolado se requieren entre 70 y 120 mm de infiltración por metro de residuos (UNESCO, 1980).

Con el objetivo de calcular la producción de lixiviado a partir de variables climáticas, se han propuesto distintos modelos, por ejemplo el que se describe a continuación (UNESCO, 1980):

$$\text{TPL} = [pp - e_p + e_s + (\text{líqu.res.} - \text{evap.res.}) + (\text{hum.final} - \text{hum.inicial})] \cdot \text{Área}_{\text{rell.}}$$

donde

TPL = tasa de producción de lixiviado

pp = tasa de precipitación

e_p = evapotranspiración actual

e_s = escurrimiento superficial (puede ser negativo si el agua escurre hacia el sitio)

líq.res. = humedad en los residuos

evap.res. = evaporación de residuos líquidos

(hum.final - hum.inicial) = variación en el agua almacenada

Área_{rell.} = área del relleno sanitario

Teniendo en cuenta las fluctuaciones estacionales, la producción de lixiviado se considera máxima en el período de fines de invierno y principios de primavera como resultado de la evapotranspiración mínima, y en verano puede reducirse casi totalmente puesto que al aumentar la evapotranspiración el agua que ingresa es absorbida por el suelo y los desechos (Wilkin, 1995).

Los vertederos de zonas áridas pueden presentar problemas de contaminación más duraderos dada la alta evaporación y la baja recarga, y si esto se suma a la escasa cantidad de pozos disponibles, el problema resulta más serio aún. Por tal razón se recomienda extremar las medidas de protección a los acuíferos en este tipo de áreas (EPA, 1985).

En cuanto a la importancia de las técnicas de operación para la tasa de producción de lixiviado, se ha propuesto para las condiciones climáticas de Alemania que según la maquinaria utilizada para la compactación, la tasa de producción de lixiviado puede variar desde un 15-25% de la precipitación anual (con compactadores de ruedas de acero) hasta un 25-50% (con tractores) (Ehrig, 1983).

Una vez que en un vertedero o depósito de residuos comienza a producirse lixiviado, los **mecanismos que posibilitan su desplazamiento** hacia las aguas superficiales son básicamente los procesos de lavado y escurrimiento

superficial. Para que se produzca el contacto del lixiviado con las aguas subterráneas en cambio, intervendrán **otros procesos** tales como el **contacto directo horizontal con acuíferos** que atraviesen los residuos depositados, el **movimiento vertical de agua de percolación**, o bien **la transferencia de los gases producidos** en el curso de la descomposición por difusión y convección (Anderson, 1964).

Para que un lixiviado con carga contaminante entre en contacto con las aguas subterráneas deberá atravesar además varias **barreras naturales de depuración**.

Las características físicas y químicas del suelo que atraviesa un lixiviado hasta llegar a la napa constituyen una **primer barrera natural** para los contaminantes (EPA, 1985). La mayor parte de los rellenos contiene una zona no saturada entre los residuos y los acuíferos, en la cual los contaminantes son atenuados por diversos procesos (Bielsa y col., 1978; Mathess, 1976). Esta zona no saturada atenuante ha sido llamada "filtro viviente" debido a los procesos de degradación, oxidación, adsorción y precipitación que tienen lugar en ella. Cuanto más espesa sea esta zona, mayor será su capacidad de depuración (EPA, 1985). Por debajo del nivel freático, algunos tipos de arcillas o hidróxidos o sustratos orgánicos pueden retener contaminantes por intercambio o adsorción, pero el efecto dependerá del sustrato y el contaminante en cuestión (EPA, 1985). En general, se considera que el riesgo de contaminación de los acuíferos se incrementa si los residuos sólidos están en contacto directo con el agua subterránea (Zanoni, 1972; Custodio y Llamas, 1976; Bielsa y col., 1978).

Una **segunda barrera natural** para los contaminantes está constituida por los procesos naturales que tienden a degradar o eliminar un contaminante a medida que fluye por el acuífero entre las áreas de recarga y descarga. Los procesos físico-químicos involucrados son la filtración, el intercambio iónico, la adsorción, la dispersión, la oxidación, la degradación biológica y la dilución (EPA, 1985). En el caso de los contaminantes los movimientos involucran fenómenos físicos (dispersión, filtración), químicos (complejación, pares iónicos, reacciones redox, adsorción), y biológicos (degradación, síntesis celular).

Una **tercer barrera natural** para los contaminantes está relacionada con la hidrodinámica del sistema, comenzando por la infiltración y terminando con

la descarga. Los contaminantes pueden ingresar a la napa en forma directa, atravesando la zona no saturada, o por conexiones entre acuíferos (EPA, 1985).

Una **cuarta barrera** para la contaminación de los acuíferos está constituida por la naturaleza física, química o biológica del contaminante y su estabilidad relativa en las diferentes condiciones ambientales (EPA, 1985).

Una vez que los contaminantes llegan a las aguas subterráneas, se desplazarán a una cierta **velocidad**. Dicha velocidad está controlada por características tales como la conductividad hidráulica, el gradiente hidráulico y la porosidad efectiva del acuífero en cuestión. El rango de velocidades puede variar desde algunas pocas decenas de centímetros por día a la misma cantidad de centímetros por año. Por ejemplo: con un gradiente hidráulico uniforme de unos 3 metros por cada kilómetro y medio, las velocidades varían desde unos 18 metros por día en grava permeable a 30 cm en 30.000 años en arcilla (EPA, 1985).

A su vez, tanto la velocidad como el gradiente hidráulico y el sentido de flujo del agua subterránea pueden presentar variaciones locales. Si hay sobre explotación pueden producirse zonas donde el sentido de flujo sea inverso al sentido de flujo regional. Por otra parte, en la vecindad de las zonas de recarga también pueden producirse cambios en la velocidad y el sentido de flujo porque el agua que infiltra produce una elevación en el nivel freático que puede causar un flujo radial en las proximidades de dichas zonas. En definitiva, los contaminantes pueden desplazarse a velocidades variables y en sentidos diferentes al flujo regional (EPA, 1985).

Por último, tanto el material del suelo en la base de un depósito como el tipo de cobertura (con o sin vegetación, grado de pendiente, etc.) son determinantes del movimiento del agua en el interior del depósito y por lo tanto, de la producción de lixiviado y sus desplazamientos (Wilkin, 1995).

Dado que los acuíferos se mueven usualmente a bajas velocidades, **la mezcla y la dilución de los contaminantes** puede producirse muy lentamente y **los desplazamientos** presentar muy escasa magnitud. Los sitios de contaminación de los acuíferos no suelen ser muy extensos, pero una vez contaminados, el agua subterránea puede permanecer en condiciones no utilizables o peligrosas por décadas o aún centurias.

Los líquidos contaminados que ingresan al agua subterránea no se mezclan fácilmente con ella, y tenderán a desplazarse conforme al gradiente hidráulico y "como un conjunto de filetes que en su movimiento van conformando una pluma cuya elongación responde a los mecanismos de dispersión o dilución del acuífero" (Bach y González Videla, 1996).

Una pluma contaminante puede presentar distintas formas, y mantener o no la concentración original a medida que se desplaza lentamente desde una zona de recarga hacia una zona de descarga. Al cabo de un tiempo suficientemente largo, la contaminación puede abarcar un área más o menos extensa y sus efectos aún pueden ser detectados hasta 100 años después, aún en los casos en que los residuos hayan sido eliminados (EPA, 1985).

En este sentido, hay numerosos casos bien documentados en casi todos los países desarrollados. A modo de ejemplificar lo anterior, citaremos brevemente algunos ejemplos que ilustran sobre la magnitud del problema (los ejemplos aparecen citados en EPA, 1985):

a) Un relleno ubicado en Bavaria (Alemania) había sido utilizado desde 1954, y consistía en un pozo de grava sobre el que se depositaban los residuos. Las muestras colectadas entre 1967 y 1970 mostraron que la pluma contaminante había migrado unos tres kilómetros (Exler, 1974).

b) Perlmutter et al. (1963) documentaron el caso de un depósito de residuos ricos en cromo y cadmio en Long Island (New York). Los residuos se depositaron en 1942, pero el acuífero más cercano a la superficie permanecía contaminado 30 años después de los vuelcos. La contaminación alcanzó un arroyo cercano con el que se conectaba el acuífero en cuestión. Las dimensiones de la pluma alcanzaban en 1972 alrededor de 1200 metros de largo y unos 300 de ancho.

c) Una planta de manufactura de explosivos activa durante la Primer Guerra Mundial ubicada al noreste de Londres depositaba sus residuos nitrogenados en una cantera de yeso abandonada. A partir de la década del '20 el agua de un pozo cercano tenía un tinte amarillo y esta situación persistió hasta 1955, año en que el pozo fue clausurado. Los contaminantes nitrogenados habían migrado por lo menos 1 kilómetro y medio (Essex Water Co., 1974).

Los métodos que se utilizan para el **control de los lixiviados** pueden enfocarse hacia los siguientes objetivos:

- disminuir o modificar la tasa de producción y atenuar la concentración de contaminantes del lixiviado;
- disminuir la tasa de migración del lixiviado a los acuíferos o aguas superficiales; o
- coleccionar y tratar el lixiviado antes de que se produzca el contacto entre éste y las aguas superficiales o subterráneas (UNESCO, 1980)

En este último caso, el lixiviado puede ser retenido en el sitio, tratado en el momento de su aparición, o una combinación de ambos. Las diversas **soluciones** pueden implicar diferentes **tecnologías**: tratamientos de aireación o anaeróbicos, ósmosis inversa, ultra filtración.

Una cubierta apropiada impide la entrada de agua y por lo tanto controla la generación de lixiviado (UNESCO, 1980; EPA, 1985). Schuller et al. (1983, citado en EPA, 1985) describieron el efecto de la instalación de una cobertura de PVC y re-vegetación en un depósito de Windham, Connecticut. La cobertura redujo en gran medida la infiltración y la generación de lixiviado, lo que a su vez causó una reducción en el tamaño y la concentración de la pluma contaminante.

Los sistemas de revestimiento se han desarrollado notablemente en los últimos años, utilizándose distinto tipo de arcillas (bentonitas, por ej.) o membranas. La práctica demuestra que cada sitio requiere una solución específica que tenga en cuenta las características locales y las posibles variaciones temporales en el sitio (Wilkin, 1995).

Con respecto a la **determinación de la calidad del agua**, ésta varía siempre a medida que se mueve y transcurre por las distintas fases del ciclo hidrológico. Sus propiedades físicas, químicas y biológicas varían en función de la composición de los sustratos con los que se pone en contacto. Estos cambios se producen naturalmente o por efecto de la actividad humana.

El agua subterránea suele contener mayor concentración de sólidos disueltos que el agua superficial, salvo en las zonas en las que el escurrimiento subterráneo es la principal fuente de alimento de los cursos de agua superficiales. A su vez, la composición del agua subterránea puede fluctuar bastante en el tiempo, aunque se acepta que la composición es menos variable para los acuíferos

más profundos, al menos a escala local y cuando no hay sobreexplotación sobre los mismos (EPA, 1985).

En función de la complejidad de estos procesos, los datos aislados de calidad de aguas no son suficientes para interpretar el comportamiento del sistema y evaluar su posible evolución. Para ello, es indispensable el monitoreo durante el lapso más prolongado posible de distintos parámetros y el intento de relacionar estos datos con los factores climáticos, hidrogeológicos y de intervención humana o el manejo del sistema.

Varios **parámetros** han sido propuestos como **indicadores** de contaminación de acuíferos por residuos sólidos. Algunos son químicos, tales como sólidos disueltos totales, concentración de hierro, dióxido de carbono libre y demanda química de oxígeno. También se han mencionado como indicadores los niveles aumentados de cloruro, sodio, conductividad y *dureza*^{*} en pozos ubicados aguas abajo de un depósito (Zanoni, 1972). Otros indicadores sugeridos son de tipo bacteriológico, como por ejemplo los niveles de bacterias del hierro, de *Clostridium* y *Desulfovibrios* (Mathess, 1976).

Generalmente, los lixiviados originados a partir de residuos domiciliarios se caracterizan por una alta concentración de compuestos orgánicos solubles, amonio, cloruro, sulfato, hierro, calcio, sodio y potasio, aunque como fue mencionado más arriba la proporción relativa de estas especies puede presentar grandes variaciones (UNESCO, 1980; Campbell et al., 1983).

A pesar de ello, los efectos de los vertederos de residuos sobre la calidad de las aguas subterráneas son difícilmente generalizables debido a que no existen sistemas idénticos cuando consideramos el conjunto de variables que determinan sus características, principalmente las condiciones ambientales (clima, geología, etc.), la historia del sistema (que estará asociado a su forma, profundidad, método de disposición, etc.) y los vuelcos depositados (tipo, cantidad, composición química).

3.A.ii. Antecedentes en el área de estudio

En el caso del basural investigado o **Cava San Nicolás**, se habían realizado diversas evaluaciones acerca del impacto del basural sobre las aguas

* Se denomina dureza a la concentración de bicarbonatos de calcio y magnesio presentes en el agua, que precipitan como carbonatos insolubles al aumentar la temperatura del agua.

previamente al estudio presentado aquí. Se presenta a continuación un resumen de estas evaluaciones. En estos estudios, las determinaciones de metales pesados fueron llevadas a cabo por la Lic. Mabel Tudino del Laboratorio de Análisis de Trazas del Departamento de Química Inorgánica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Con respecto al **lixiviado**, se analizaron su composición y las variaciones de ésta en los 3 sitios definidos en el basural. Se realizó primero un muestreo preliminar en junio de 1991, y luego un programa de tres muestreos que se realizaron en los meses de noviembre de 1991, abril y agosto de 1992. Los 3 muestreos coincidieron con las situaciones anterior, simultánea y posterior a las obras de cierre y tapado del basural que realizó la Municipalidad de Florencio Varela, que se iniciaron en febrero de 1992. Luego del muestreo posterior a las obras, como ya fue comentado, éstas fueron retomadas en forma discontinua, aunque aquí seguiremos la denominación que figura en el artículo original.

La composición del lixiviado fue similar a la de otros lixiviados, siendo estos resultados inesperados teniendo en cuenta que este sistema permanecía saturado en forma permanente con agua de precipitación y subterránea, condición que tendería a diluir el lixiviado (De Rosa et al., 1996). En el Anexo (pg. II) se reproduce la tabla del artículo citado que muestra las concentraciones medias mínimas y máximas en el lixiviado para 21 parámetros.

Los resultados mostraron el factor que mejor explicaba los cambios observados en la composición del lixiviado fue la realización de las obras de tapado. Los efectos de las obras se evidenciaron particularmente por un incremento en la concentración de alcalinidad, conductividad, dureza, plomo y cobre en los Sitios 1 y 2, cuya superficie fue afectada por las obras. Además, los niveles de estas especies en el lixiviado mostraron una recuperación a los niveles iniciales en el muestreo posterior a los trabajos de tapado (De Rosa et al., 1996). En el Sitio 3 los efectos de las obras sobre la composición del lixiviado (incremento de la DQO, el NTK, los niveles de plomo, cobre y zinc disueltos, y el de cromo adsorbido) se reflejaron posteriormente, en el último muestreo.

Con respecto a los **metales pesados**, los niveles detectados fueron mucho mayores en los sedimentos que en solución. Los niveles de metales **adsorbidos** mostraron por un lado un descenso a partir de las obras en los Sitios 1 y 2, probablemente debido al ingreso de material sólido por la cobertura con

tierra. Por otro lado, los máximos niveles de metales adsorbidos se encontraron en el Sitio 3, que reflejaría la contaminación más antigua del sistema debido a su ubicación y características.

Con respecto al aumento en la concentración de los metales pesados **en solución** durante las obras, las variaciones del pH fueron demasiado pequeñas en este sistema como para explicar la magnitud de este incremento (rango: 6.9 a 8.3).

La influencia de las variables climáticas sobre los cambios en la composición del lixiviado fue descartada, ya que si éstas hubiesen sido la causa principal de estos cambios el efecto debería haberse registrado simultáneamente en todos los sitios y no sólo en los sitios afectados por las obras. Además, la saturación permanente de los residuos por contacto con aguas superficiales y subterráneas en este sistema, reduce la importancia de los efectos que el clima pudo producir sobre la composición del lixiviado.

Se concluyó que si bien cambios en el ambiente físico químico tales como las oscilaciones en la alcalinidad, la conductividad, el cloruro y la DQO pudieron haber jugado un papel importante en los procesos de partición de los metales, los trabajos de saneamiento parecen estar más estrechamente asociados al aumento en los niveles de metales disueltos. La recuperación a los niveles originales luego de culminadas las obras, pudo deberse a fenómenos de migración horizontal de ciertos analitos, o vertical, hacia zonas más profundas como el acuífero Puelche (De Rosa et al., 1996).

En cuanto a los muestreos simultáneos realizados en el **arroyo Las Piedras aguas arriba y abajo del basural**, tanto en el muestreo preliminar como en el muestreo realizado durante las obras se detectaron trazas de mercurio (Hg) aguas abajo del basural en concentraciones de 0,0025 y 0,003 mg.l⁻¹ respectivamente. Las muestras del arroyo revelaron también una mayor concentración de hierro aguas abajo del basural que aguas arriba del mismo. El hierro fue el principal componente del lixiviado superficial, y teniendo en cuenta que el lixiviado superficial se observó escurriendo hacia el arroyo Las Piedras, puede especularse que otros metales presentes en el lixiviado podrían migrar hacia las aguas superficiales (De Rosa et al., 1996).

En cuanto a los muestreos de **aguas de pozo**, si bien las concentraciones de metales pesados detectadas en 34 muestras no superaron casi en ningún caso los niveles permitidos por la O.P.S. (1985), en el muestreo realizado simultáneamente a las obras de tapado tres pozos presentaron niveles de cromo levemente mayores a los permitidos (0,06 y 0,07 mg.l⁻¹, nivel permitido en aguas de consumo: 0,05 mg.l⁻¹). Dos de estos pozos estaban ubicados lateralmente al basural y el tercero aguas abajo respecto de la línea de flujo del acuífero Pampeano.

En el mismo muestreo, se detectó mercurio en un pozo ubicado aguas abajo del basural (0,014 mg/l, nivel permitido en aguas de consumo: 0,001mg/l). Se tomaron muestras mensuales en este pozo, obteniéndose concentraciones de 0,012; 0,075; 0,004 y 0,008 mg/l. También se detectaron trazas de mercurio en un pozo domiciliario ubicado aguas arriba de la cava durante el último muestreo. Un año después, se analizó la presencia de mercurio en 20 muestras de pozos, detectándose este metal en 2 pozos domiciliarios (0,016 y 0,002 mg/l) y en 2 de las 4 muestras tomadas del pozo abastecedor de agua potable del barrio Los Eucaliptos (0,011 mg/l y 0,003 mg/l) (inédito, Rubel y De Rosa, 1993).

En síntesis, los antecedentes recogidos en el área permitirían afirmar que el basural se comportaría como una fuente de contaminación por metales pesados debido a:

- a) la detección de niveles importantes de metales pesados en el lixiviado, fundamentalmente adsorbidos a los sedimentos pero con aumentos importantes en las concentraciones en solución durante uno de los muestreos;*
- b) la detección de mercurio y cromo por encima de los límites permitidos en pozos domiciliarios ubicados aguas abajo de la cava (aunque no en todos los muestreos);*
- y*
- c) la detección de mayor concentración de hierro y trazas de mercurio (en 2 muestras) en el arroyo Las Piedras aguas abajo del depósito.*

3.A.iii. Objetivos e hipótesis

El objetivo específico fue el de evaluar el posible impacto de la Cava San Nicolás sobre la composición química del agua subterránea a través de muestreos realizados en ocho pozos de monitoreo situados radialmente a la cava.

Las hipótesis que se postularon se refieren a las concentraciones de contaminantes, ya sean específicamente los metales pesados u otros parámetros relacionados con la contaminación de aguas subterráneas por residuos sólidos. Se plantearon como hipótesis:

- a) que la concentración de contaminantes debería ser significativamente mayor en los pozos ubicados aguas abajo del basural que en los ubicados aguas arriba del mismo en ambos acuíferos;
- b) que, en ausencia de otras fuentes de contaminación, la concentración de contaminantes debería ser significativamente mayor en el acuífero Pampeano que en el Puelche, dado que el primer acuífero es más superficial y es el que está en contacto directo con la masa de residuos.

3.B. MATERIALES Y MÉTODOS

3.B.i. Plan de muestreo y recolección de muestras de agua

Los pozos de monitoreo se ubicaron radialmente a la cava a distancias menores de 100 metros, tal como sugieren Bach y González Videla (1996), entre otros autores. Se ubicaron en 4 sitios, con una perforación al Pampeano y otra al Puelche en cada uno de ellos. Los dos pozos de cada sitio distaban unos pocos metros entre sí, y estaban unidos por una línea imaginaria perpendicular al sentido de flujo de los acuíferos (Figura 3.1). Las ubicaciones se denominaron aguas arriba (AR), aguas abajo (AB), aguas arriba lateral (ARL) y aguas abajo lateral (ABL), siempre tomando en cuenta el sentido de flujo de los acuíferos.

FIGURA 3.1. Ubicación de los pozos de monitoreo respecto a la Cava San Nicolás y fotografía de los pozos del sitio ABL, Florencio Varela, 1993.

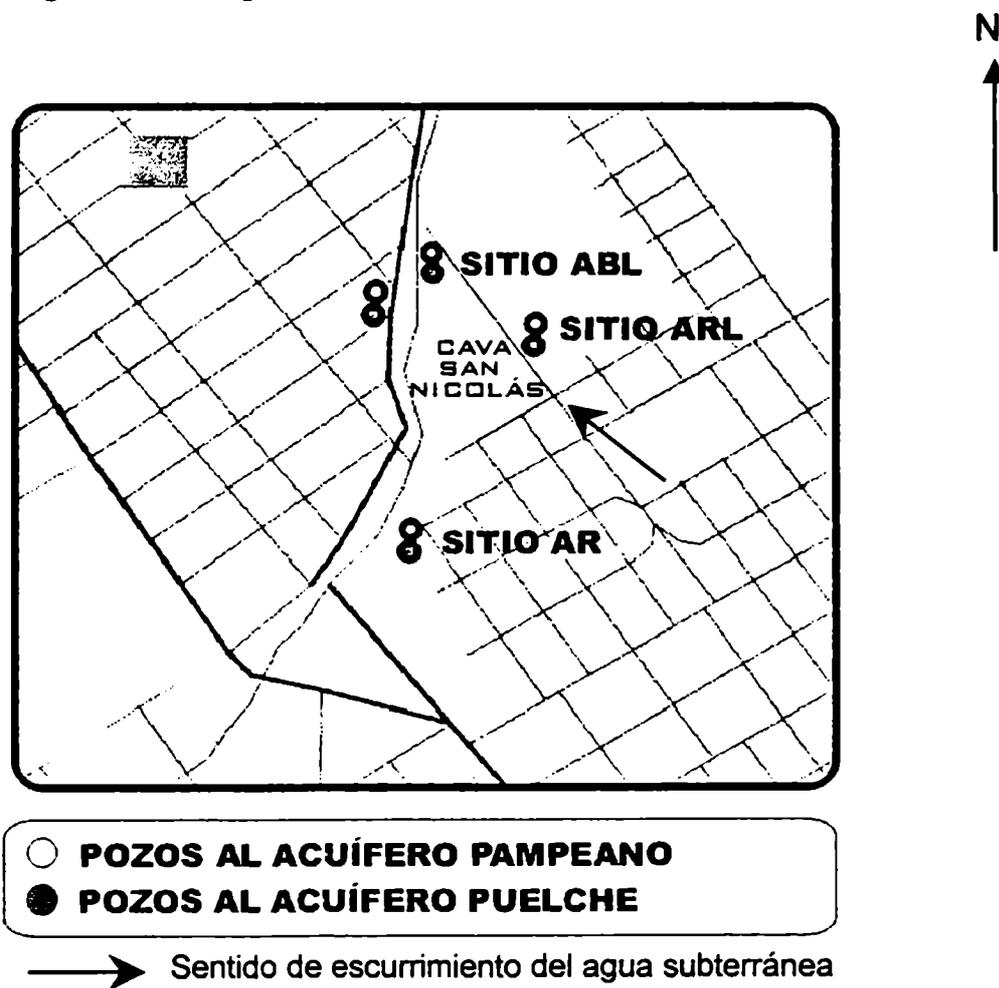
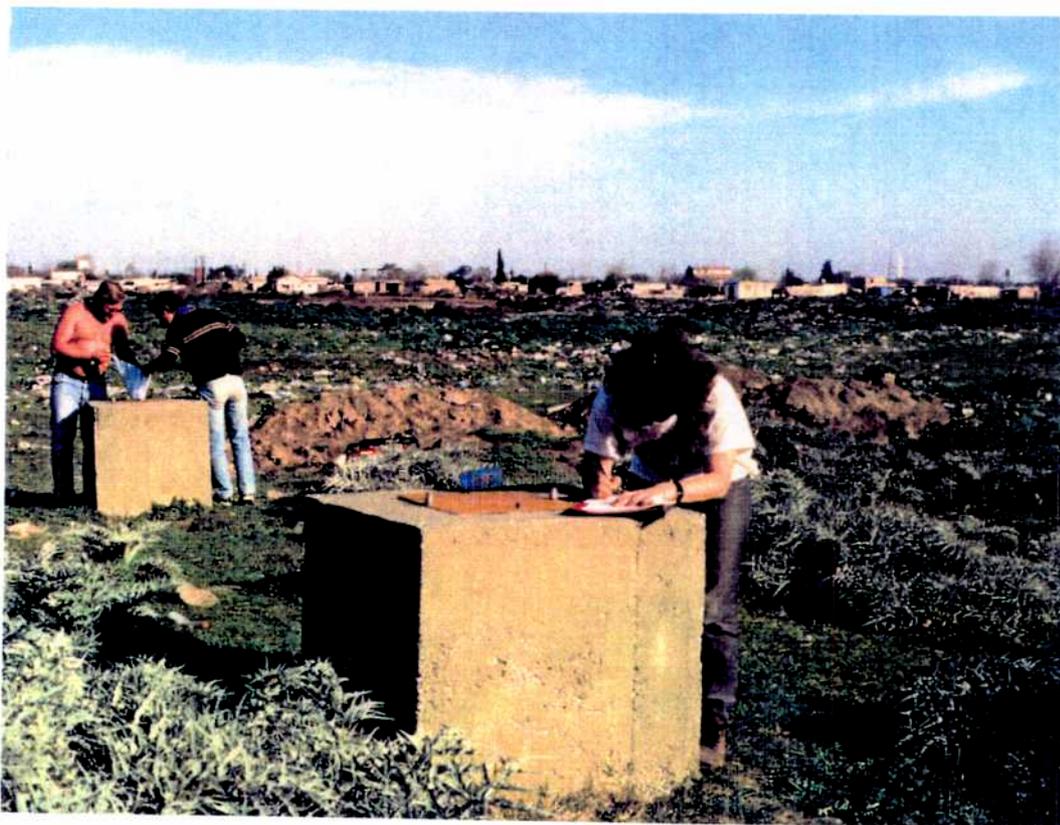


FIGURA 3.1. (continuación)



A partir de su construcción en marzo de 1993, los pozos fueron desarrollados mensualmente durante dos horas hasta la primer toma de muestras, en noviembre del mismo año. Las muestras de estos pozos se obtuvieron utilizando una bomba sumergible, gracias a la colaboración del CEAMSE. Previamente a la toma de cada muestra, el pozo correspondiente se desarrolló durante 1½ hora.

A partir de esta primera toma de muestras se realizaron 6 o 7 muestreos (según el pozo) durante 1993/4 y 1996/1997. La periodicidad de los muestreos no fue constante por razones operativas, y a continuación se muestra la frecuencia de muestreo en cada sitio.

ARL: noviembre-1993; marzo, junio, julio y noviembre-1994; enero-1997.

ABL: noviembre-1993; marzo, junio, julio y noviembre-1994; enero-1997.

AR: noviembre-1993; marzo, junio, julio y noviembre-1994; octubre-1996; enero-1997.

AB: noviembre-1993; marzo, junio, julio y noviembre-1994; octubre-1996.

Para analizar las variaciones temporales comparando los distintos sitios se utilizaron las muestras correspondientes a 1993 y 1994, que fueron tomadas para todos los sitios en ambos acuíferos.

3.B.ii. Análisis de las muestras

Los parámetros analizados en las muestras fueron: pH, conductividad, alcalinidad, cloruro, dureza, fosfato, sulfato, cianuro, calcio, magnesio, sodio, potasio, cobre, hierro total, manganeso, zinc, cadmio, cromo, níquel, plomo y mercurio total. Las determinaciones de conductividad se realizaron a campo con un conductímetro SCT Meter YSI Model 33 (Simpson Electric Co.).

Los análisis físico químicos se realizaron según los Standard Methods (Am.Publ.Hlth.Assoc., 1991) en el Instituto Nacional del Agua y del Ambiente (ex Inst. Nac. de Ciencia y Tecnología Hídricas o INCYTH, Ezeiza, Buenos Aires). Las determinaciones faltantes se deben a motivos accidentales.

Las concentraciones de plomo, cadmio, cromo, níquel, hierro, manganeso, zinc y cobre fueron determinadas por espectrometría de absorción atómica con llama aire-acetileno. Los niveles de mercurio fueron determinados usando técnicas de generación de vapor atómico en frío. Los límites de detección para los distintos metales disueltos fueron (en miligramos por litro) fueron: 0,002 para el Cu; 0,004 para el Cd; 0,006 para el Cr; 0,004 para el Pb; y 0,002 para el Hg.

3.B.iii. Análisis estadísticos

Para analizar si las diferencias de concentraciones entre pozos de diferente ubicación o entre acuíferos eran estadísticamente significativas los

resultados se contrastaron por medio del test de anova, o la anova no paramétrica de Kruskal Wallis cuando no hubo homocedacia entre los grupos de datos que iban a ser comparados. La homocedacia se testeó por medio de los test de Bartlett y de Cochran (razón varianza mayor/varianza menor). Cuando se detectaron diferencias significativas, se realizaron comparaciones múltiples a posteriori por el método de Scheffé a continuación del test de anova, o la comparación de rangos medios a continuación del test de Kruskal-Wallis. Las diferencias significativas se detectaron al nivel 5% (valor z crítico=2,64 o valor F crítico=3,072) (Sokal, 1979; Norman & Streiner, 1996). Para los análisis estadísticos, en el caso del cadmio, el cromo y el manganeso, las concentraciones menores que el nivel de detección se consideraron como cero.

También se realizaron análisis de componentes principales (ACP) para describir más globalmente los resultados obtenidos para cada acuífero, considerando este análisis como una técnica exploratoria útil para la descripción general de los resultados sin perder información. Los ACP se realizaron sobre la matriz de correlación de los datos. Para estos análisis no se utilizaron los datos de concentración de mercurio por el menor número de muestras analizadas, y los datos de concentración de cianuro por el alto número de muestras donde no se lo detectó.

Los análisis se realizaron con la cooperación de la Lic. Liliana Orellana (Instituto de Cálculo, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, U.B.A.). El software empleado fue Statistix for Windows (Analytical Software, 1996).

3.C. RESULTADOS

Los valores medios y rangos para las concentraciones de cada parámetro en cada uno de los acuíferos se presentan en la Tabla 3.1. En general se observan mayores niveles medios de los parámetros analizados para el acuífero Pampeano que para el Puelche, como era previsible. El zinc y el mercurio total son excepciones en este sentido.

La tabla completa de resultados se presenta en el Anexo (pg. III y IV).

TABLA 3.1. Concentraciones medias y rangos para las concentraciones de los parámetros analizados en ambos acuíferos, Florencio Varela.

Parámetro	PAMPEANO					PUELICHE				
	Media	D.E.	Mín.	Máx.	n	Media	D.E.	Mín.	Máx.	n
Alcalinidad	668	209	420	1094	24	479	44	397	609	25
Calcio	106	110	25	439	24	38	15	21	83	25
Cadmio	0,006	0,005	n.d.	0,013	25	0,005	0,004	n.d.	0,013	25
Cloruro	90	93	28	297	25	42	25	16	133	25
Cianuro	0,003	0,013	n.d.	0,065	25	0,002	0,006	n.d.	0,029	25
Conductiv.	1554	594	651	2920	25	1046	233	489	1432	25
Cromo	0,018	0,028	n.d.	0,125	25	0,009	0,011	n.d.	0,044	25
Cobre	0,014	0,021	0,002	0,086	25	0,012	0,010	0,004	0,037	25
Dureza	305	252	91	830	24	128	29	90	211	25
Fosfato	0,112	0,224	n.d.	1,180	25	0,119	0,147	n.d.	0,790	25
Hierro	2,701	4,713	0,033	22,940	25	1,188	0,988	0,162	3,521	25
Mercurio	0,002	0,008	n.d.	0,031	17	0,003	0,007	n.d.	0,026	17
Magnesio	32	66	n.d.	332	24	15	11	1,00	49,00	25
Manganeso	0,293	0,540	n.d.	1,885	25	0,044	0,046	0,006	0,213	25
Níquel	0,031	0,015	0,012	0,067	25	0,029	0,018	0,015	0,089	25
pH	7,2	0,5	5,8	8,0	25	7,3	0,3	6,3	7,9	25
Plomo	0,060	0,019	0,023	0,096	25	0,057	0,023	0,026	0,110	25
Potasio	19	12	9	54	25	12	2	9	16	25
Sodio	269	43	210	345	24	216	32	165	300	25
Sulfato	54,74	61,86	n.d.	251,00	25	33,69	33,28	3,55	166,00	25
Zinc	0,044	0,051	0,011	0,245	25	0,260	0,340	0,021	1,373	25

D.E.: desvío; mín. y máx.: concentración mínima y máxima; n: número de muestras; n.d.: no detectable. Los niveles medios se calcularon considerando cero las muestras con concentraciones no detectables del parámetro correspondiente. Las concentraciones se expresan en mg/l, salvo la conductividad que se expresa en μ mhos/cm y el pH.

3.C.i. Comparaciones entre los sitios de muestreo

La variabilidad de las concentraciones según el sitio de muestreo puede observarse en los gráficos de la Figura 3.2, en la que se muestran los gráficos de cajas* para las concentraciones de cada parámetro según la ubicación del pozo para ambos acuíferos.

El **cianuro** y el **mercurio total** se analizaron por separado de los demás parámetros debido al bajo número de muestras analizadas y la alta proporción de muestras donde no fueron detectados, que impidieron un análisis estadístico riguroso. Los resultados pueden sintetizarse como sigue.

Cianuro: fue detectado en 4 de las 25 muestras provenientes de cada uno de los acuíferos. Como puede observarse en la Tabla 3.1, tanto el nivel medio como el máximo detectado fueron más elevados en el acuífero Pampeano que en el Puelche. En el **acuífero Pampeano**, el cianuro fue detectado en 2 de las 6 muestras tomadas de los pozos ubicados en los sitios AB y ABL. En marzo de 1994 fue detectado en AB y ABL, en octubre de 1996 en AB (el sitio ABL no fue muestreado en esta fecha) y en enero de 1997 en ABL (el sitio AB no fue muestreado en esta fecha).

En el **acuífero Puelche** fue detectado en 3 de las 6 muestras tomadas en el sitio AB (marzo y junio de 1994, octubre de 1996) y en 1 de las 7 muestras tomadas en el sitio AR (marzo de 1994). Ver en el Anexo la tabla completa de resultados.

Mercurio total: fue detectado en 2 (Pampeano) y 3 (Puelche) de las 17 muestras provenientes de cada uno de los acuíferos. En la Tabla 3.1 se observa que las concentraciones medias no difirieron entre acuíferos, aunque el máximo nivel detectado correspondió a una muestra del acuífero Pampeano.

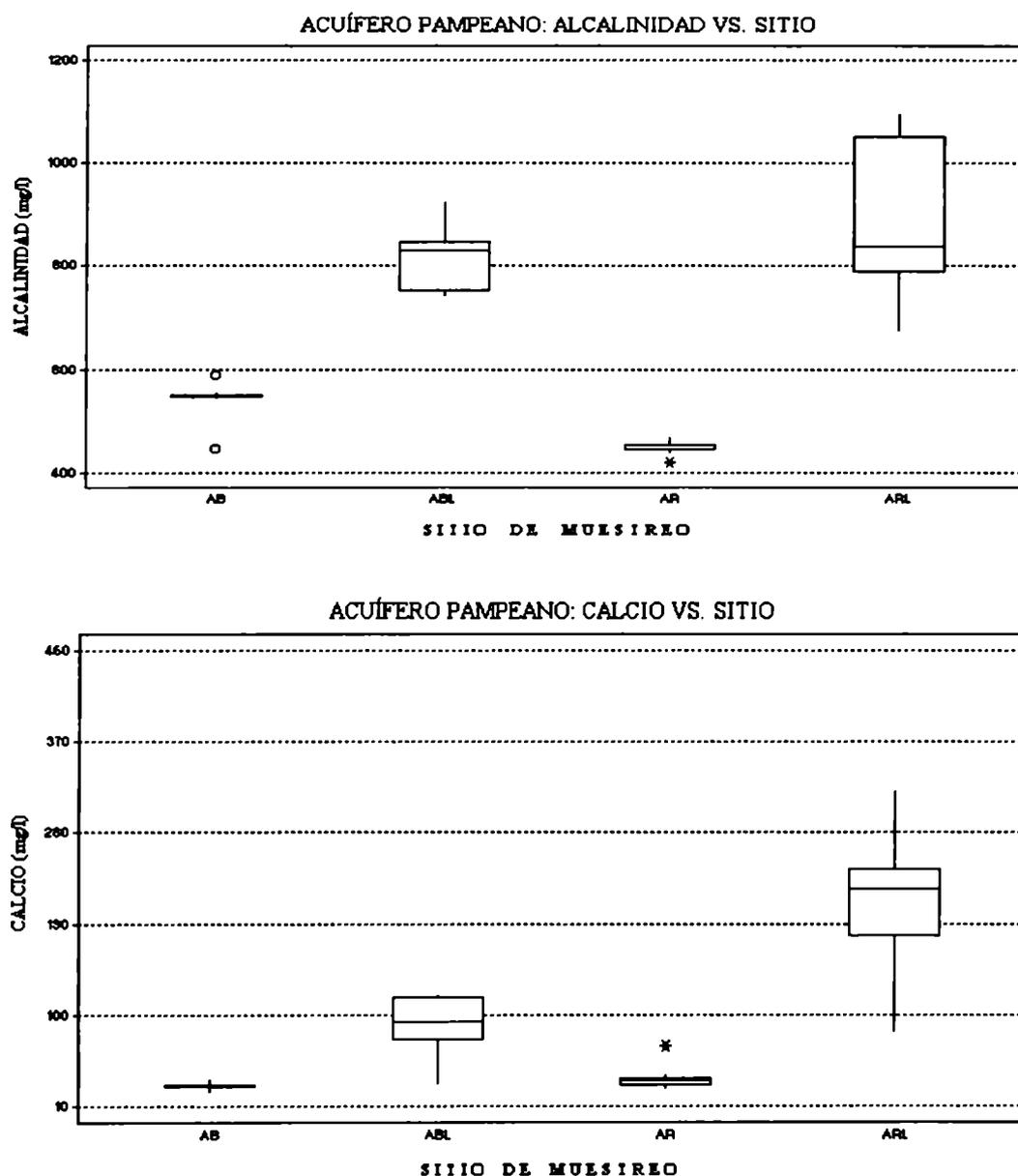
En este acuífero se detectó mercurio en 1 de las 4 muestras tomadas en ambos pozos laterales (sitios ARL y ABL) en el muestreo de junio de 1994. En el **acuífero Puelche** fue detectado en 1 de las muestras tomadas en los sitios AB, ARL y AR, siempre en el mismo muestreo de junio de 1994. Ver en el Anexo (pg. III y IV) la tabla completa de resultados.

*** Aclaraciones acerca de los gráficos de cajas:**

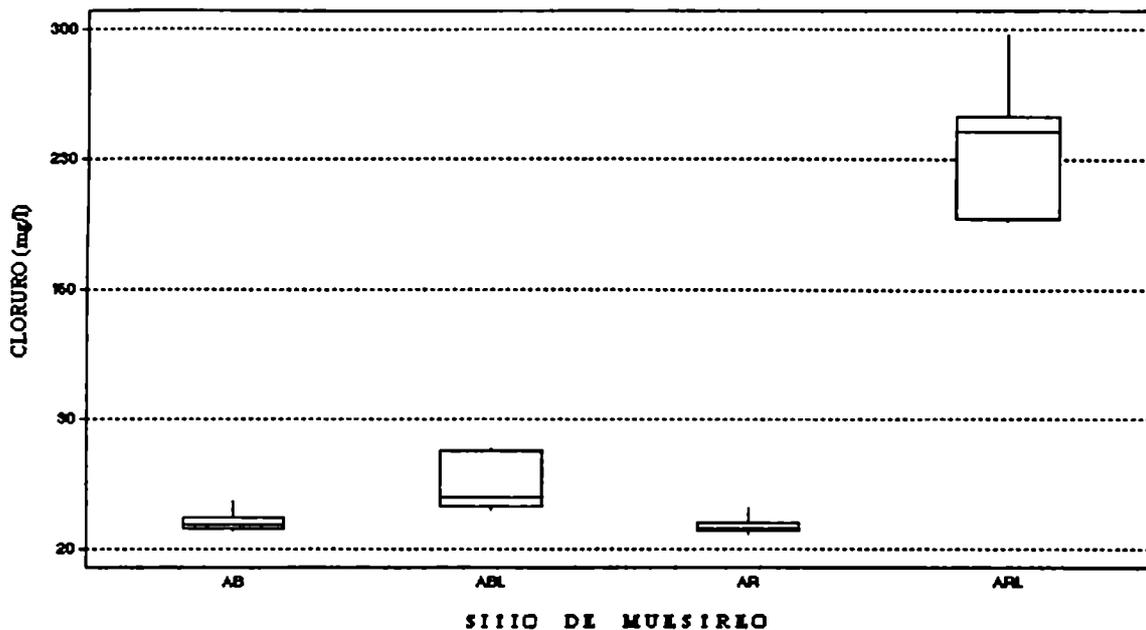
La línea interior representa la mediana; los extremos de la caja los cuartiles superior e inferior (o sea las respectivas medianas de la mitad superior e inferior de la serie de datos). Por lo tanto, el 50% central de los datos se encuentra entre los valores correspondientes a los extremos de la caja, ya que la longitud de la caja equivale al recorrido intercuartil. El extremo de las líneas (denominadas habitualmente bigotes) se ubica a la altura del dato más grande o más pequeño, siempre que se sitúe a menos de 1,5 veces el recorrido intercuartil

(la longitud de la caja) por encima o por debajo de los respectivos cuartiles. Los asteriscos ubican datos periféricos, es decir ubicados entre 1,5 y 3 recorridos intercuartiles por encima o por debajo de los respectivos cuartiles; y los círculos ubican datos periféricos lejanos, es decir datos que se ubican más allá de 3 recorridos intercuartiles por encima o por debajo de los respectivos cuartiles.

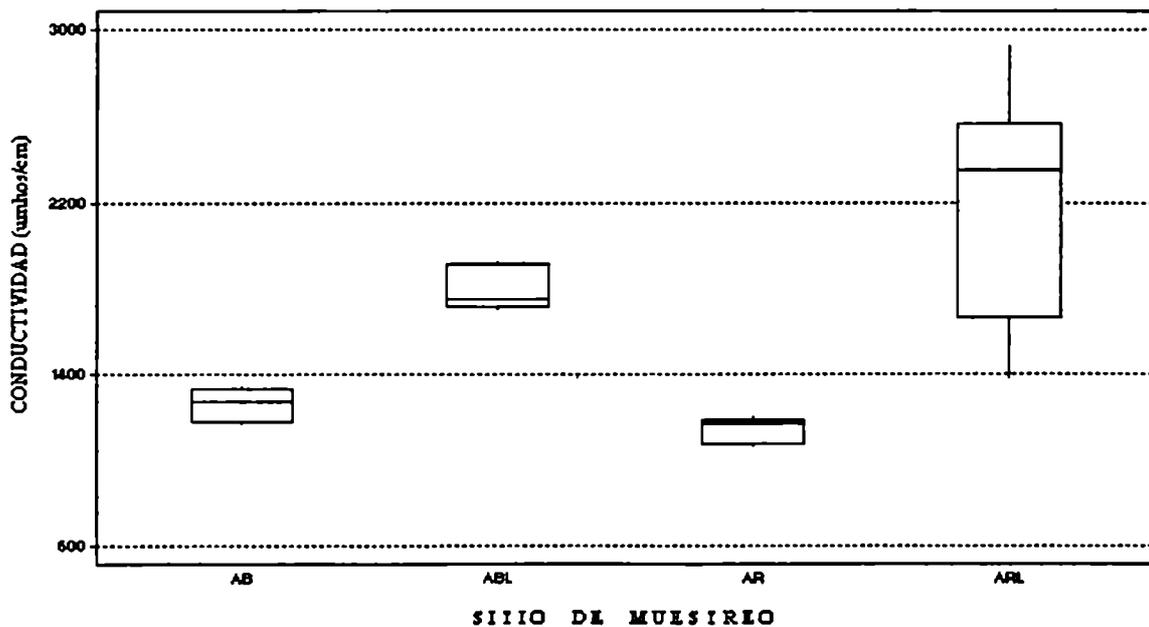
FIGURA 3.2. Gráficos de cajas para las concentraciones de cada parámetro en función del sitio de muestreo, acuíferos Pampeano y Puelche, Florencio Varela.



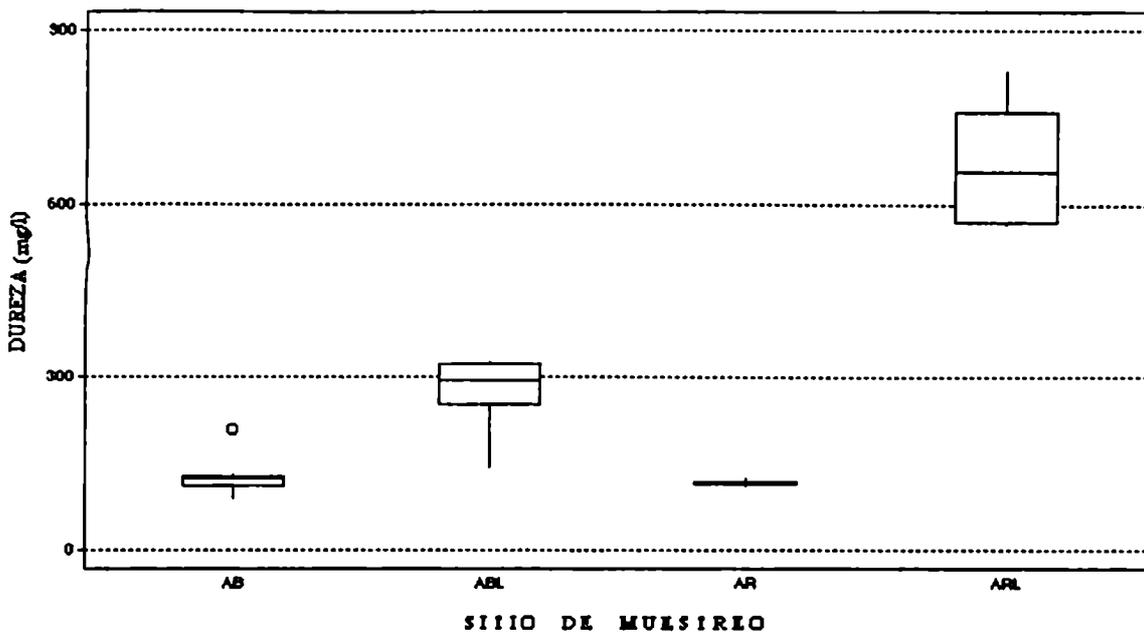
ACUÍFERO PAMPEANO: CLORURO VS. SITIO



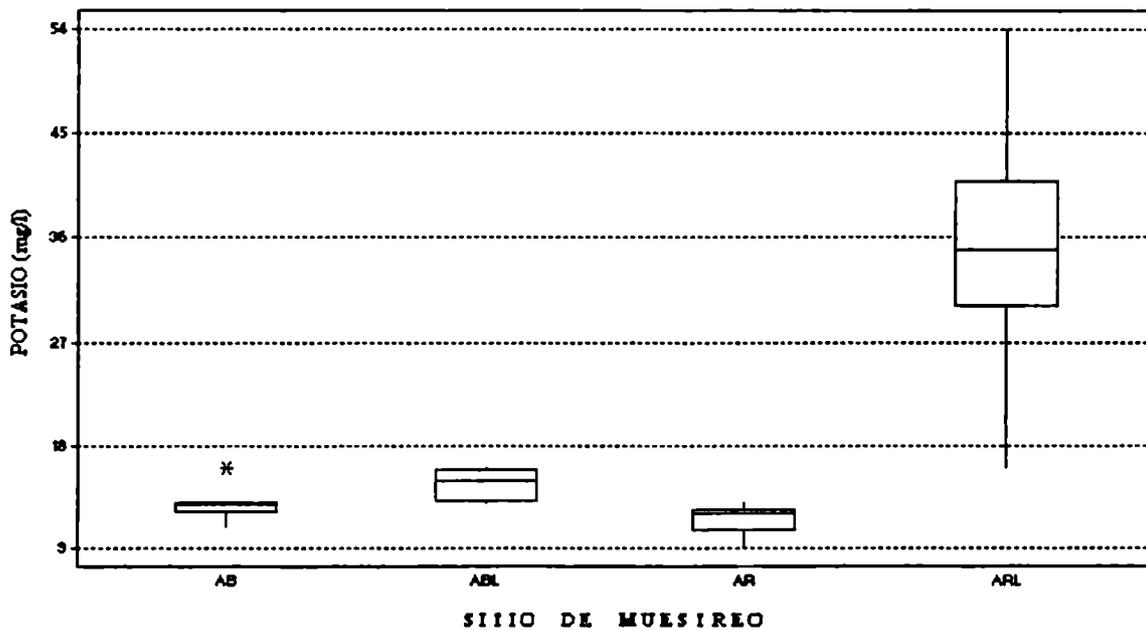
ACUÍFERO PAMPEANO: CONDUCTIV. VS. SITIO



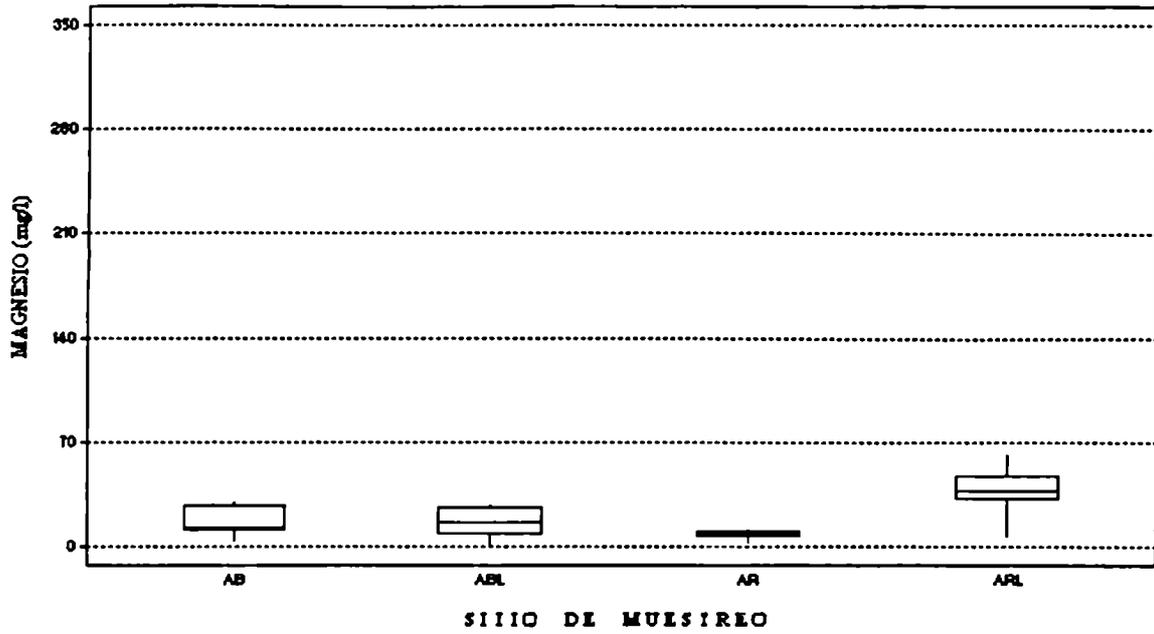
ACUÍFERO PAMPEANO: DUREZA VS. SITIO



ACUÍFERO PAMPEANO: POTASIO VS. SITIO



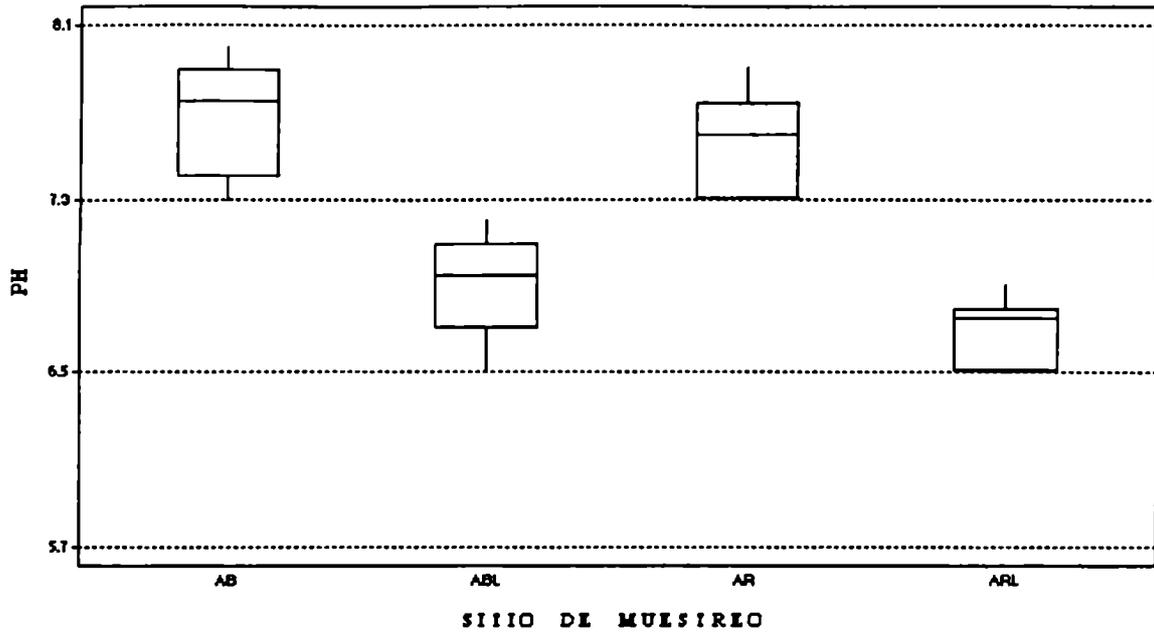
ACUÍFERO PAMPEANO: MAGNESIO VS. SITIO



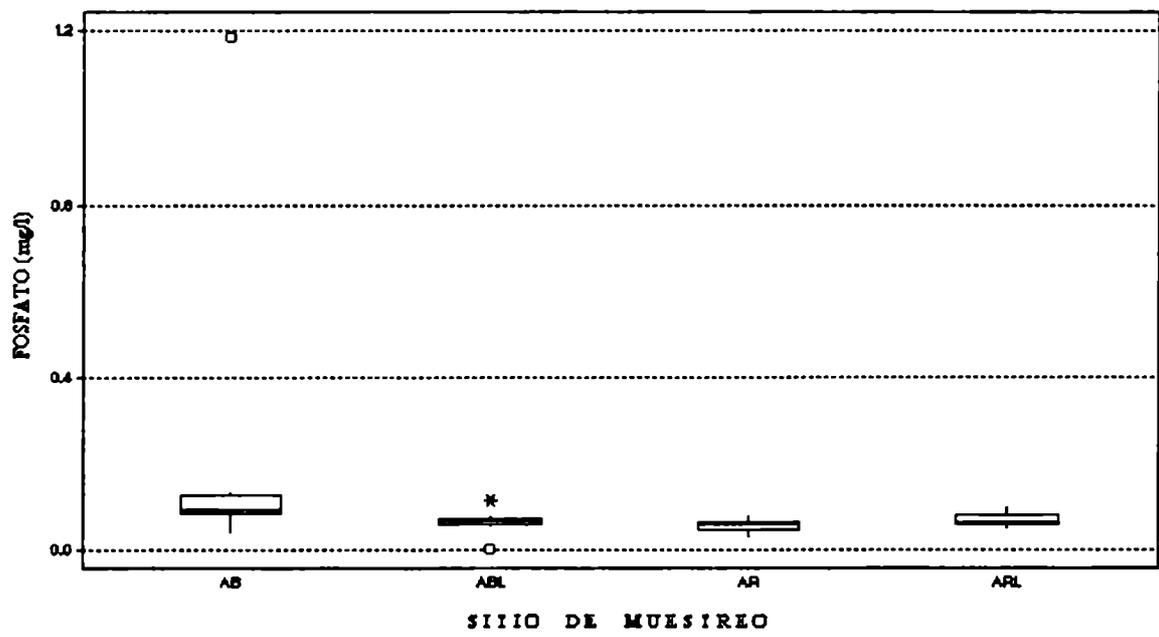
ACUÍFERO PAMPEANO: SODIO VS. SITIO



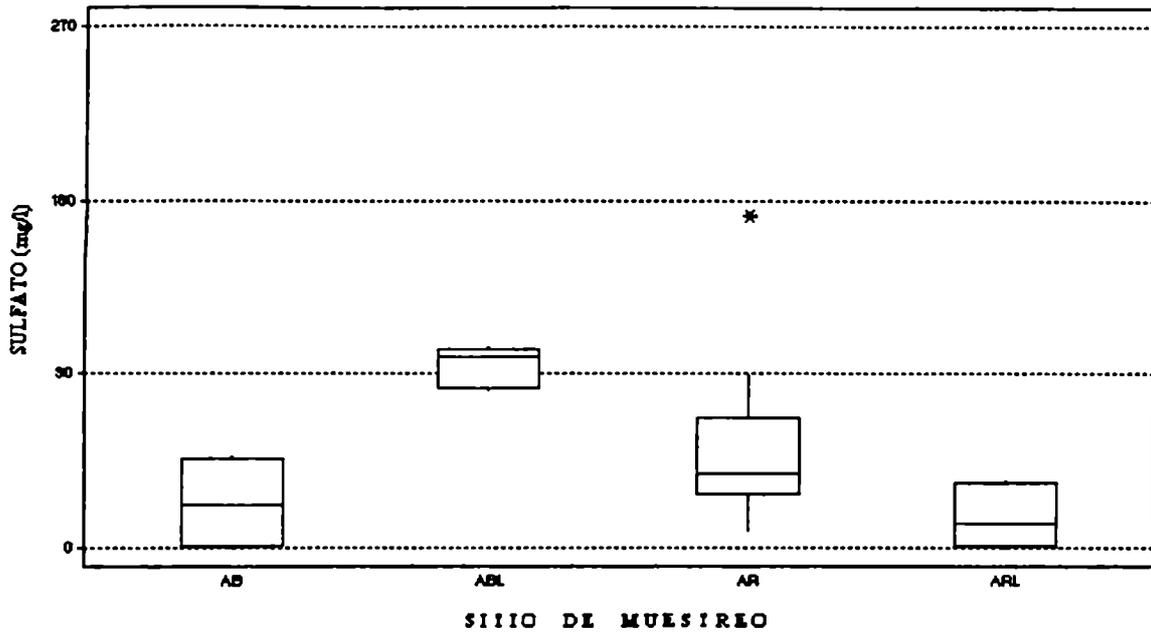
ACUÍFERO PAMPEANO: pH VS. SITIO



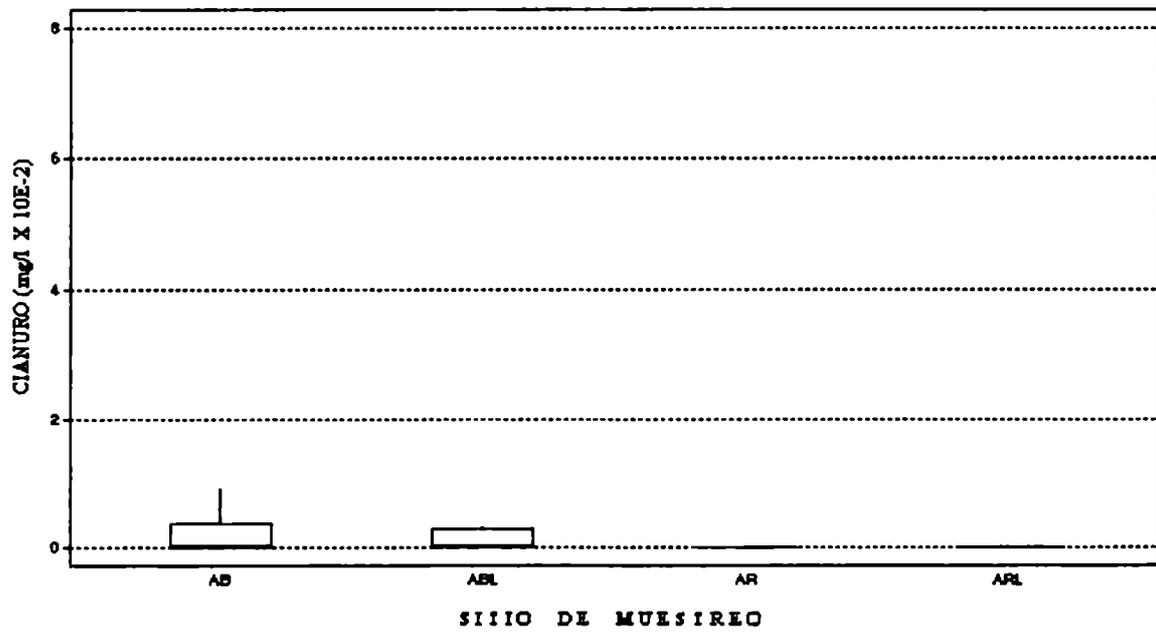
ACUÍFERO PAMPEANO: FOSFATO VS. SITIO



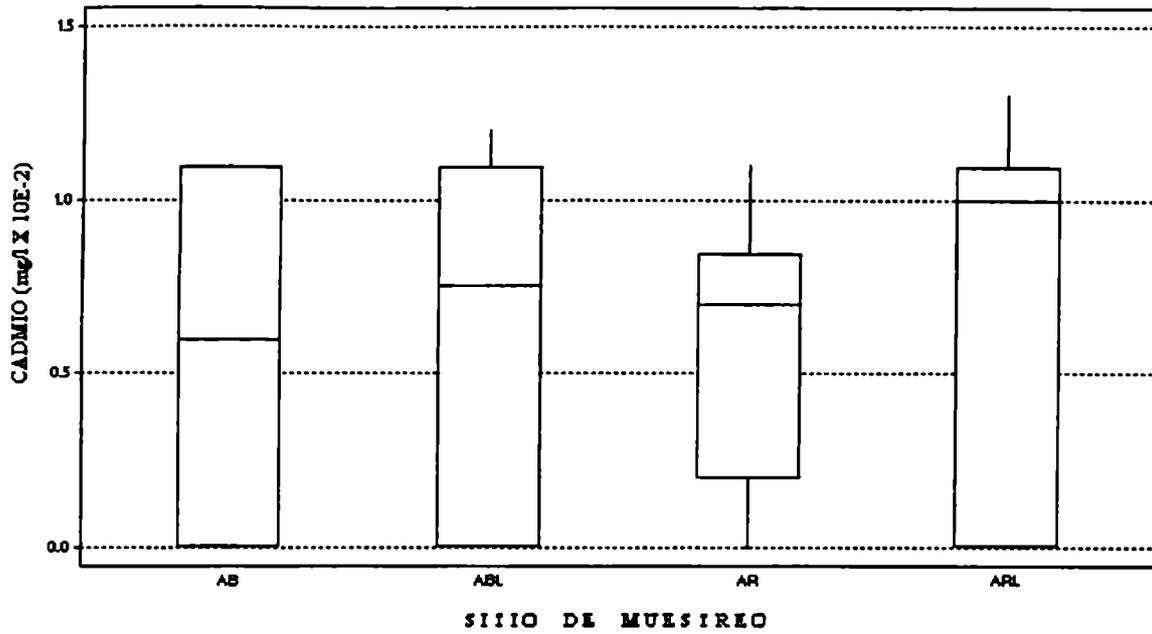
ACUÍFERO PAMPEANO: SULFATO VS. SITIO



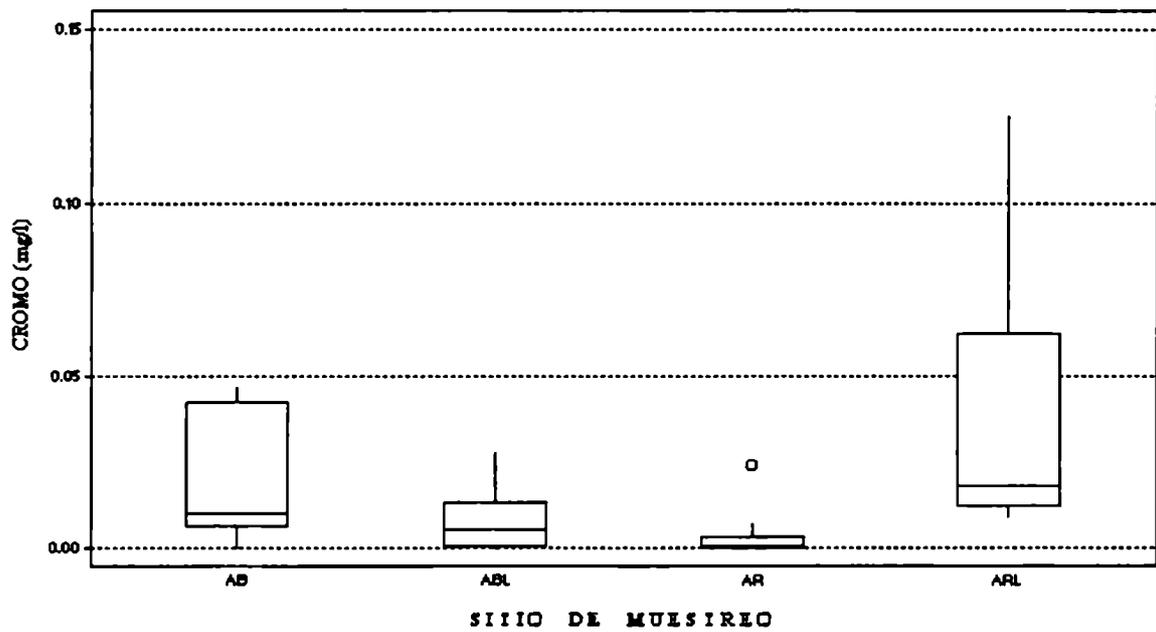
ACUÍFERO PAMPEANO: CIANURO VS. SITIO



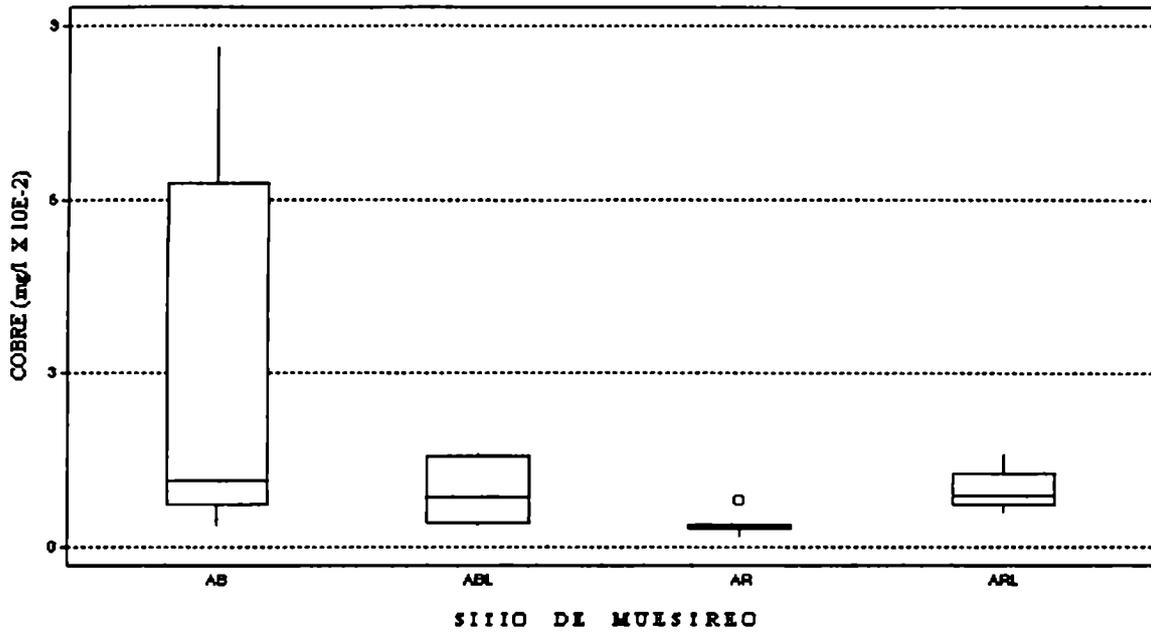
ACUÍFERO PAMPEANO: CADMIO VS. SITIO



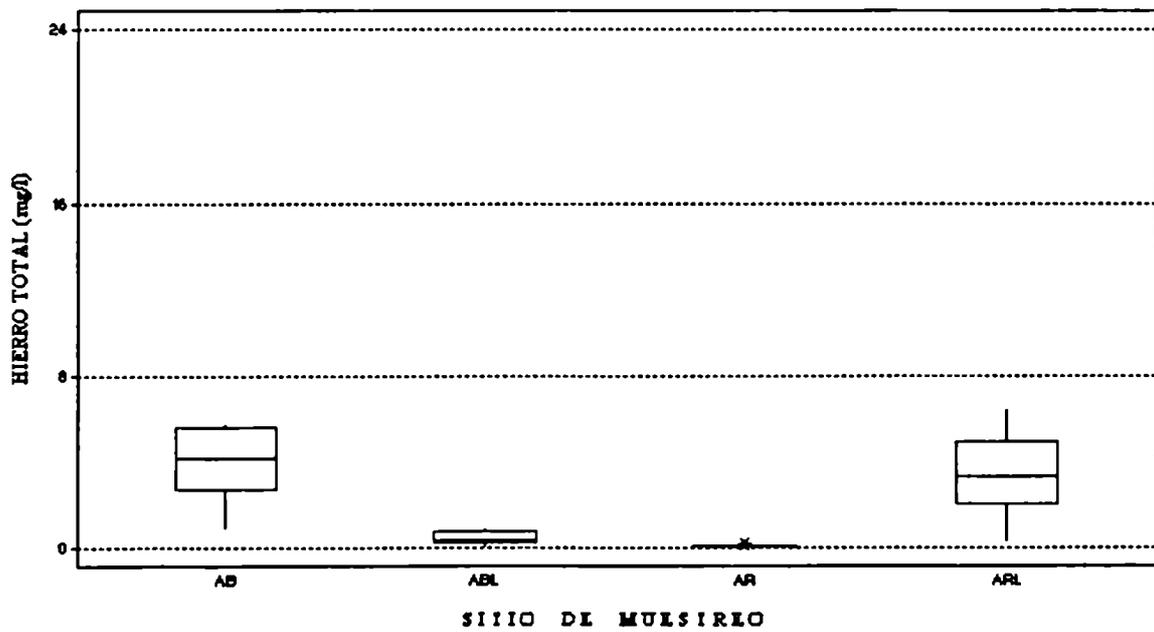
ACUÍFERO PAMPEANO: CROMO VS. SITIO



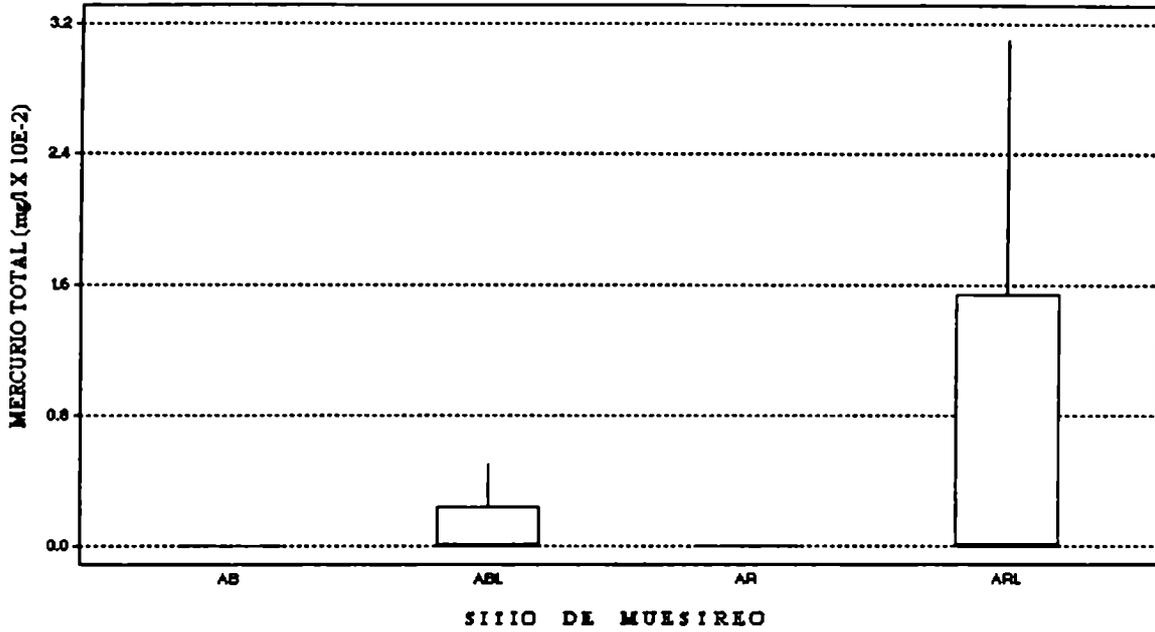
ACUÍFERO PAMPEANO: COBRE VS. SITIO



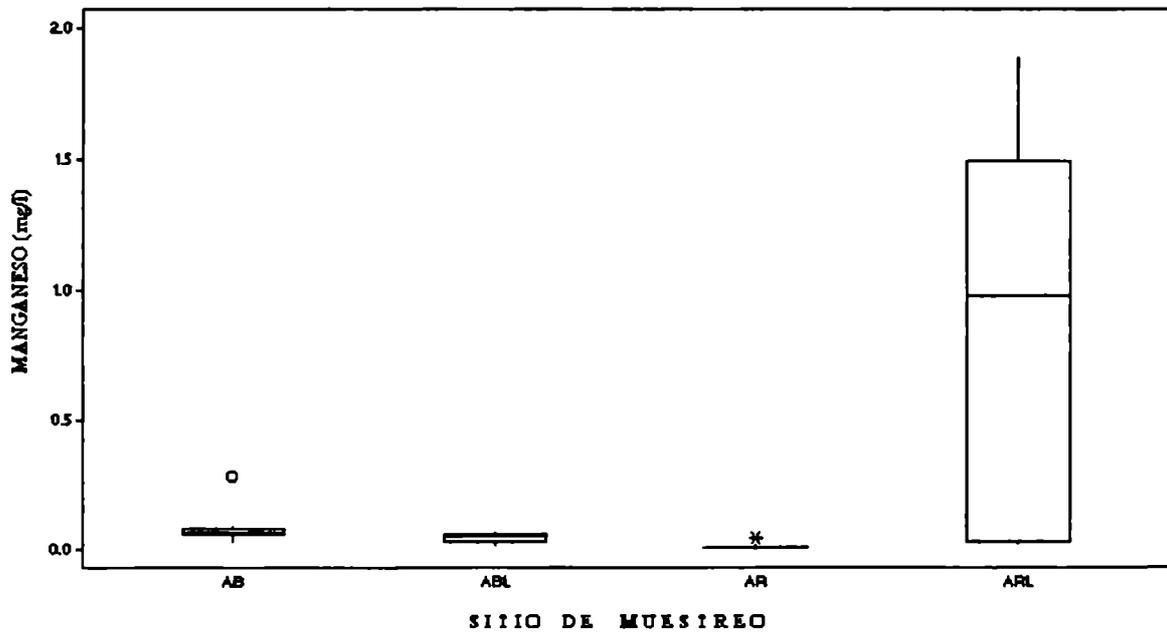
ACUÍFERO PAMPEANO: HIERRO VS. SITIO



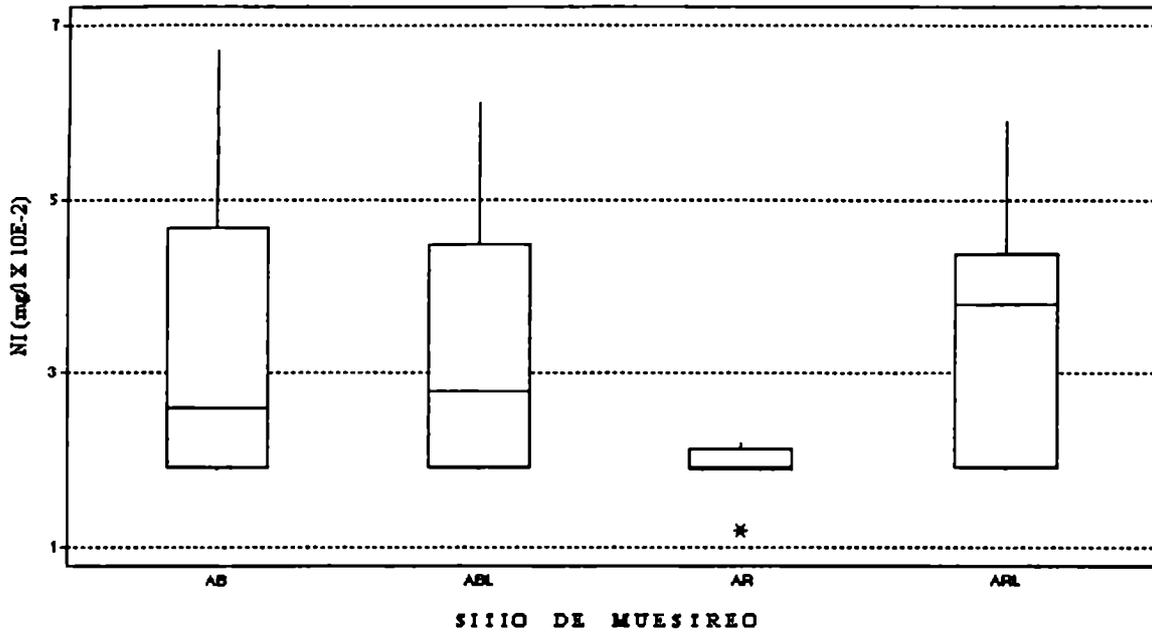
ACUÍFERO PAMPEANO: MERCURIO VS. SITIO



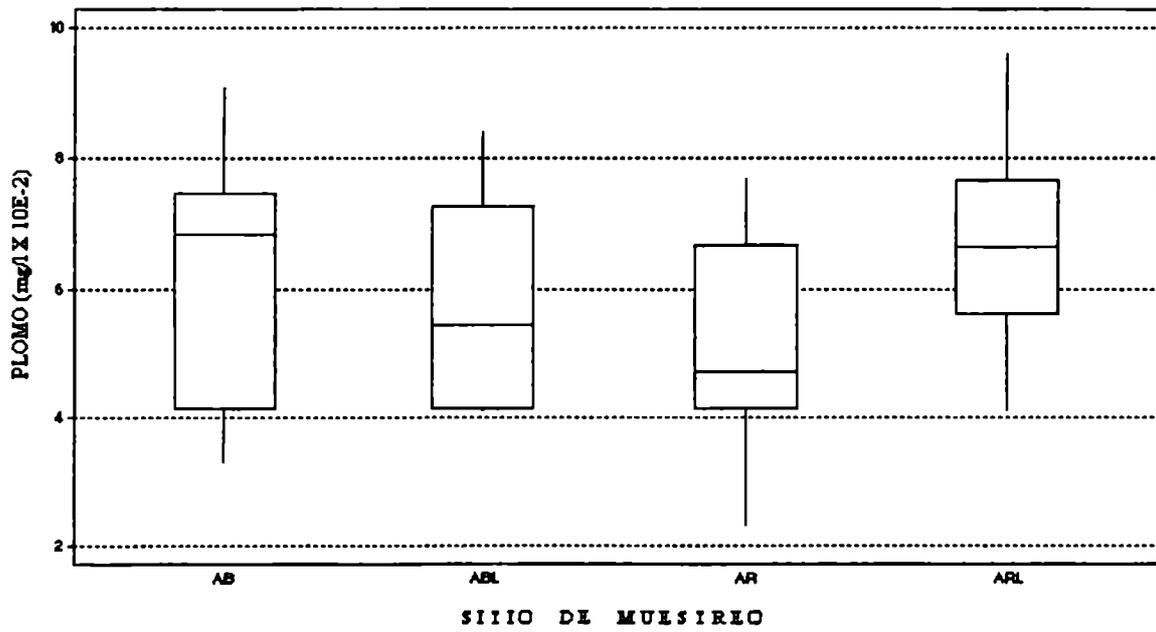
ACUÍFERO PAMPEANO: MANGANESO VS. SITIO

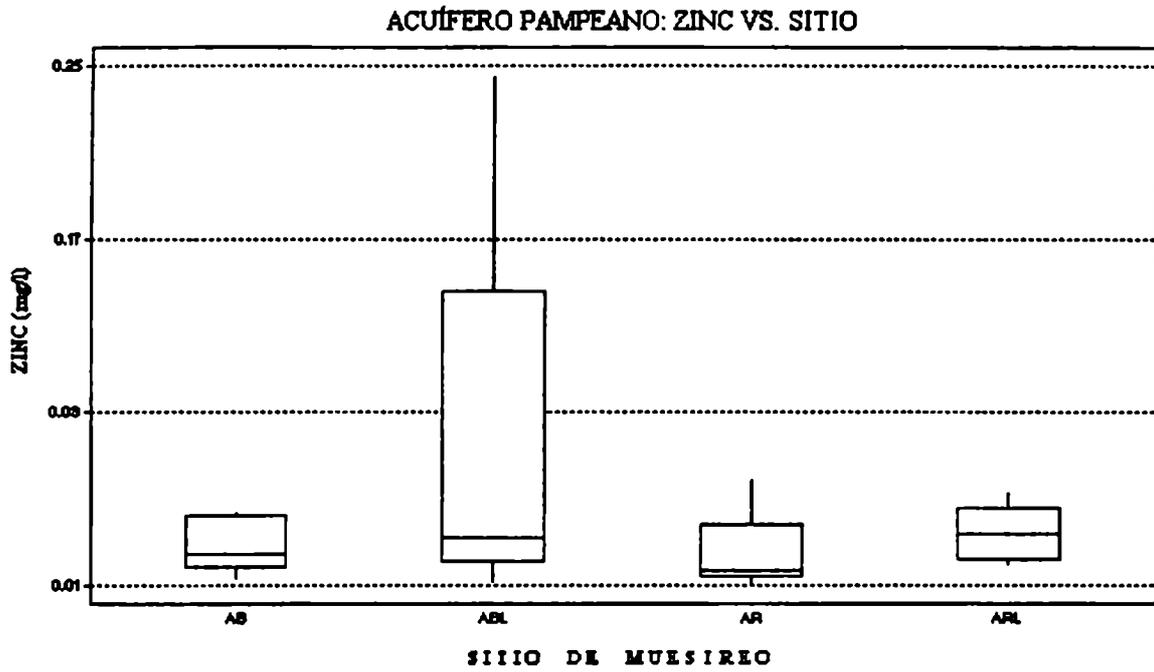


ACUÍFERO PAMPEANO: NÍQUEL VS. SITIO

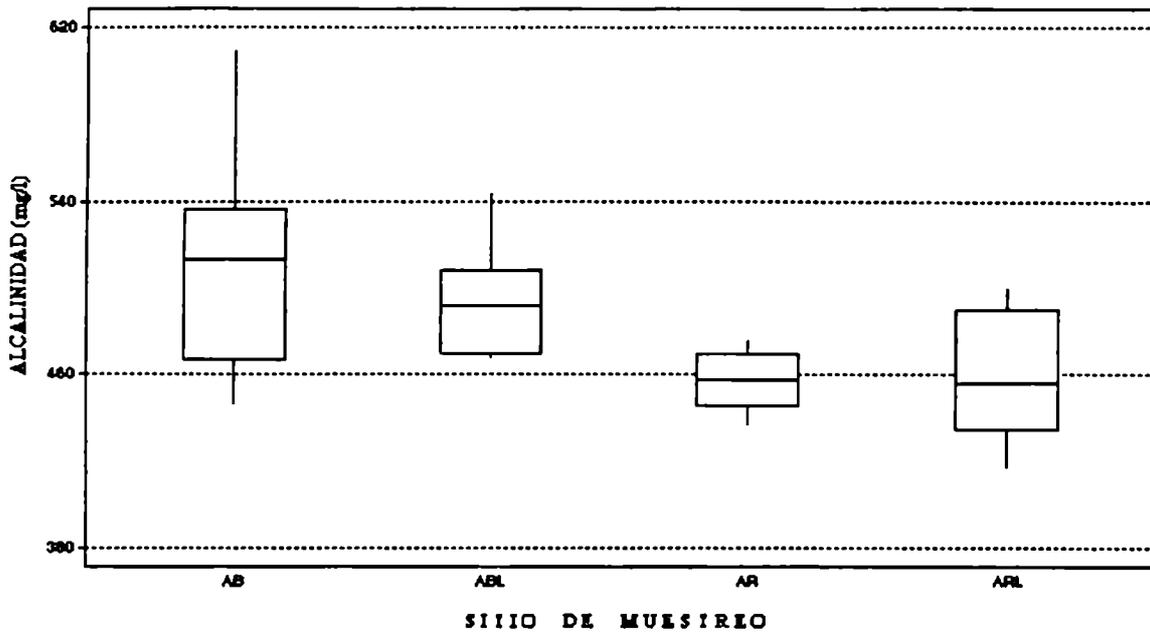


ACUÍFERO PAMPEANO: PLOMO VS. SITIO

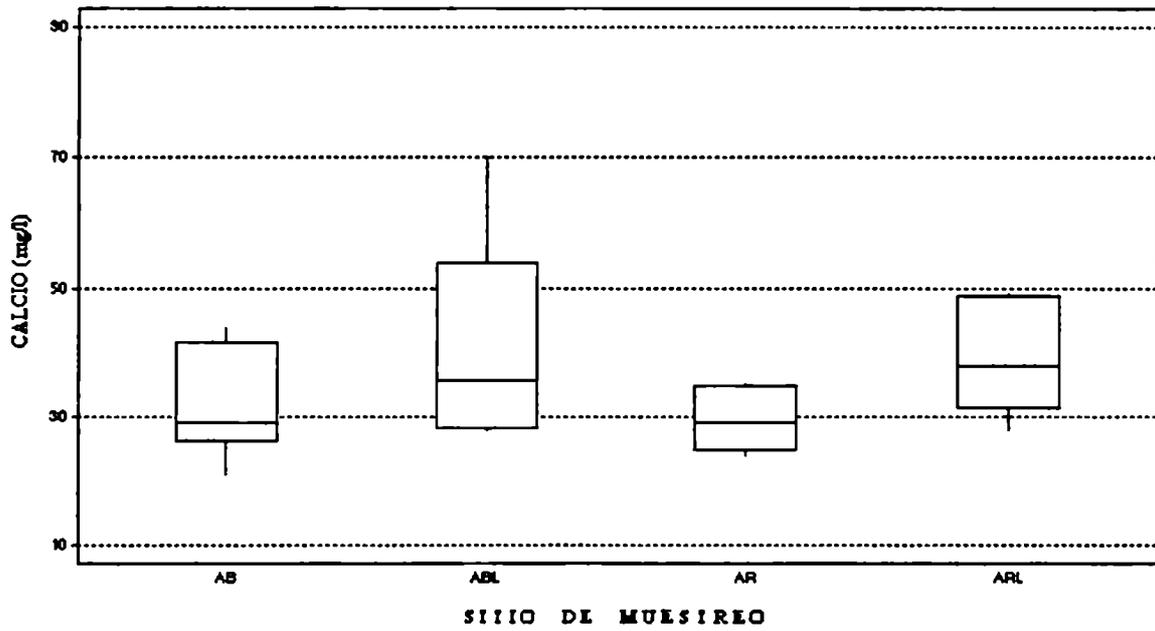




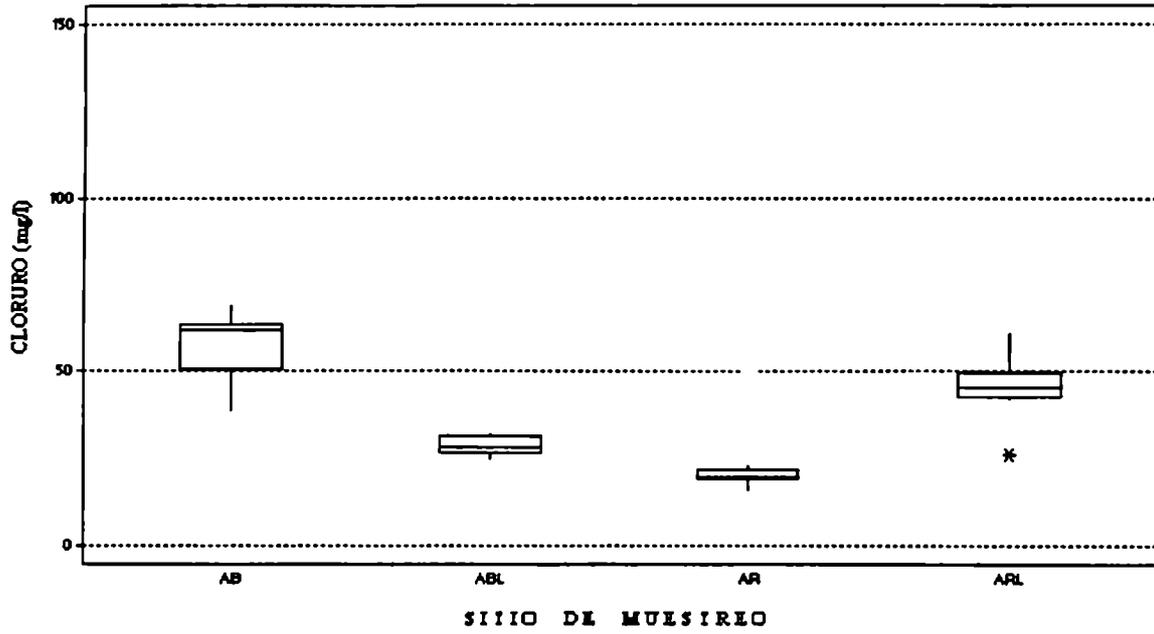
ACUÍFERO PUELCHE: ALCALINIDAD VS. SITIO



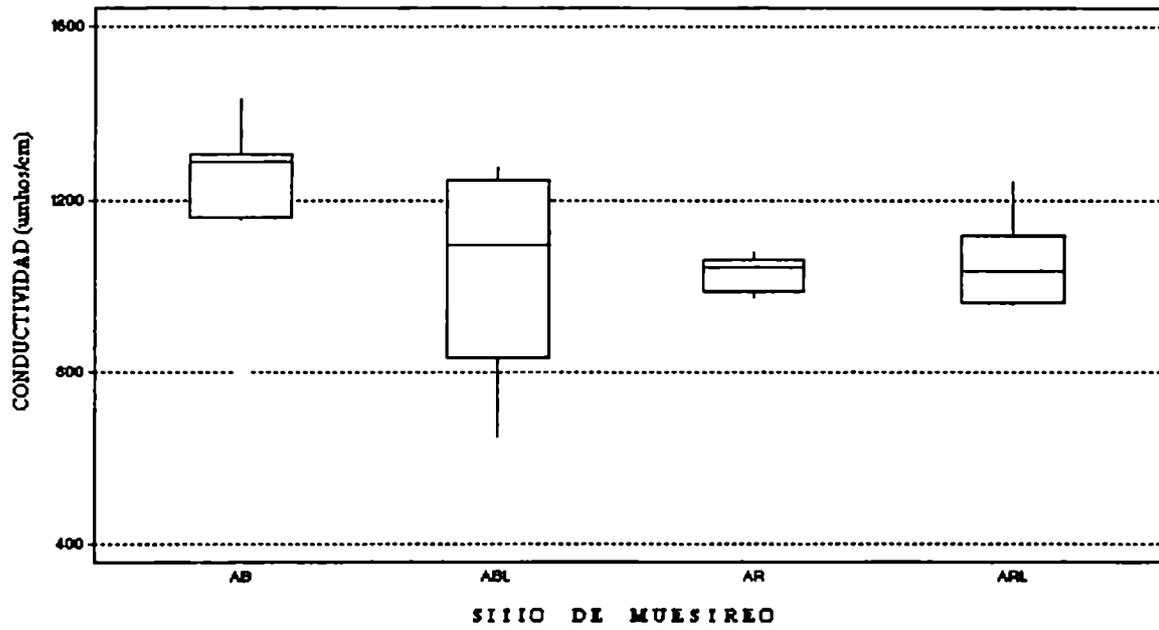
ACUÍFERO PUELCHE: CALCIO VS. SITIO



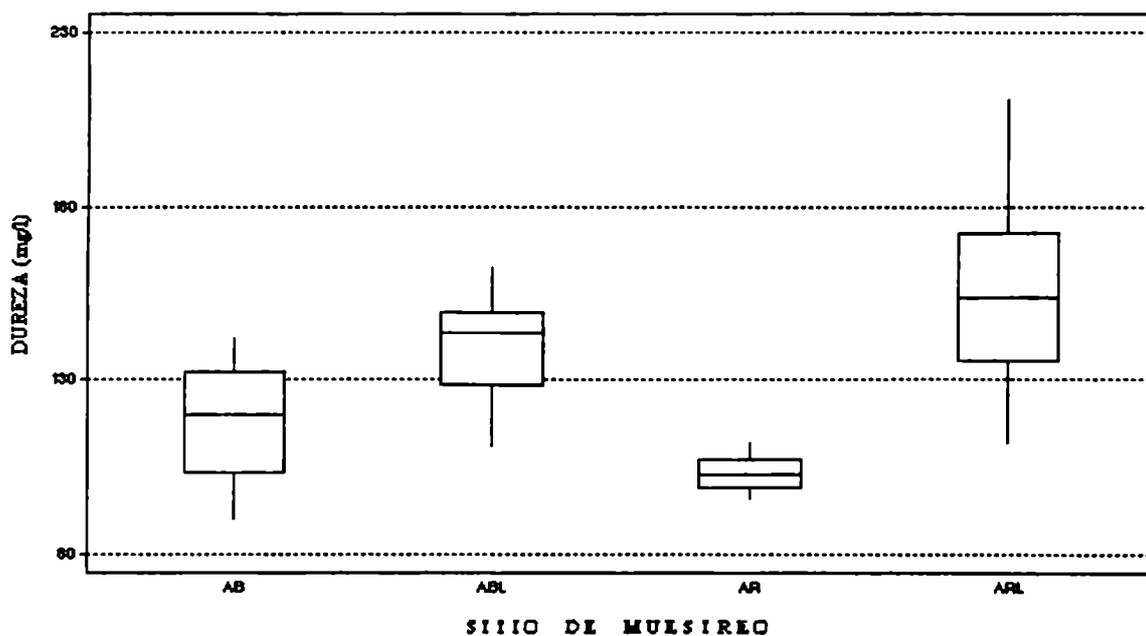
ACUÍFERO PUELICHE: CLORURO VS. SITIO



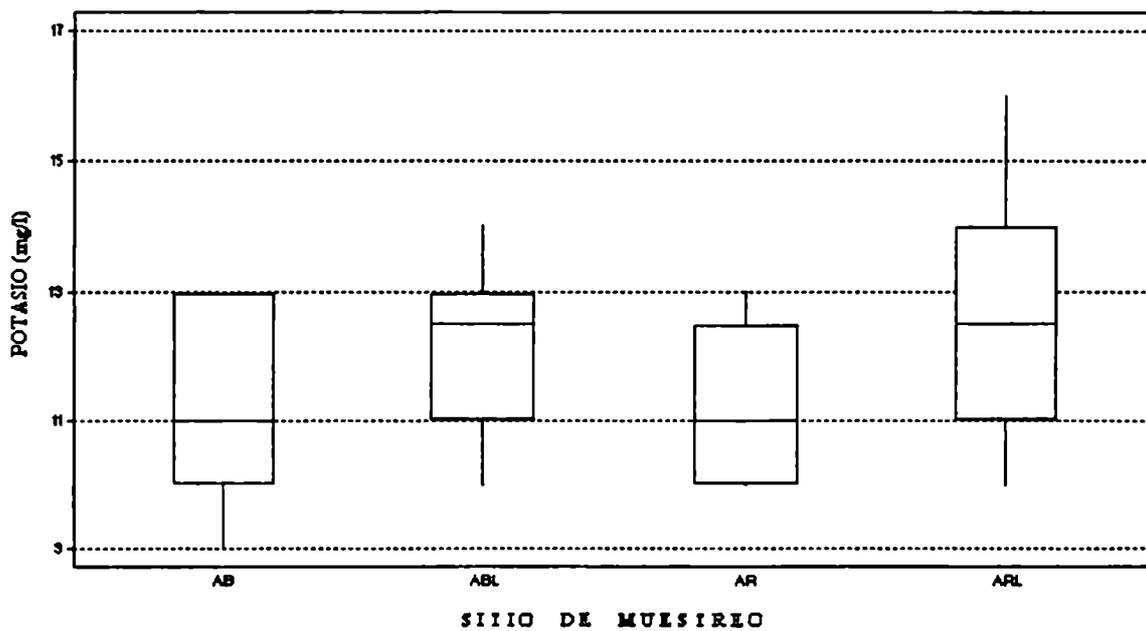
ACUÍFERO PUELICHE: CONDUCTIV. VS. SITIO



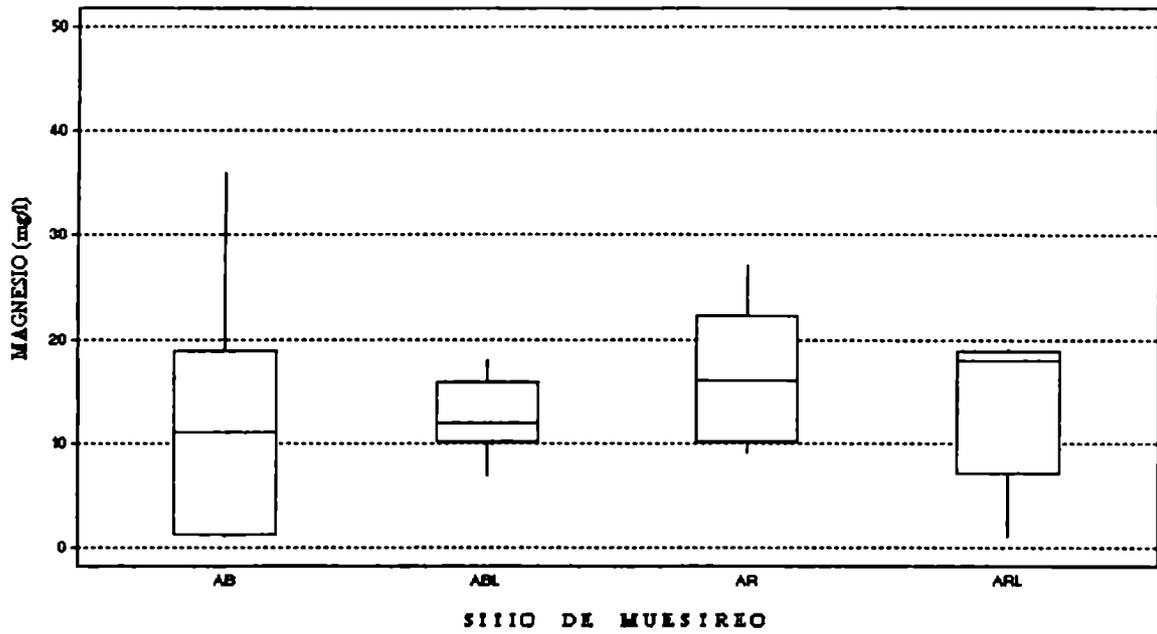
ACUÍFERO PUELCHE: DUREZA VS. SITIO



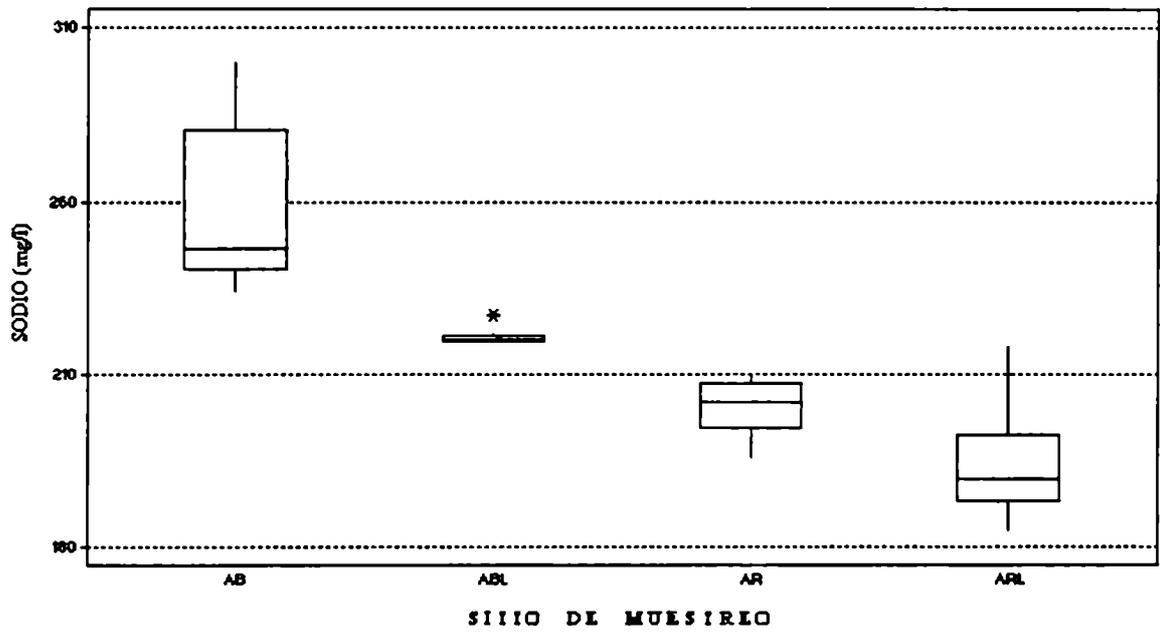
ACUÍFERO PUELCHE: POTASIO VS. SITIO



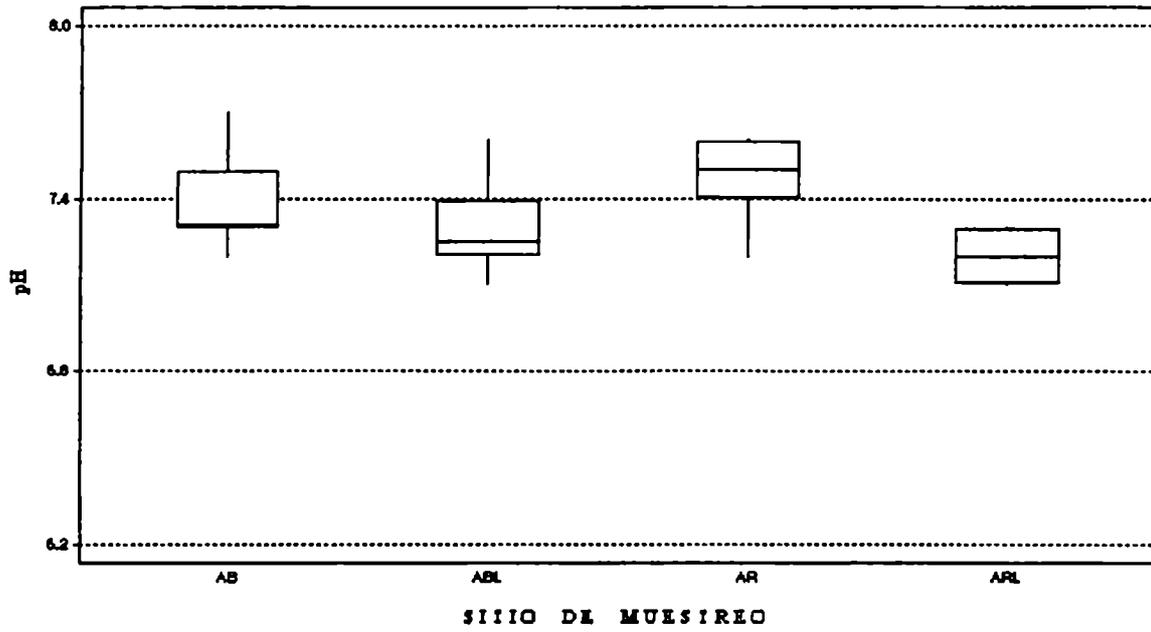
ACUÍFERO PUELCHE: MAGNESIO VS. SITIO



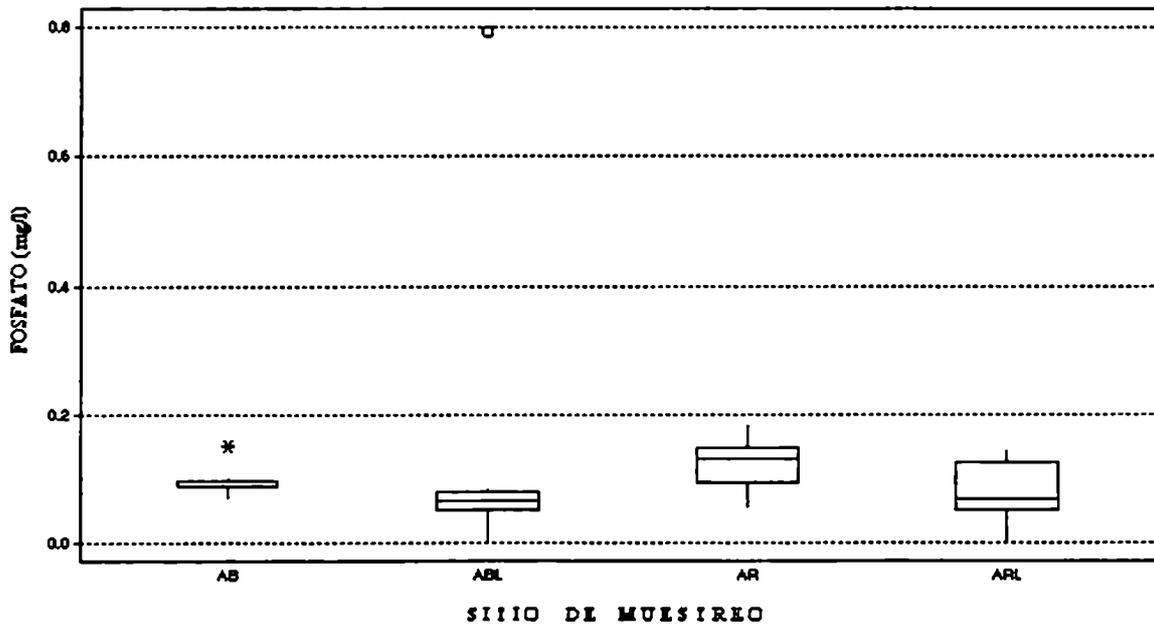
ACUÍFERO PUELCHE: SODIO VS. SITIO



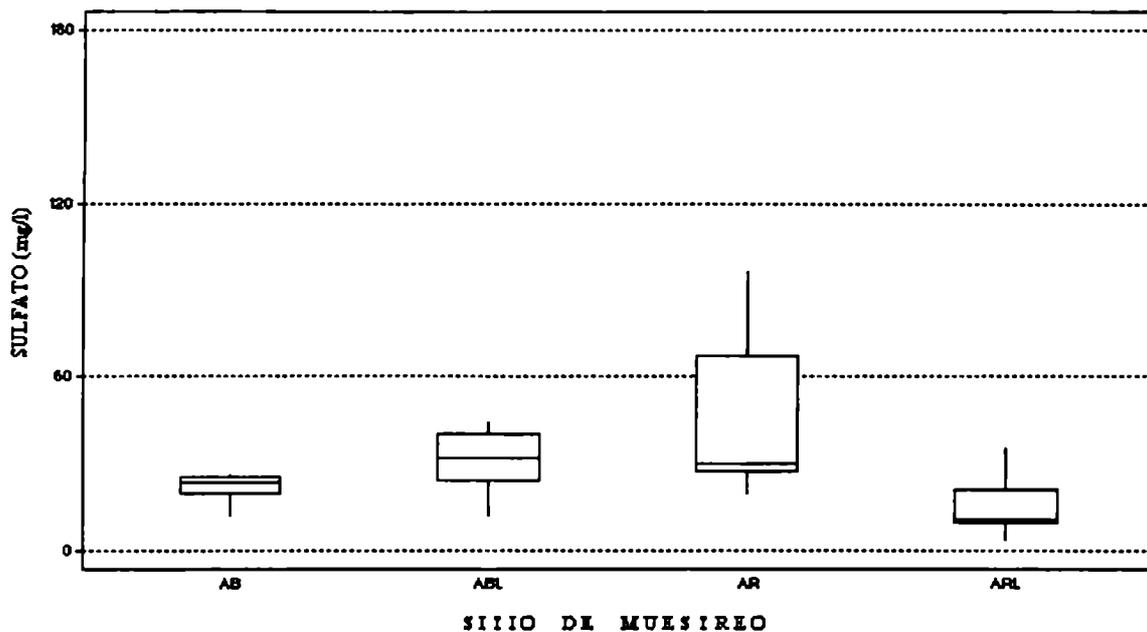
ACUÍFERO PUELCHE: pH VS. SITIO



ACUÍFERO PUELCHE: FOSFATO VS. SITIO



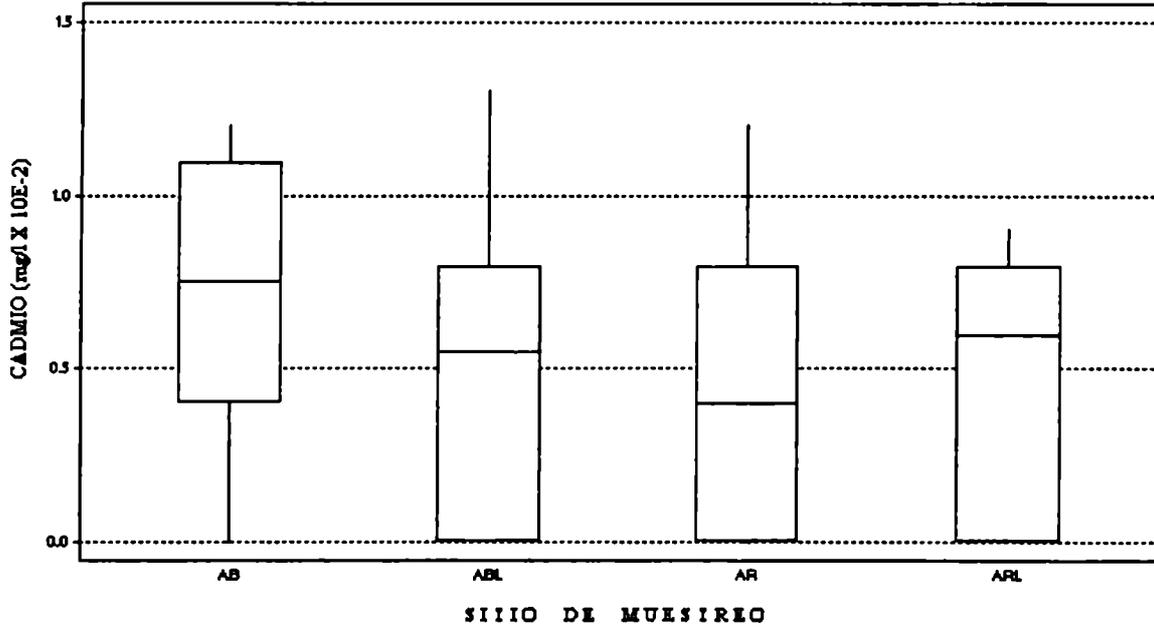
ACUÍFERO PUELCHE: SULFATO VS. SITIO



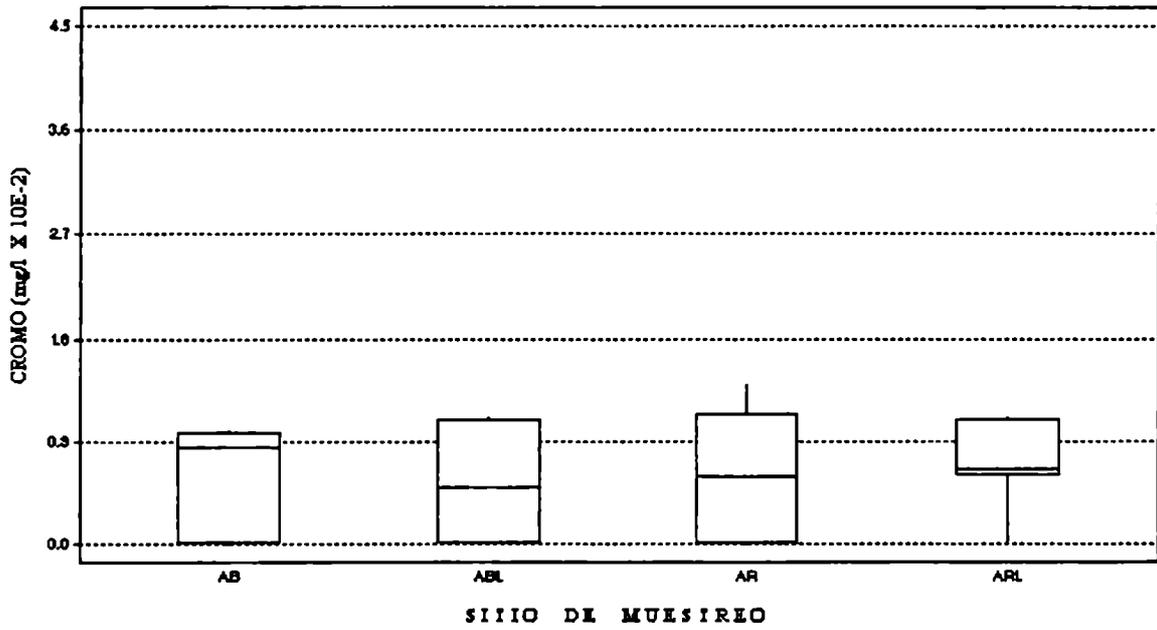
ACUÍFERO PUELCHE: CIANURO VS. SITIO



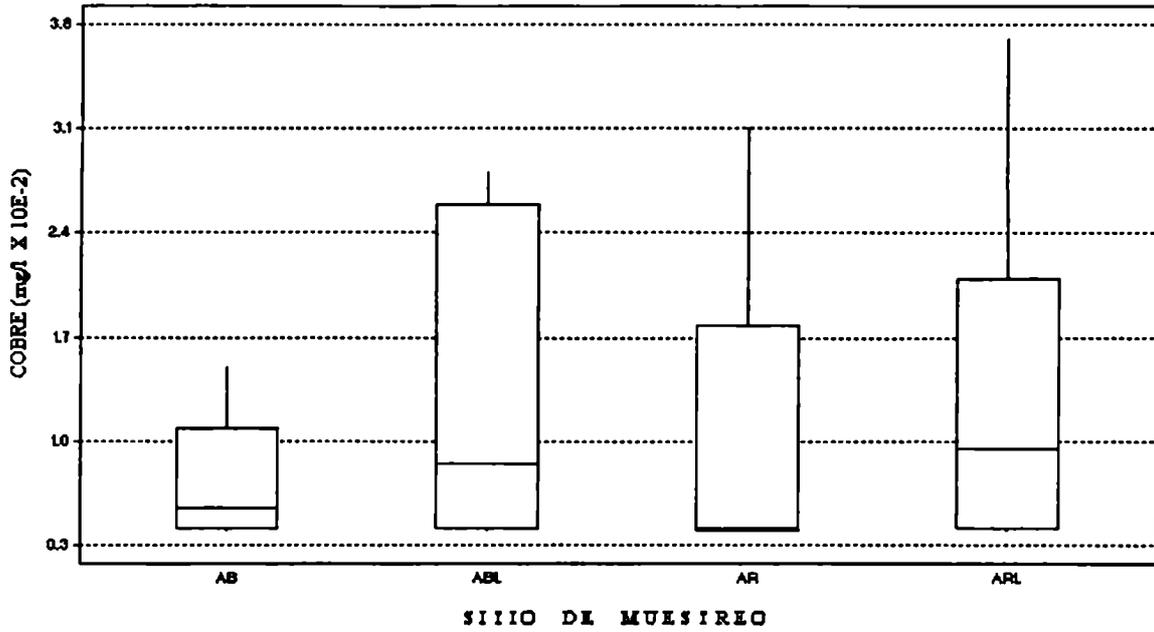
ACUÍFERO PUELCHE: CADMIO VS. SITIO



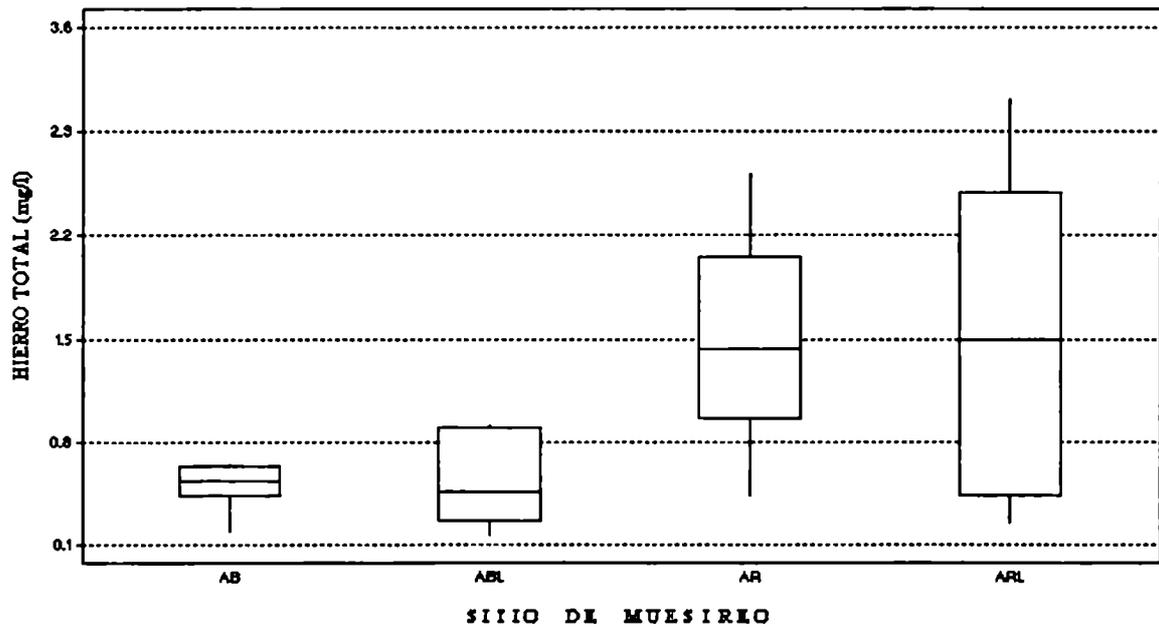
ACUÍFERO PUELCHE: CROMO VS. SITIO



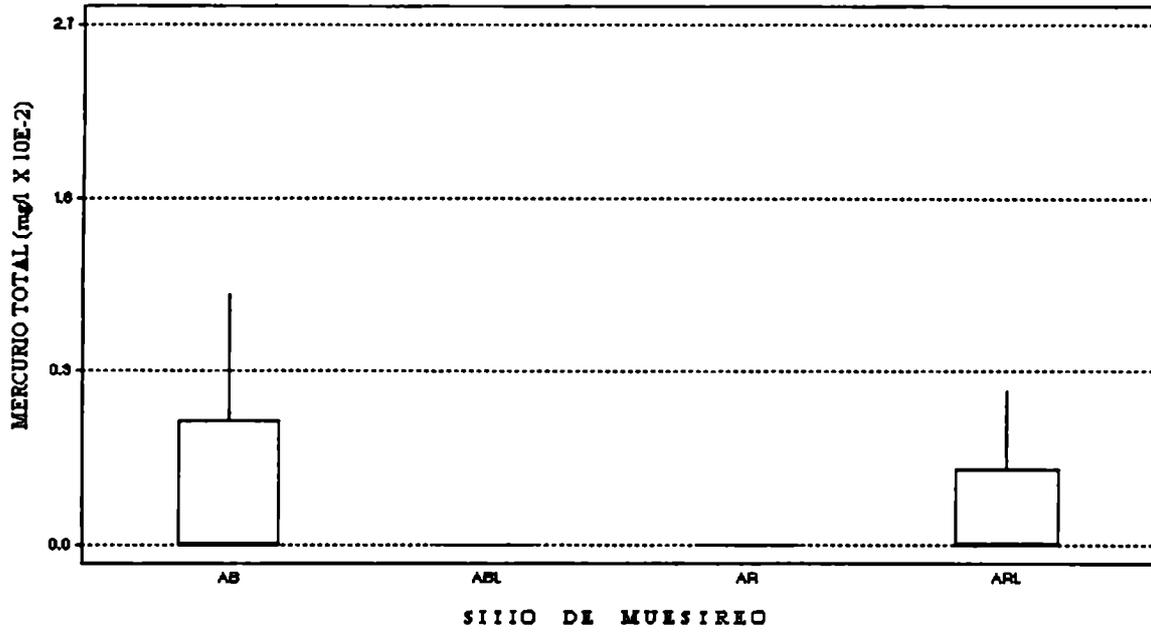
ACUÍFERO PUELCHE: COBRE VS. SITIO



ACUÍFERO PUELCHE: HIERRO VS. SITIO



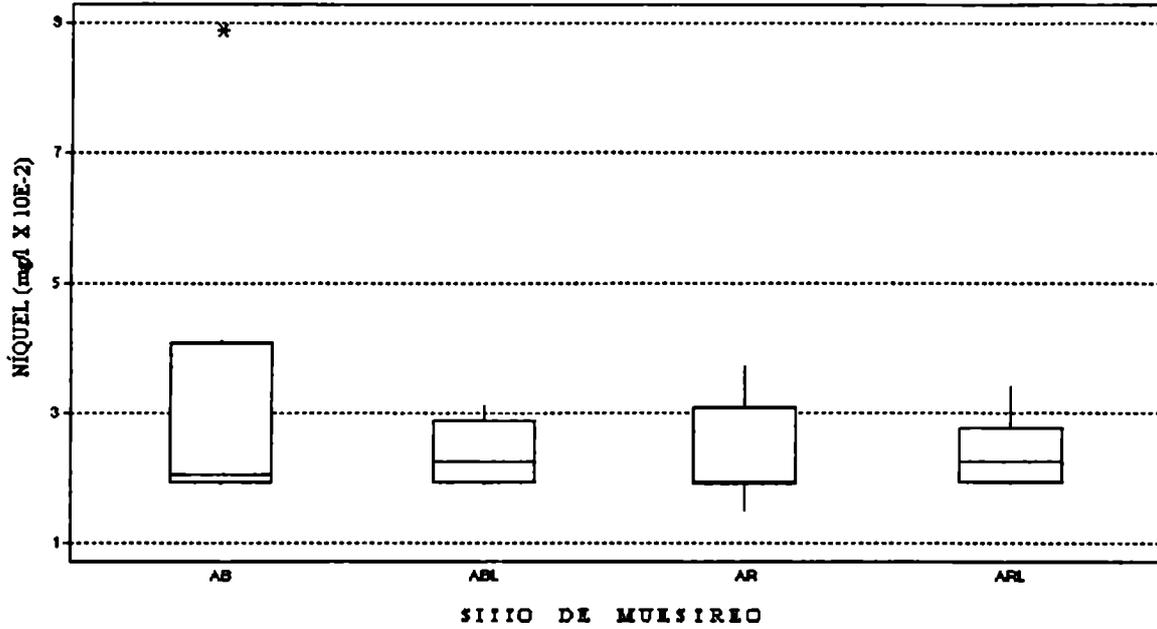
ACUÍFERO PUELCHE: MERCURIO VS. SITIO



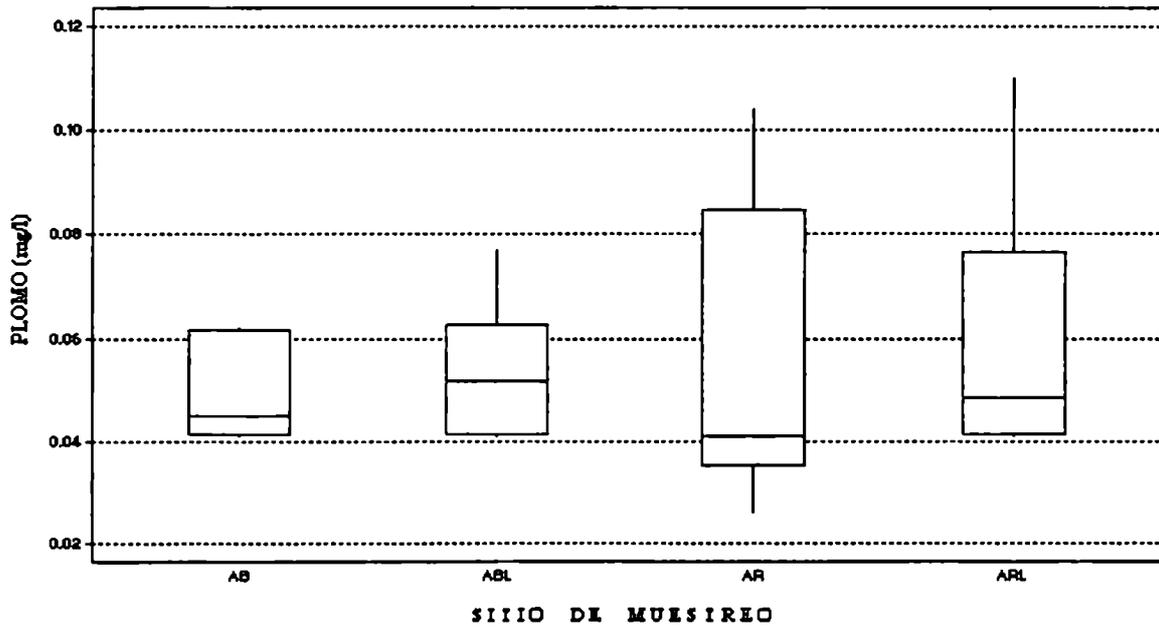
ACUÍFERO PUELCHE: MANGANESO VS. SITIO



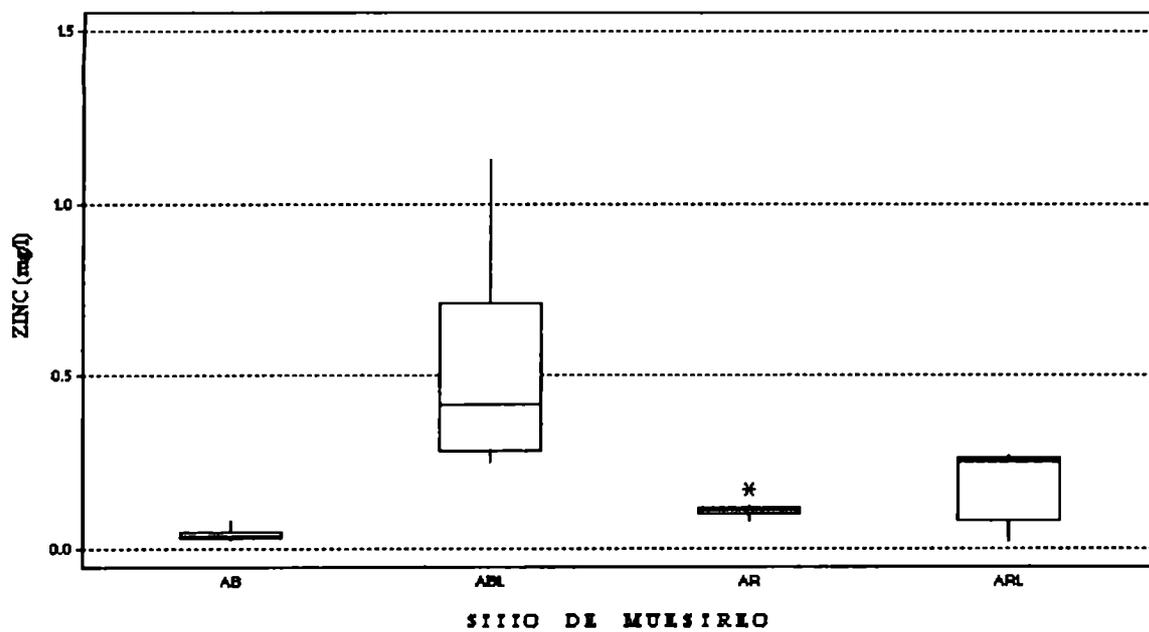
ACUÍFERO PUELCHE: NÍQUEL VS. SITIO



ACUÍFERO PUELCHE: PLOMO VS. SITIO



ACUÍFERO PUELCHE: ZINC VS. SITIO



Como se observa en los gráficos, para el **acuífero Pampeano** el sitio AR presentó la menor variabilidad en los niveles de la mayor parte de los parámetros determinados (alcalinidad, cloruro, conductividad, dureza, magnesio, fosfato, cadmio, cromo, cobre, hierro, manganeso y zinc). También se observa para este acuífero que en el caso de la mayor parte de los parámetros las mayores concentraciones medianas se detectaron en los pozos laterales.

En el caso del **acuífero Puelche** únicamente los parámetros alcalinidad, calcio, cloruro, conductividad, dureza presentaron la menor variabilidad en el sitio AR.

Cuando se realizó la **comparación estadística de los niveles medios en función de la ubicación del pozo** para todos los parámetros se obtuvieron los resultados que se detallan a continuación.

En el caso del **acuífero Pampeano** (ver Tabla 3.2.), las concentraciones medias de fosfato, sulfato, zinc, cadmio, níquel y plomo no variaron significativamente con la ubicación del pozo respecto de la cava (aguas arriba, abajo, arriba-lateral y abajo-lateral). En cambio, sí variaron significativamente según la ubicación del pozo los niveles de alcalinidad (K-W=18,62; $p < 0,01$), conductividad (F=10,10; $p < 0,01$), dureza (K-W=17,66; $p < 0,01$), pH (F=17,16; $p < 0,01$), calcio (K-W=16,09; $p < 0,01$), magnesio (K-W=8,31; $p < 0,05$), cloruro (K-W=17,78; $p < 0,01$), potasio (K-W=17,44; $p < 0,01$), sodio (K-W=16,25; $p < 0,01$), cobre (K-W= 10,52; $p < 0,05$), cromo (K-W=8,21; $p < 0,05$), hierro (K-W=17,43; $p < 0,01$) y manganeso (K-W=12,99; $p < 0,01$).

Las comparaciones de medias a posteriori mostraron distintos patrones de diferenciación entre sitios según los parámetros. Para el grupo formado por el cobre, el manganeso y el hierro, la concentración media fue significativamente mayor en el pozo ubicado aguas abajo de la cava que en el que se encontraba aguas arriba (al 5%).

Para las demás variables mencionadas arriba en cambio, las diferencias significativas se detectaron entre el pozo aguas arriba (menor concentración media) y uno de los pozos laterales o ambos, que fue o fueron los que presentaron mayor concentración media. Como puede observarse en la Figura 3.2, para estos parámetros las concentraciones medianas fueron mayores en los pozos laterales (especialmente en ARL) que en los pozos de los sitios AR y AB (ver alcalinidad, calcio, cloruro, dureza, sodio, potasio y conductividad). Para el pH,

los pozos laterales muestran una mediana menor que los pozos de los otros dos sitios.

Para el **acuifero Puelche** en cambio (ver Tabla 3.2.), las concentraciones medias de la mayoría de los parámetros analizados no variaron significativamente con la ubicación del pozo respecto de la cava (calcio, conductividad, potasio, fosfato, magnesio, cadmio, cromo, cobre, hierro, manganeso, níquel, plomo).

Las concentraciones medias que variaron significativamente según la ubicación de los pozos fueron la alcalinidad ($F=3,80$; $p<0,05$), la dureza ($K-W=13,59$; $p<0,01$), el sodio ($F=16,00$; $p<0,01$), el pH ($F=3,40$; $p<0,05$), el cloruro ($K-W=14,01$; $p<0,01$), el sulfato ($K-W=8,03$; $p<0,05$) y el zinc ($K-W=15,14$; $p<0,01$).

Para el cloruro y el sodio, la concentración media en el pozo ubicado aguas abajo de la cava fue significativamente mayor que la del pozo ubicado aguas arriba (al 5%). En el caso del sodio, el nivel medio aguas abajo también fue significativamente mayor que las concentraciones medias de los pozos laterales. La dureza media fue significativamente menor aguas arriba que en los pozos laterales. La alcalinidad no mostró diferencias significativas en las comparaciones a posteriori.

En el caso del zinc la concentración media mínima se detectó en el pozo ubicado aguas abajo, y este nivel fue significativamente menor que el detectado en el pozo ubicado aguas abajo lateralmente. Para el sulfato y el pH, los valores medios aguas arriba fueron significativamente mayores que los detectados en el pozo ubicado en el sitio ARL.

En la Tabla 3.2 se presenta una síntesis de los análisis realizados.

TABLA 3.2. Síntesis de los tests estadísticos realizados para verificar diferencias entre los sitios de muestreo para ambos acuíferos, Florencio Varela.

PAMPEANO			PUELICHE	
Parámetro	Estad.; valor p ¹	Compar.a post. ²	Estad.; valor p ¹	Compar.a post. ²
Alcalinidad	KW=18,62; p<0,01	AR<ARL; AR<ABL	F=3,80; p<0,05	N.S.
Calcio	KW=18,09 p<0,01	AR<ARL; AB<ARL	N.S.	N.S.
Cadmio	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Cloruro	KW=17,78; p<0,01	AR<ARL; AB<ARL	KW=14,01; p<0,01	AR<AB
Cobre	KW=10,52; p<0,05	AR<AB	N.S.	N.S.
Conduct.	F=10,10; p<0,01	AR<ARL	N.S.	N.S.
Cromo	KW=8,21 p<0,05	AR<ARL	N.S.	N.S.
Dureza	KW=17,66; p<0,01	AR<ARL	KW=13,59; p<0,01	AR<ARL, ABL
Fosfato	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Hierro	KW=17,43; p<0,01	AR<AB; AR<ARL	N.S.	N.S.
Magnesio	KW=8,31; p<0,05	AR<ARL	N.S.	N.S.
Manganeso	KW=12,99; p<0,01	AR<AB; AR<ARL	N.S.	N.S.
Níquel	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
pH	F=17,16; p<0,01	AR, AB>ARL, ABL	F=3,40; p<0,05	AR>ARL
Plomo	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Potasio	KW=17,44; p<0,01	AR<ARL; AB<ARL	N.S.	N.S.
Sodio	KW=16,25; p<0,01	AR<ABL	F=16,00; p<0,01	AR, ARL, ABL<AB
Sulfato	N.S.	N.S.	KW=8,03; p<0,05	ARL<AR
Zinc	N.S.	N.S.	KW=15,14; p<0,01	AB<ABL

¹Se presenta el valor del estadístico y el valor p. N.S.: no hay diferencias significativas.

²Se presentan los sitios que presentan diferencias significativas para los niveles medios del parámetro correspondiente. También se presenta el signo de la diferencia. Las comparaciones a posteriori se analizaron por el método de Scheffé (5%). AB: sitio aguas abajo, AR: sitio aguas arriba, ABL: sitio aguas abajo lateral y ARL: sitio aguas arriba lateral.

3.C.ii. Variaciones temporales

Para analizar las variaciones temporales en los niveles de cada parámetro, se graficaron las concentraciones en función del muestreo para las primeras 5 muestras, que fueron tomadas sin intervalos mayores de 4 meses entre sí. Los gráficos se muestran en la Figura 3.3.a. y 3.3.b.

A partir de los gráficos puede observarse lo siguiente:

En el caso del **acuífero Pampeano** (Figura 3.3.a.), en cuanto a los *metales pesados*, se observa un patrón semejante (aunque no idéntico) de variación temporal para los sitios AB y ABL, en el que las concentraciones más elevadas corresponden a los muestreos del mes de noviembre (1993 y 1994), con la excepción del caso del zinc en ABL. La menor variabilidad temporal se observa en el sitio AR.

La comparación de las variaciones para *otros parámetros físico químicos* es más compleja debido a las determinaciones faltantes en las muestras del sitio AB. Para el cloruro, las concentraciones más elevadas también corresponden a las muestras de los meses de noviembre de 1994 y 1995 para los sitios AB y ABL. La alcalinidad y la conductividad parecen mostrar un patrón de variación temporal semejante en los 4 sitios (con la excepción de la conductividad en el primer muestreo del sitio ABL), y además los niveles mayores se observan en los pozos laterales. La concentración de los cationes muestra más variabilidad temporal en los pozos laterales.

El *pH* muestra patrones de variación temporal disímiles en los 4 sitios, salvo el descenso registrado entre julio y noviembre de 1994. El pH está aumentado en el sitio AB cuando se lo compara con el sitio AR, pero en ambos el pH es mayor que en los pozos laterales. En ningún caso la concentración de metales pesados se correlacionó con el pH.

FIGURA 3.3.a. Variaciones temporales de los parámetros analizados durante los muestreos de 1993 y 1994 en el acuífero Pampeano, Florencio Varela.

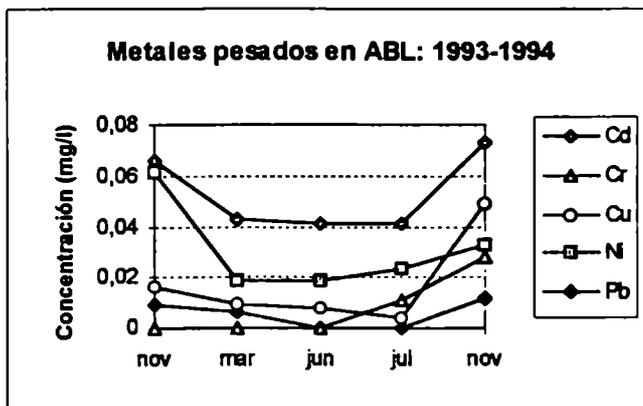
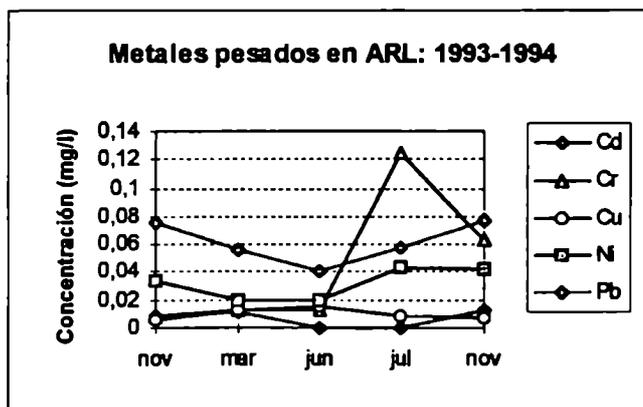
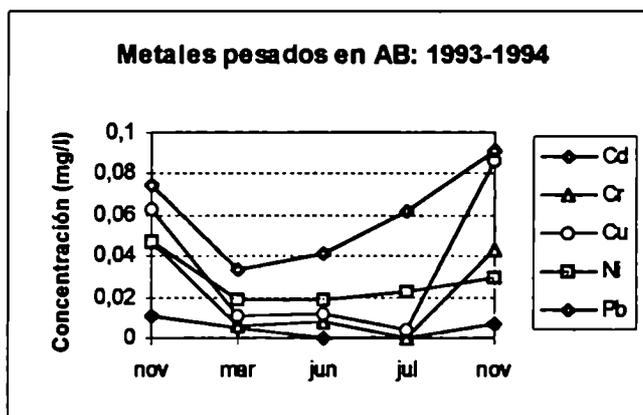
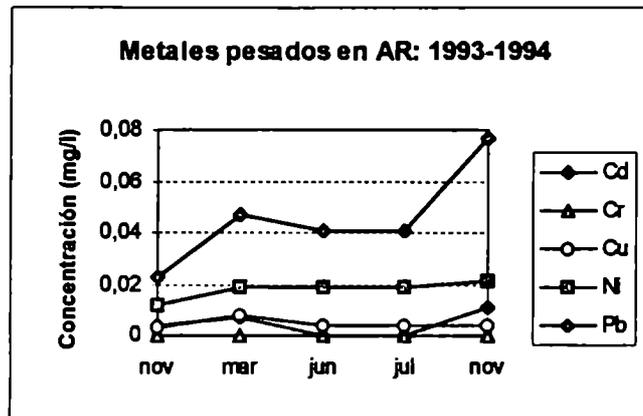


FIGURA 3.3.a. (continuación)

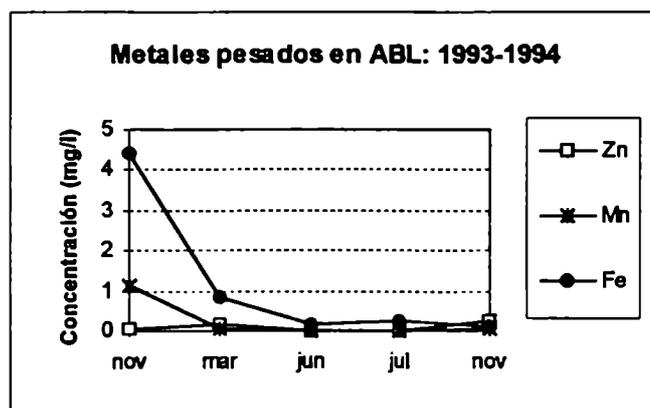
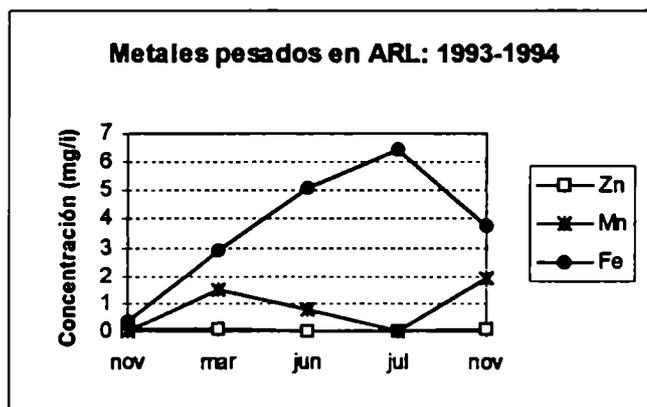
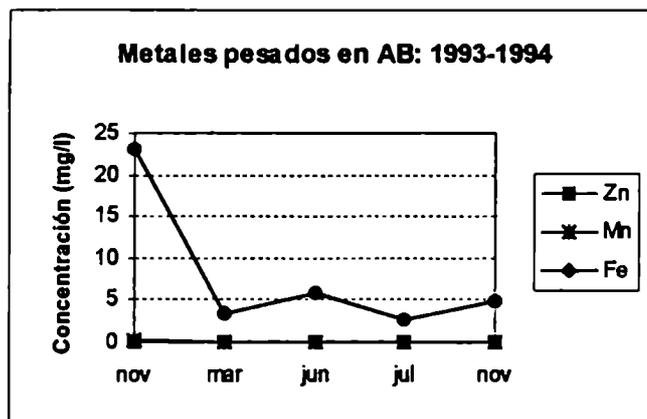
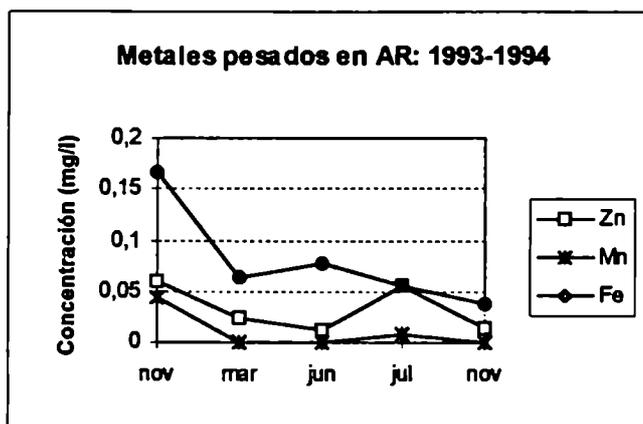


FIGURA 3.3.a. (continuación)

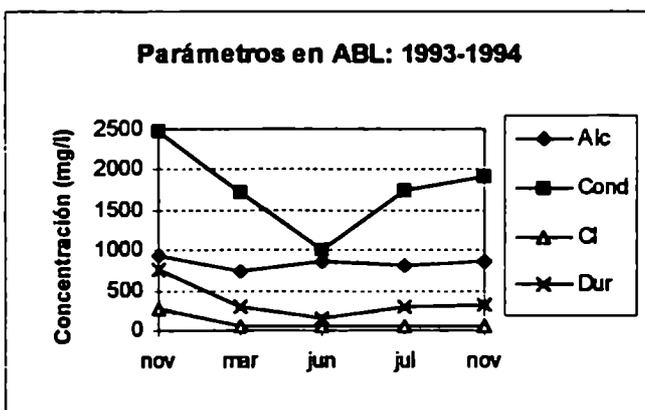
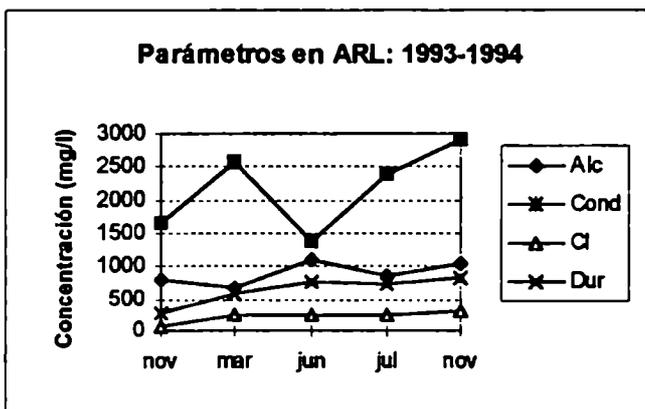
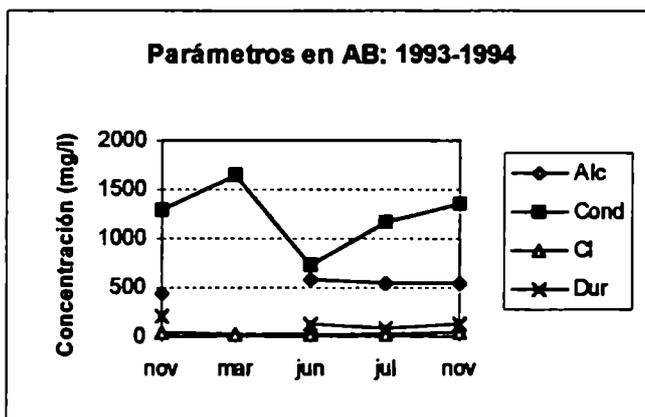
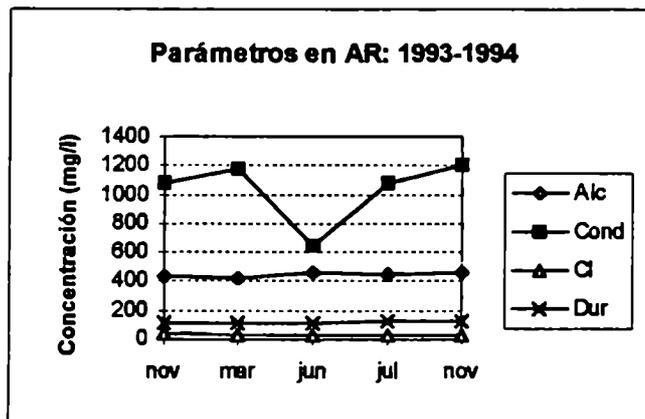
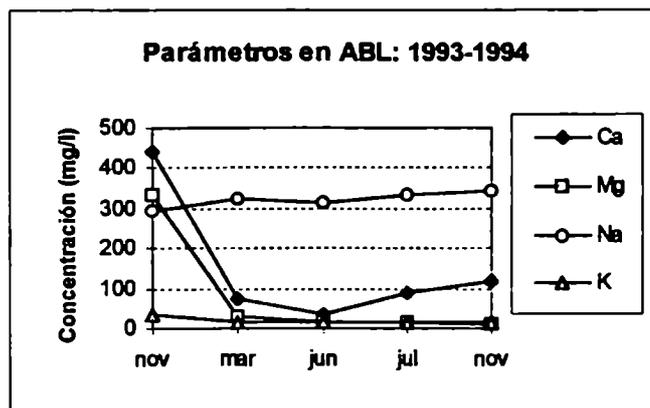
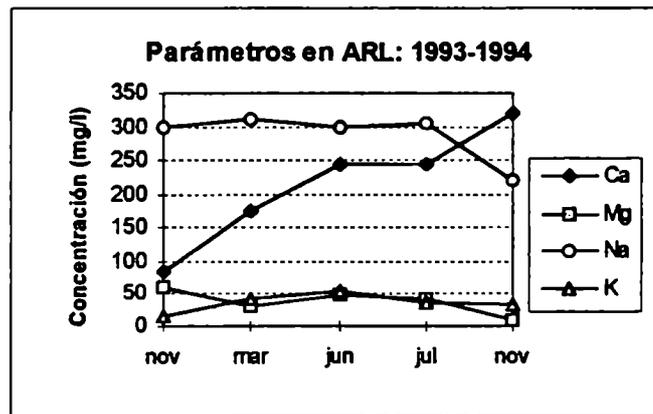
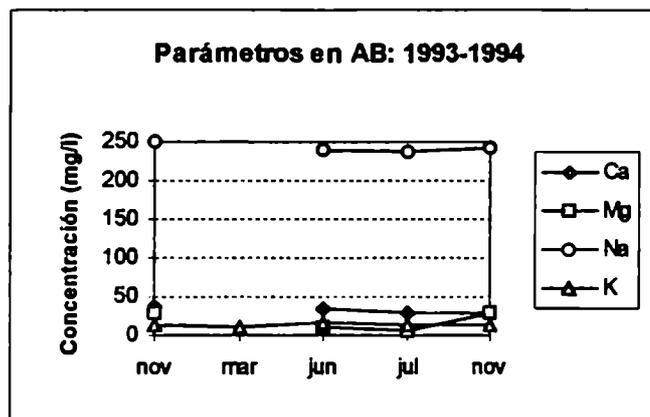
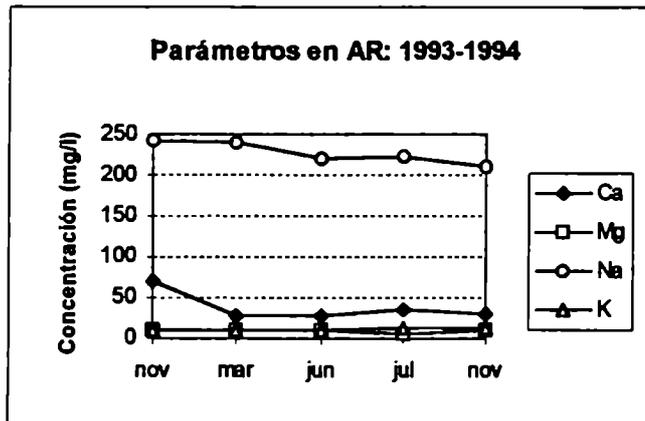


FIGURA 3.3.a. (continuación)



En el caso del **acuifero Puelche** en cambio (Figura 3.3.b.), los resultados muestran que en cuanto a los *metales pesados*, se observa un patrón de variación temporal semejante al del Pampeano para los sitios AB y ABL, en el que las concentraciones más elevadas corresponden a los muestreos del mes de noviembre (1993 y 1994), con la excepción del cobre y el zinc en ABL. En ARL, se registra un aumento en los niveles de hierro, manganeso, zinc, cobre y plomo en el segundo muestreo.

La comparación de las variaciones para *otros parámetros físico químicos*, tal como se observa en la Figura 3.3, muestra las siguientes características en los patrones de variación temporal:

- para la dureza y el calcio el patrón de variación temporal es semejante en los pozos laterales;
- para la conductividad y el potasio las variaciones tienen el mismo sentido en los cuatro sitios, aunque para la conductividad los valores son más elevados en el sitio AB;
- para la alcalinidad, las mayores concentraciones se detectaron en los sitios AB y ABL, y el patrón de variación de los cuatro sitios coincide para los tres últimos muestreos;
- para el sodio y el cloruro, las mayores concentraciones se detectaron en el sitio AB, pero los patrones de variación son disímiles para los cuatro sitios,
- para el magnesio, los patrones de variación son semejantes en los sitios ARL y AB.

El *pH* muestra patrones de variación temporal disímiles en los 4 sitios, aunque los rangos de variación son menores que en el caso del acuifero Pampeano. Tampoco en este caso la concentración de metales pesados se correlacionó con el pH.

FIGURA 3.3.b. Variaciones temporales de los parámetros analizados durante los muestreos de 1993 y 1994 en el acuífero Puelche, Florencio Varela.

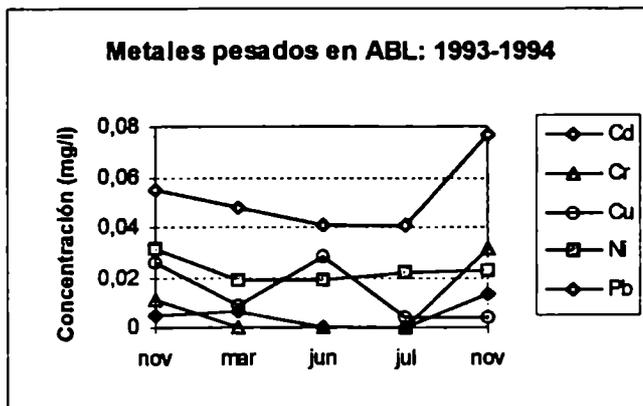
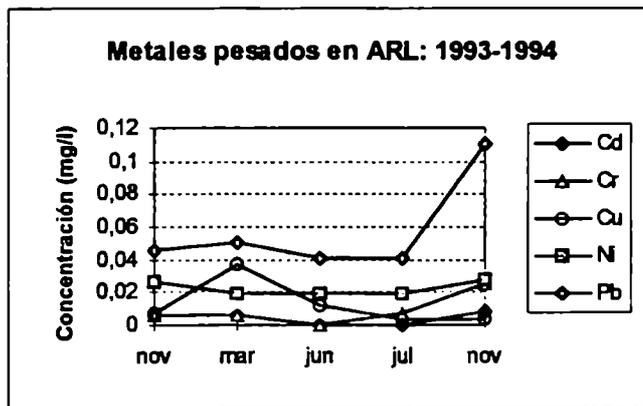
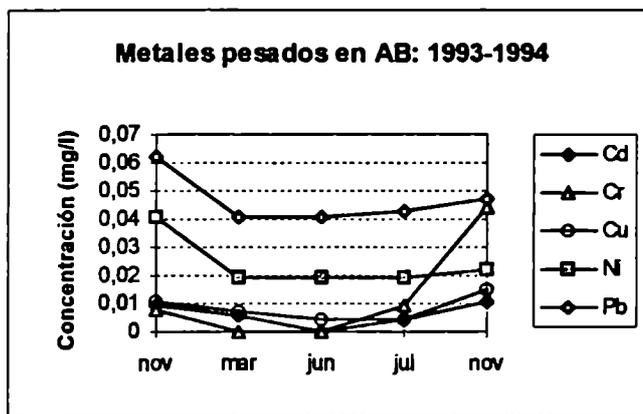
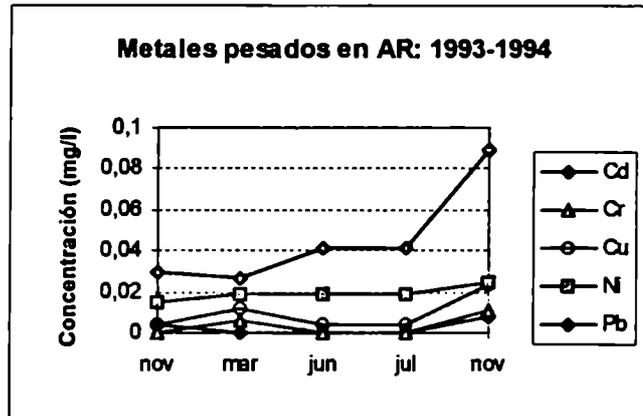


FIGURA 3.3.b. (continuación)

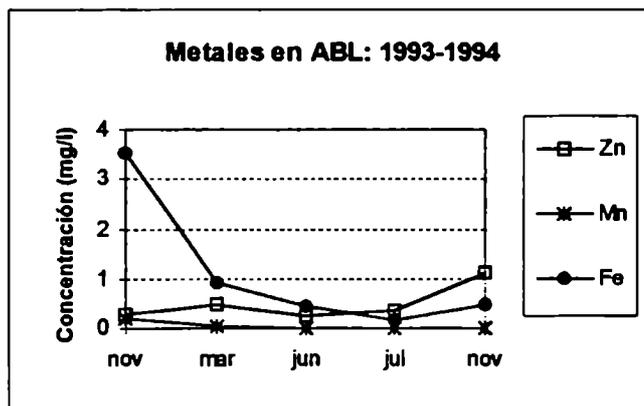
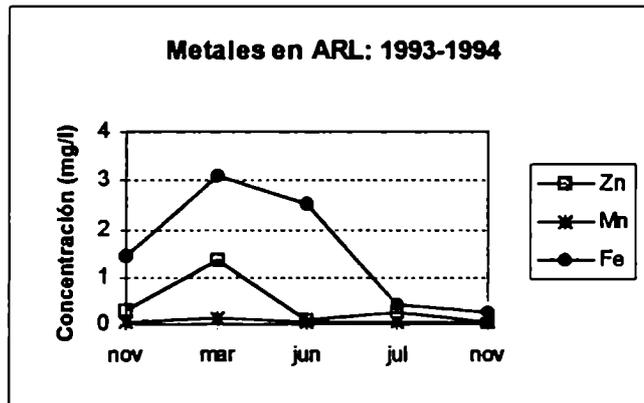
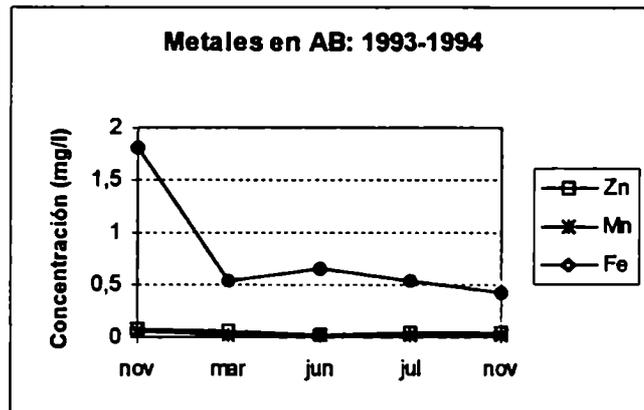
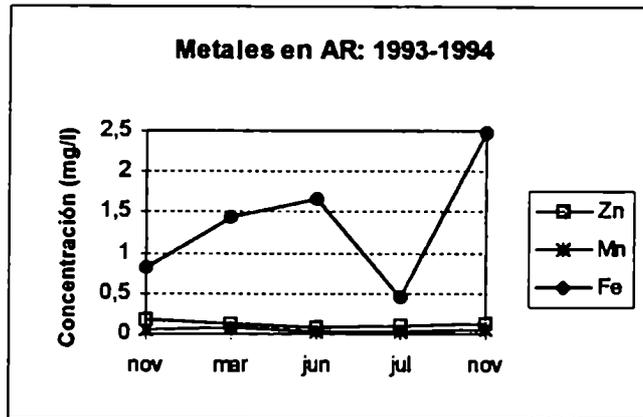


FIGURA 3.3.b. (continuación)

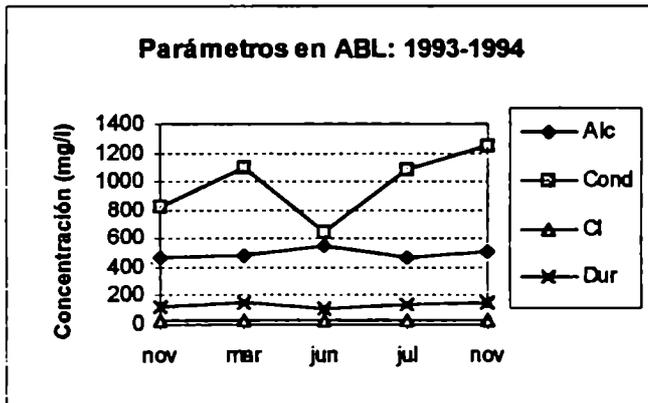
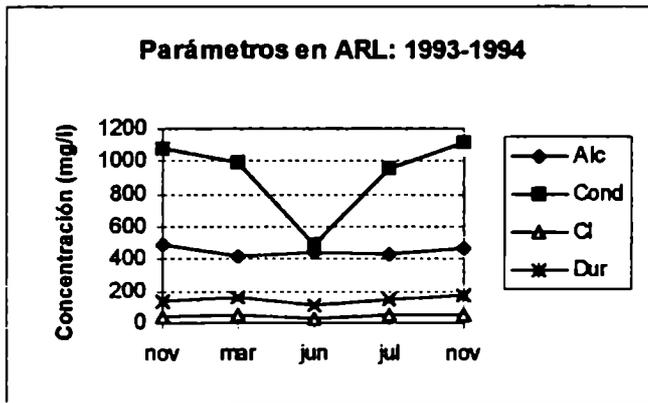
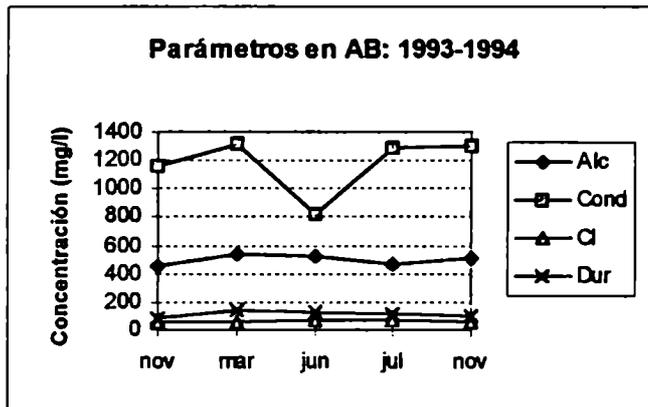
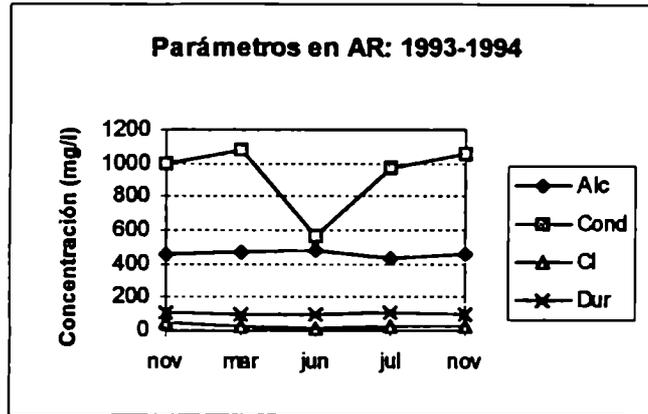
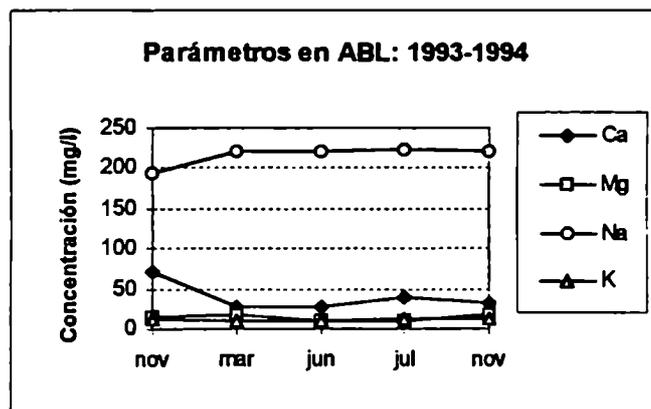
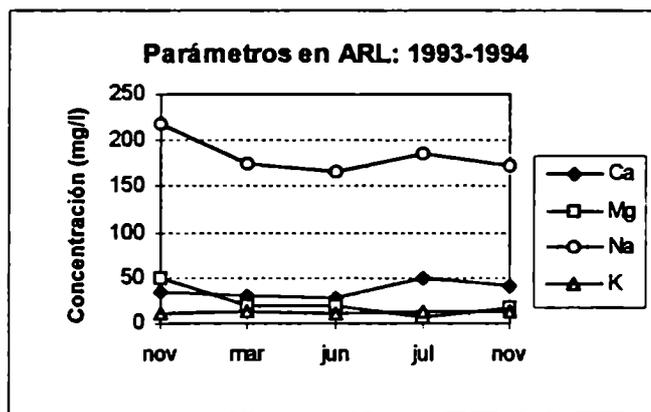
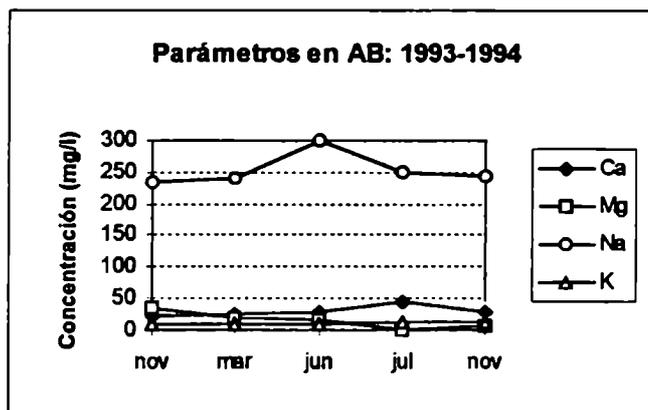
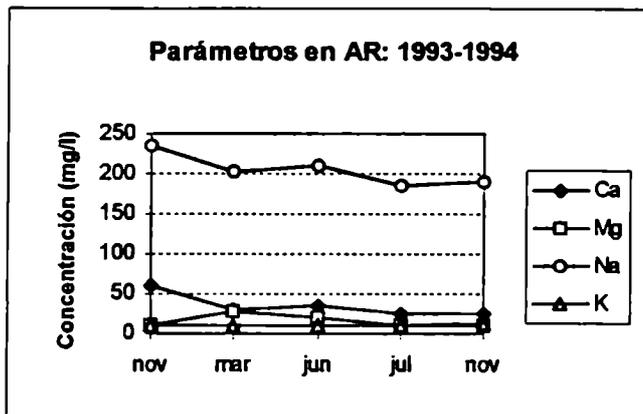


FIGURA 3.3.b. (continuación)



3.C.iii. Análisis multivariados

Con el objetivo de simplificar la descripción del conjunto de las variables sin perder información y lograr un ordenamiento de las muestras, se utilizó el Análisis de Componentes Principales (ACP), realizándose el análisis para cada acuífero. El cianuro y el mercurio total no se incluyeron en este análisis por las mismas razones ya mencionadas (alta proporción de muestras donde no fueron detectados y menor número de muestras analizadas). El fosfato y el sulfato no se incluyeron por no considerarse variables relevantes desde el punto de vista del impacto de la contaminación por residuos sólidos (Ehrig, 1983) y para maximizar la relación casos/variables que algunos autores recomiendan para este análisis (Norman & Streiner, 1996).

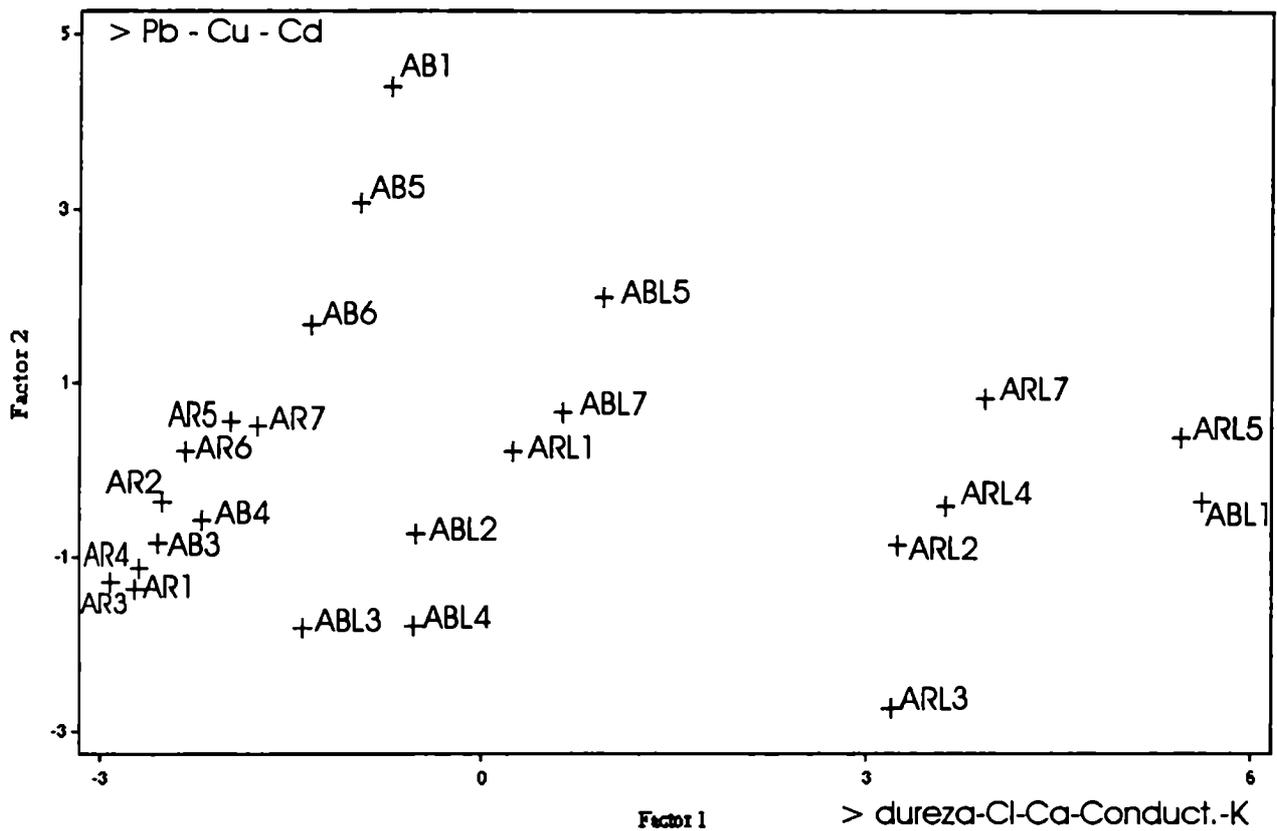
En el análisis realizado para el acuífero Pampeano los tres primeros factores explican el 68,9% de la varianza total. El primer componente principal da cuenta del 43,9% de la varianza, y las variables que más pesan sobre este eje son la dureza, el cloruro, el calcio, la conductividad y el potasio. El segundo factor dió cuenta del 15,1% de la varianza total. El plomo, el cobre y el cadmio son las variables más pesadas en este eje factorial. El tercer componente principal explica el 9,9% de la varianza total y está relacionado a los parámetros sodio y zinc.

La Figura 3.4 representa el gráfico del ACP y resume el ordenamiento de las muestras según los primeros dos ejes factoriales. En líneas generales, se puede observar en el gráfico un ordenamiento de las muestras tal que predomina el ordenamiento espacial sobre el temporal. Las muestras correspondientes a cada uno de los sitios se disponen según el *primer eje factorial* en el siguiente orden: AR, AB, ABL y ARL, según niveles crecientes de dureza, cloruro, calcio, conductividad y potasio decrecientes. En este eje, las muestras provenientes de los sitios AR y AB se encuentran gráficamente mucho más cercanas que las provenientes de los sitios correspondientes a los pozos laterales.

En cuanto al *segundo eje factorial*, relacionado con los niveles de metales pesados tales como el plomo, el cobre y el cadmio, separa principalmente a las muestras de los sitios AR y AB, estas últimas con mayores niveles de metales. Una de las muestras del sitio ABL se observa cercana a las del sitio AB en relación a este segundo eje y otra de ellas es la que se ubica entre las más distales en relación al primer eje.

Las muestras del sitio AR son las que aparecen formando el grupo más homogéneo en cuanto a las variables relacionadas con estos dos primeros ejes factoriales (ver autovalores y vectores en el Anexo, pg. V y VI).

FIGURA 3.4. Análisis de componentes principales para el acuífero Pampeano (17 parámetros). Ubicación de las muestras para los dos primeros ejes factoriales.



Los sitios de muestreo figuran como AR o aguas arriba, AB o aguas abajo, ARL o aguas arriba lateral y ABL o aguas abajo lateral.

Los números indican el muestreo, 1: noviembre de 1993, 2: marzo de 1994, 3: junio de 1994, 4: julio de 1994, 5: noviembre de 1994, 6: octubre de 1996 y 7: enero de 1997.

El ACP para el **acuífero Puelche**, cuando se consideran los 9 parámetros físico químicos explica el 70,6% de la varianza total tomando los tres primeros factores. El primer componente principal contiene el 36,7% de la varianza, y las variables que más pesan sobre este eje son la dureza, el potasio y el calcio. El segundo factor dió cuenta del 23,3% de la varianza y el sodio y la alcalinidad son las variables más pesadas en este eje factorial. El tercer componente principal explica el 10,6% de la varianza total y está relacionado inversamente al magnesio.

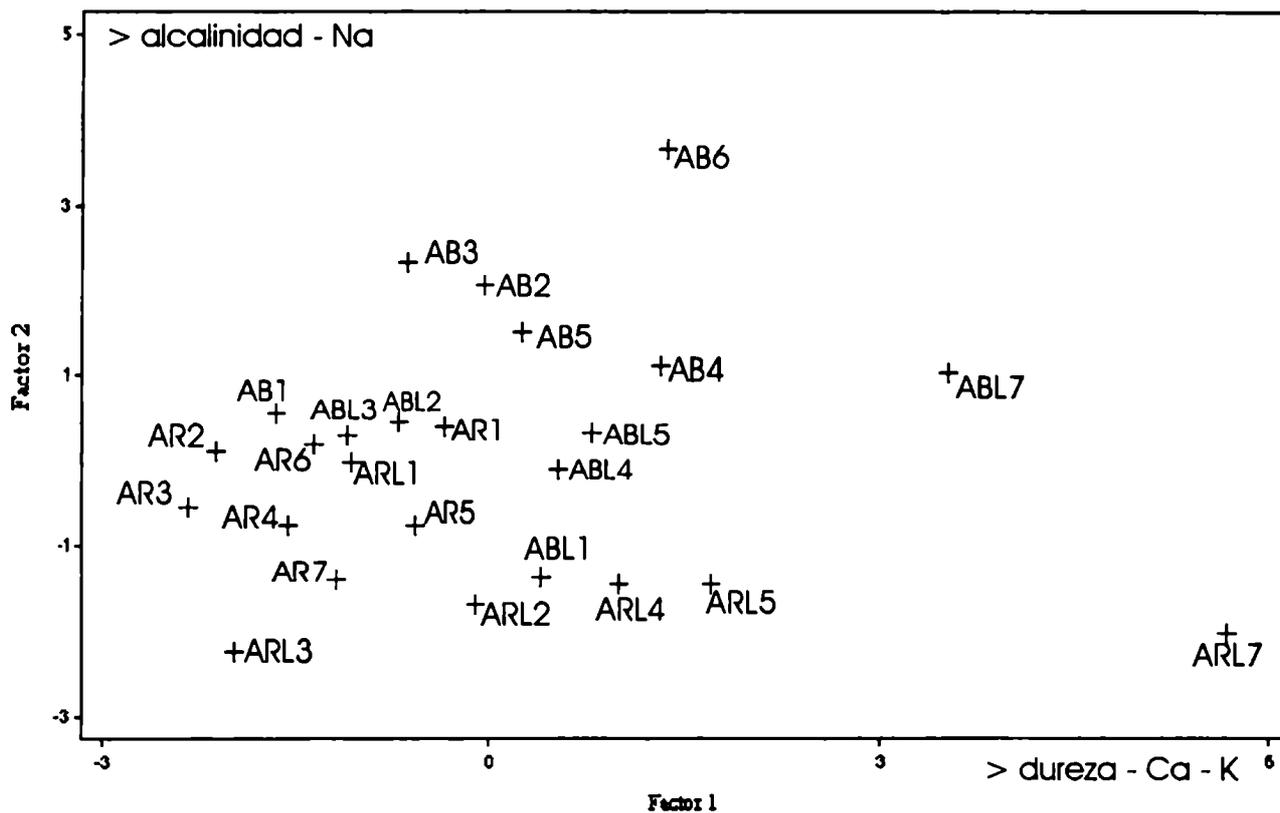
La Figura 3.5 representa el gráfico del ACP y resume el ordenamiento de las muestras según los primeros dos ejes factoriales. El ordenamiento de las muestras por sitios resulta menos nítido que en el caso del acuífero Pampeano. En líneas generales, se puede observar en el gráfico que los sitios AB, ABL y ARL se ubican a la derecha de las muestras del sitio AR, sobre el primer eje. El grupo que contiene las muestras provenientes del sitio AB se ubica en la porción superior del segundo eje. También en este caso las muestras del sitio AR son las que aparecen formando el grupo más homogéneo en cuanto a las variables relacionadas con los dos ejes graficados.

Si se realiza el análisis utilizando como únicas variables los metales pesados, se obtiene un gráfico como el de la Figura 3.6, en el cual pueden visualizarse dos grupos de muestras, pero esta vez agrupadas temporalmente y no por los sitios de los pozos de origen. Las muestras tomadas en los muestreos 5, 6 y 7 (noviembre 1994, octubre 1996 y enero 1997) se ubican a la derecha del primer eje, asociado con mayores niveles de cadmio y plomo. Los grupos no se diferencian respecto del segundo factor.

En el Anexo (pg. V y VI) se resumen los autovalores y autovectores para los tres análisis de componentes realizados.

FIGURA 3.5. Análisis de componentes principales para el acuífero Puelche (9 parámetros físico químicos).

Ubicación de las muestras para los dos primeros ejes factoriales.

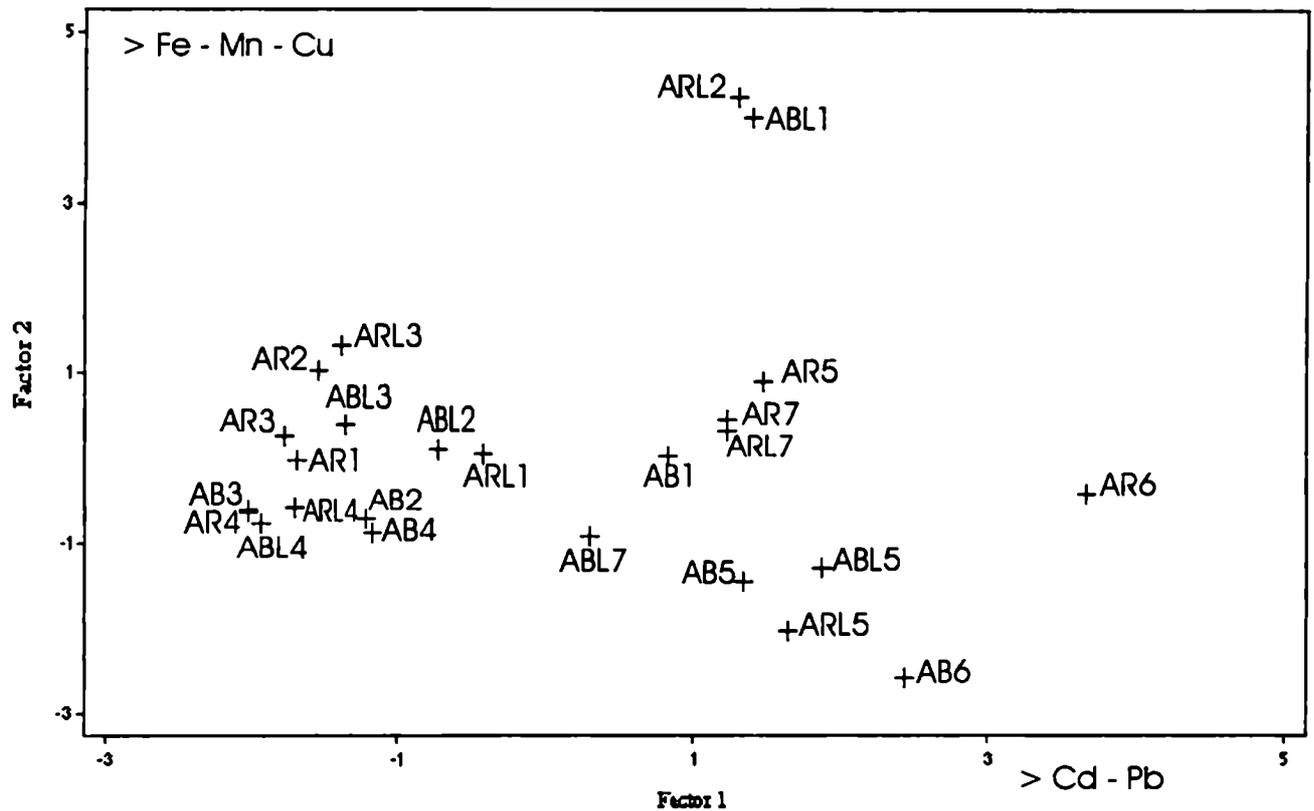


Los sitios de muestreo figuran como AR o aguas arriba, AB o aguas abajo, ARL o aguas arriba lateral y ABL o aguas abajo lateral.

Los números indican el muestreo, 1: noviembre de 1993, 2: marzo de 1994, 3: junio de 1994, 4: julio de 1994, 5: noviembre de 1994, 6: octubre de 1996 y 7: enero de 1997.

FIGURA 3.6. Análisis de componentes principales para el acuífero Puelche (metales pesados).

Ubicación de las muestras para los dos primeros ejes factoriales.



Los sitios de muestreo figuran como AR o aguas arriba, AB o aguas abajo, ARL o aguas arriba lateral y ABL o aguas abajo lateral.

Los números indican el muestreo, 1: noviembre de 1993, 2: marzo de 1994, 3: junio de 1994, 4: julio de 1994, 5: noviembre de 1994, 6: octubre de 1996 y 7: enero de 1997.

3.C.iv. Comparaciones entre los acuíferos Pampeano y Puelche

Se realizaron comparaciones estadísticas entre ambos acuíferos en cada uno de los sitios para las distintas variables, obteniéndose los resultados que se detallan a continuación.

En los pozos ubicados **aguas arriba** el nivel medio de fosfato (K-W=6,21; $p<0,05$), magnesio (F=7,87; $p<0,05$), manganeso (F=15,27; $p<0,01$), hierro (K-W=9,80; $p<0,01$), zinc (F=41,43; $p<0,01$) y cobre (K-W=3,92; $p<0,05$) fue significativamente mayor en el acuífero Puelche que en el Pampeano, lo que indica la presencia de aportes exógenos. Los niveles medios de dureza (F=23,08; $p<0,01$) y sodio (F=9,09; $p<0,05$) fueron significativamente mayores en el Pampeano.

En los **pozos laterales**, la concentración media de la mayoría de los parámetros fue significativamente mayor en el Pampeano que en el Puelche.

Los resultados de los test estadísticos para los parámetros que presentaron diferencias significativas fueron:

pozos ARL (aguas arriba lateral): alcalinidad (K-W=8,31; $p<0,01$), conductividad (F=22,54; $p<0,01$), dureza (K-W=8,31; $p<0,01$), calcio (K-W=8,31; $p<0,01$), sodio (F=41,93; $p<0,01$), potasio (K-W=7,89; $p<0,01$), el cromo (K-W=4,36; $p<0,05$) y el cloruro (K-W=8,31; $p<0,01$) presentaron niveles medios mayores en el acuífero Pampeano. La concentración media de zinc en el acuífero Puelche fue significativamente mayor que en el acuífero Pampeano (K-W=4,69; $p<0,05$).

pozos ABL (aguas abajo lateral): alcalinidad (F=115,17; $p<0,01$), conductividad (F=11,35; $p<0,01$), dureza (K-W=5,77; $p<0,05$), calcio (K-W=5,79; $p<0,05$), sodio (F=136,55; $p<0,01$), potasio (K-W=5,23; $p<0,05$) presentaron niveles medios mayores en el acuífero Pampeano. La concentración media de zinc (K-W=8,31; $p<0,01$) y el pH (F=8,89; $p<0,05$) fueron significativamente mayores para el acuífero Puelche.

En los pozos ubicados **aguas abajo** hubo pocos parámetros químicos cuyos niveles medios difieran en ambos acuíferos. El nivel medio de hierro (K-W=7,41; $p<0,01$) y manganeso (K-W=6,59; $p<0,05$) fue mayor en el Pampeano y el de cloruro (F=19,26; $p<0,01$) en el Puelche. En la Tabla 3.3 se presenta una síntesis de las comparaciones realizadas.

TABLA 3.3. Comparaciones estadísticas de los niveles medios de cada parámetro entre ambos acuíferos en cada uno de los sitios de muestreo, Florencio Varela.

Sitio Parámetro	Aguas Arriba (AR)		Aguas Abajo (AB)	
	Estad.; valor p ¹	Comp. ²	Est.; valor p ¹	Comp. ²
Alcalinidad	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Calcio	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Cadmio	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Cloruro	N.S.	N.S.	F=19,26; p<0,01	Puel>Pam
Cobre	KW=3,92; p<0,05	Puel>Pam	N.S.	N.S.
Conductividad	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Cromo	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Dureza	F=23,08; p<0,01	Pam>Puel	N.S.	N.S.
Fosfato	KW=6,21; p<0,05	Puel>Pam	N.S.	N.S.
Hierro	KW=9,80; p<0,01	Puel>Pam	KW=7,41; p<0,01	Pam>Puel
Magnesio	F=7,87; p<0,05	Puel>Pam	N.S.	N.S.
Manganeso	F=15,27; p<0,01	Puel>Pam	KW=6,59; p<0,05	Pam>Puel
Niquel	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
pH	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Plomo	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Potasio	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Sodio	F=9,09; p<0,05	Pam>Puel	N.S.	N.S.
Sulfato	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Zinc	F=41,43; p<0,01	Puel>Pam	N.S.	N.S.

TABLA 3.3. (continuación)

Parámetro	Aguas arriba lateral (ARL)		Aguas abajo lateral (ABL)	
	Est.; valor p ¹	Comp. ²	Est.; valor p ¹	Comp. ²
Alcalinidad	KW=8,31; p<0,01	Pam>Puel	F=115,17; p<0,05	Pam>Puel
Calcio	KW=8,31; p<0,01	Pam>Puel	KW=5,79; p<0,05	Pam>Puel
Cadmio	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Cloruro	KW=8,31; p<0,01	Pam>Puel	N.S.	N.S.
Cobre	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Conductividad	F=22,54; p<0,01	Pam>Puel	F=11,35; p<0,01	Pam>Puel
Cromo	KW=4,36; p<0,05	Pam>Puel	N.S.	N.S.
Dureza	KW=8,31; p<0,01	Pam>Puel	KW=5,77; p<0,05	Pam>Puel
Fosfato	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Hierro	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Magnesio	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Manganeso	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Niquel	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
pH	N.S.	N.S.	F=8,89; p<0,05	Puel>Pam
Plomo	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Potasio	KW=7,88; p<0,01	Pam>Puel	KW=5,23; p<0,05	Pam>Puel
Sodio	F=41,93; p<0,01	Pam>Puel	F=136,55; p<0,01	Pam>Puel
Sulfato	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Zinc	KW=4,69; p<0,05	Puel>Pam	KW=8,31; p<0,01	Puel>Pam

¹Se presenta el valor del estadístico y el valor p. N.S.: no hay diferencias significativas.

²Se presenta el signo de la relación de niveles medios entre acuíferos en los casos en que hay diferencias significativas (Puel: Puelche y Pam: Pampeano).

3.D. DISCUSIÓN

Según la experiencia acumulada en nuestro país en base al monitoreo del entorno de los rellenos sanitarios, "la metodología estadística de tratamiento de los datos apunta específicamente al seguimiento de los resultados en el espacio y el tiempo con el objeto de detectar tendencias anómalas y/o presencia sistemática de algunos elementos, generalmente metales pesados tóxicos, en concentraciones no usuales en acuíferos no afectados" (Bach y González Videla, 1996). Las variaciones espaciales se analizan utilizando métodos de estadística inferencial para la comparación de la calidad de agua de los pozos "aguas arriba" con la de los pozos "aguas abajo" (Bach y González Videla, 1996). También se deben tener en cuenta según los mismos autores, las características cuali-cuantitativas que presenta el líquido lixiviado a los fines de establecer el origen de los contaminantes presentes en el acuífero que está siendo monitoreado.

Estas consideraciones metodológicas resultan válidas aún para el análisis de un sistema como el estudiado, que se asemejará a un relleno sanitario en cuanto a la naturaleza de los procesos involucrados, aunque pueda diferir en cuanto a las magnitudes y fluctuaciones asociadas.

También se mencionan en la bibliografía otro tipo de análisis estadísticos para el tratamiento de este tipo de datos, como el uso de técnicas multivariadas. Estas han sido consideradas como una herramienta útil para el análisis de las variaciones espaciales y temporales de los niveles de metales pesados y otras especies químicas en diferentes sistemas complejos. El objetivo buscado al utilizar estas técnicas es identificar los factores más importantes (idealmente muchos menos que los parámetros medidos) que explican la mayor parte de la variabilidad espacial de datos hidro o geoquímicos (Ritzi et al., 1993; Huang et al., 1994).

En este caso particular, el análisis de componentes principales fue utilizado para lograr una descripción más global del sistema, y aunque los límites entre los distintos grupos considerados no aparezcan nítidamente en algunos gráficos, el análisis resume los parámetros que explican una gran parte de la variabilidad espacial.

De acuerdo a la estructura de la Cava San Nicolás y a los estudios previos sobre la composición del lixiviado, puede inferirse que el percolado es una fuente de contaminantes para el agua subterránea, particularmente para el acuífero Pampeano, que es el que se halla en contacto directo con la masa de

residuos en el centro del depósito. Los resultados previos aportan evidencias suficientes como para sostener que el lixiviado podría actuar como fuente de contaminación, al menos en el caso de los siguientes parámetros: dureza, conductividad, alcalinidad, cloruro, sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro, cromo, plomo, mercurio, cobre y zinc, que se detectaron en el percolado en concentraciones elevadas a lo largo del tiempo.

El enriquecimiento del agua subterránea en especies inorgánicas tales como cloruro, alcalinidad, sodio, potasio, dureza y conductividad aguas abajo de rellenos sanitarios ya ha sido mencionado por diversos autores (Coe, 1970; Zaroni, 1972; Custodio y Llamas, 1976; Bielsa y col., 1978; Baedecker & Apgar, 1984; López y col., 1994). El aumento en la dureza puede deberse al ataque y disolución de minerales de calcio y magnesio por parte del dióxido de carbono proveniente de la degradación de la materia orgánica al incorporarse al agua (Bielsa y col., 1978).

El incremento en los niveles de hierro se relacionaría en cambio con procesos relacionados con la saturación del relleno. En estas condiciones las bacterias consumen el oxígeno y el medio se torna anaeróbico, produciéndose entonces una alteración de los minerales oxi-hidroxido férricos presentes normalmente en el suelo. El ion férrico se reduce "al estado divalente como ión altamente soluble y móvil", que puede pasar directamente a las aguas subterráneas "si las condiciones de óxido-reducción, el pH y el nivel de bicarbonatos se mantienen en profundidad" (Bielsa y col., 1978).

En cuanto a los valores de fosfato, no suelen mostrar variaciones según la distancia a la fuente de contaminación, ya que a pesar de que su nivel aumente en el percolado, forma combinaciones escasamente solubles y/o hidrolizables y además está sometido a "procesos de adsorción y otras reacciones físico químicas" debido a su "trivalencia y elevado volumen iónico" (Bielsa y col., 1978).

Los aportes de otros analitos a las napas, como por ejemplo materia orgánica o sólidos disueltos, a partir de la misma fuente no pueden ser evaluados en este estudio porque no se han determinado en las muestras de los pozos de monitoreo, aunque son altamente probables teniendo en cuenta distintos estudios previos en otros sistemas (Coe, 1970; Zaroni, 1972; Ehrig, 1983).

Por otra parte, debe tenerse en cuenta que "los rellenos sanitarios se hallan sometidos a múltiples factores naturales de comportamiento aleatorio y a la

naturaleza de la materia prima (...) cuya complejidad agrega un nuevo factor de incertidumbre" (Bach y González Videla, 1996). Este fenómeno se vería incrementado en un sistema como el estudiado aquí, que careció de control de operación tanto en sus orígenes como en su desarrollo posterior y donde los vuelcos clandestinos posiblemente hayan aumentado aún más la heterogeneidad propia de cualquier depósito controlado.

En base al conjunto de la información disponible, Bach y González Videla (1996) concluyen que "no resulta aconsejable la ubicación de un relleno sanitario lindero a zonas pobladas, muy especialmente si estas se hallan *aguas abajo* de dicho relleno y se surten de las napas potencialmente afectadas por el mismo". Por ello, los mismos autores apuntan que en las áreas pobladas el monitoreo adquiere mayor importancia, particularmente si las viviendas son linderas al relleno.

En el mismo artículo se señala también que "hay que partir de la base que no existe la red ideal (...) para garantizar con un 100% de confiabilidad un episodio de contaminación del acuífero, especialmente si la misma es leve o incipiente". El número de pozos por sitio y la frecuencia muestral ideales serían "incompatibles con las erogaciones que habría que destinar a un programa de esta naturaleza, especialmente por los costos de las instalaciones y de análisis de laboratorio, amén de los inherentes a la operación de la red" (Bach y González Videla, 1996). Obviamente, cuanto mayor es el número de pozos y el período de muestreo sistemático, más confiables serán los análisis de contaminación.

Lo dicho anteriormente determinará entonces ciertas limitaciones para el estudio presentado aquí debido a:

a) el escaso número de pozos de monitoreo. En la bibliografía se recomiendan agua arriba del relleno dos pozos al segundo acuífero y tres al primero para contar con información suficientemente confiable de su calidad sin la influencia del relleno; y aguas abajo una línea de pozos a 50 metros y otra a alrededor de 200, con una relación 2:1 entre el número de pozos a la primer y segunda napa (Bach y González Videla, 1996).

b) el escaso número de muestras. Se recomienda un período de monitoreo no menor a 20 años post-clausura del relleno y una frecuencia de muestreo al menos semestral para los pozos ubicados aguas abajo los primeros dos años posteriores al cierre del depósito (Bach y González Videla, 1996).

c) el carácter piloto del monitoreo de un sistema como éste para nuestro país, sumado a la dificultad para extrapolar datos a partir de otros estudios de caso, ya

que son muchas las variables que afectan la influencia de un relleno sobre el agua subterránea.

Además, dada la gran variabilidad habitual de la composición química del agua subterránea, se requiere una gran cantidad de información previa para definir un diseño de muestreo que permita detectar las variaciones que resultan significativas para la escala de análisis.

A pesar de estas limitaciones, los resultados obtenidos aportan algunas conclusiones de importancia, que se discuten a continuación en el siguiente orden:

- movimiento horizontal de los contaminantes (hipótesis a);
- movimiento vertical de los contaminantes (hipótesis b);
- variaciones temporales.

3.D.i. Movimiento horizontal de los contaminantes

Con respecto a la migración horizontal, fue observado que los contaminantes químicos moviéndose a través del suelo disminuyen rápidamente su concentración con la distancia (Coe, 1970; Zanoni, 1972; Bielsa y col., 1978; EPA, 1985). Específicamente los cloruros, los nitratos y la dureza, disminuirían sus concentraciones por dilución y no serían afectados por interacciones físico químicas con el suelo (Bielsa y col., 1978).

Mientras que el aumento de las sales en el agua subterránea es un primer índice de contaminación pero se agota con el lavado, los niveles de hierro, amoníaco y demanda química de oxígeno "permanecen fluctuantes, relacionados a las condiciones redox y en respuesta a los cambios de humedad y temperatura" (Bielsa y col., 1978).

Como ya fue apuntado previamente, para las especies químicas que migren la velocidad dependerá de la hidrodinámica local, que se verá afectada particularmente por la intensidad de la explotación de la napa, que a su vez producirá variaciones tanto en la velocidad como en el sentido de escurrimiento.

En general, para el área del Gran Buenos Aires el escurrimiento subterráneo presenta velocidades bajas. Algunas de las velocidades efectivas citadas para el Gran Buenos Aires son: 34,61 m/año para el Puelche en Bancalari (Bach y González Videla, 1996); entre 0,7 y 3,0 m/día para el Puelche en el partido de Lomas de Zamora (Hernández y col., 1991) y finalmente 0,175 m/día y 0,75

m/día para las velocidades efectivas del Pampeano y el Puelche respectivamente en el área de estudio (Girardi, 1992).

Sin embargo, a pesar de la lentitud del escurrimiento subterráneo horizontal, el sistema estudiado es lo suficientemente antiguo (14 años en 1993, año de comienzo del muestreo) como para que puedan detectarse algunas variaciones en este sentido.

Acuífero Pampeano

Los resultados indican que existen variaciones espaciales en las concentraciones de distintos analitos, que podrían sintetizarse de la siguiente manera:

- para 9 de los 19 parámetros analizados, se observaron niveles medios significativamente menores aguas arriba (sitio AR) que en algún/os de los otros sitios (AB, ABL, ARL): alcalinidad, conductividad, dureza, cloruro, sodio, potasio, calcio, magnesio, manganeso, cobre, hierro, cromo;
- el cianuro fue detectado únicamente en los sitios AB y ABL y los niveles medio y máximo son más elevados para este acuífero que para el Puelche;
- las concentraciones de los pozos laterales no difirieron significativamente para ningún parámetro analizado;
- para el cloruro, el potasio y el calcio, el nivel medio en el sitio AB resultó significativamente menor que el detectado en el sitio ARL, y mayor para el caso del pH.

Estos resultados contradicen en cierto sentido la hipótesis original, que fue formulada como: "la concentración de contaminantes debería ser significativamente mayor en los pozos ubicados aguas abajo (AB y ABL) que en los ubicados aguas arriba (AR y ARL)". En realidad, dado que los pozos son homogéneos para todas las variables relacionadas con la metodología de construcción (Estudio Geotécnico Atterberg, 1993), los resultados obtenidos demuestran que el sitio ARL está afectado por el basural y recibe aportes de lixiviado. Por lo tanto, podría concluirse que efectivamente, **la concentración de posibles contaminantes es significativamente menor en las muestras del sitio AR o aguas arriba que en muestras de los otros sitios, que se ven afectados por el lixiviado proveniente de la cava.**

La influencia de la cava sobre el sitio ARL podría explicarse de varias maneras. En primer lugar, habría que considerar la ocurrencia de otras direcciones

menores de escurrimiento, al menos para la escaia de trabajo utilizada en este caso.

Una causa posible de este tipo de circulación podría ser por ejemplo, una intensidad de bombeo relativamente alta en ARL, ya que el pozo se encuentra en las inmediaciones del denominado Taller San José, en el cual se enseñaban oficios y funcionó una huerta comunitaria. La intensidad de explotación podría tener como efecto que el sitio resulte más afectado por la cava que lo esperado.

Por otro lado, hay que considerar el tamaño y particularmente la forma que adquiere la pluma de contaminación, que estarán reguladas fundamentalmente por la velocidad del flujo subterráneo: un flujo más veloz producirá una pluma de tamaño mayor. A su vez, la dispersión hidrodinámica puede ser longitudinal o transversal, y tanto los coeficientes de dispersión con sus componentes longitudinal y transversal como la magnitud del retardo (debido a las reacciones del contaminante en el acuífero) deberán determinarse para cada acuífero en particular. A su vez, si la fuente de contaminación es una mezcla como en este caso, cada contaminante se moverá a distinta velocidad (EPA, 1985).

En la Figura 3.7. se muestran ejemplos de la forma que puede adquirir la pluma contaminante según las variables mencionadas.

En segundo lugar, las elevadas concentraciones en el sitio ARL también podría deberse a que el sitio ARL sea el más cercano al sitio central de contacto percolado-acuífero. Recordemos que la ubicación de este sitio de contacto no pudo precisarse en ningún momento, sólo inferirse el lugar aproximado por las descripciones de los vecinos y por las características extremadamente blandas de la superficie. Si esto fuera así, ambos pozos laterales podrían hallarse más cercanos a esta zona de contacto que el pozo del sitio AB, y entonces podría explicarse que para varios parámetros los niveles máximos se hayan detectado en los pozos laterales, ya que las concentraciones en AB estarían atenuadas por los procesos depurativos naturales, cuyos efectos son más notorios a mayor distancia de la fuente contaminante. En este caso, actuarían particularmente procesos como la adsorción, la dilución, el intercambio iónico, etc., que tienden a degradar o eliminar los contaminantes a medida que fluyen por el acuífero.

Por otro lado, el análisis de componentes principales mostró un ordenamiento de los sitios (AR-AB-ABL-ARL) según niveles crecientes de dureza, conductividad y cloruro (entre otros), y este ordenamiento bien podría reflejar que los pozos de AB, ABL y ARL se encuentran a distancias decrecientes de la zona

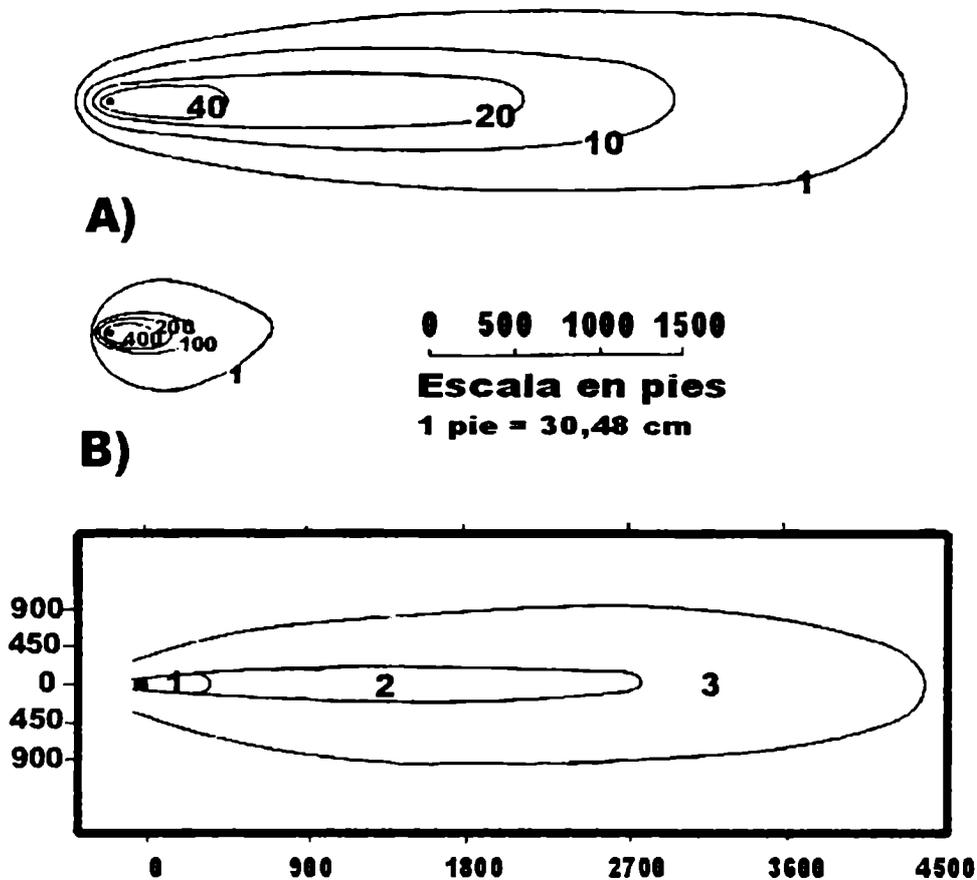
de contacto lixiviado-acuífero, tal como se planteó arriba. El hecho de que el pH sea menor en ambos pozos laterales parece coherente con esta hipótesis, ya que es esperable que el pH disminuya si están actuando los procesos de degradación aeróbica o anaeróbica de materia orgánica aportada por el lixiviado, que transforma los distintos sustratos en ácidos grasos (Bielsa y col., 1978, Ehrig, 1983).

Un conocimiento más detallado de la hidrodinámica alrededor de la cava podría obtenerse:

- a) prolongando el muestreo para contar con un mayor número de muestras y observar si el patrón de variación espacial de concentraciones se mantiene;
- b) aumentando el número de pozos de monitoreo cuya ubicación permita un mapeo más detallado, por ejemplo: instalar otros tres pozos situados en los mismos sitios AB, ABL y ARL pero unas decenas de metros más lejos de la cava.
- c) determinando los niveles estáticos en los cuatro pozos para las distintas estaciones del año, lo que permitiría confirmar los sentidos de desplazamiento del agua subterránea alrededor de la cava. Los datos existentes sobre niveles estáticos (Estudio Geotécnico Atterberg, 1993) se obtuvieron desde la superficie del terreno, y por lo tanto no pueden compararse entre sí por no poder transformarse en alturas hidrostáticas sobre un plano de referencia ajustado al cero IGM (Instituto Geográfico Militar).

Por último, **la presencia de metales pesados en el sitio AR, revela la presencia de otras fuentes de contaminación además de la estudiada, lo que, como se verá en el próximo párrafo, también puede concluirse para el caso del acuífero Puelche.**

FIGURA 3.7. Ejemplos de la variación en la forma de una pluma contaminante. Fuente: EPA, 1985.



A) La velocidad del acuífero es una de las variables determinantes de la forma de la pluma. En los esquemas se muestran las concentraciones relativas del contaminante a distintas distancias de la fuente para dos acuíferos de velocidades 1,5 pies/día (arriba) y 0,5 pies/día (abajo).

B) A partir de un único lixiviado, diferentes solutos pueden desplazarse a distintas velocidades. En el esquema se observan las dimensiones simultáneas de las plumas producidas por el clorobenceno (1), el cloroformo (2) y el cloruro (3) a partir de una única fuente.

Acuífero Puelche

En cuanto al movimiento horizontal de los contaminantes en este acuífero, los resultados podrían resumirse como sigue:

- comparado con el acuífero Pampeano, hubo un número mucho menor de parámetros cuyos niveles presentaron diferencias entre sitios que pudieran relacionarse con la influencia de la cava. Los tres parámetros que mostraron diferencias se encuentran entre las especies químicas de mayor movilidad: cloruro, dureza y sodio;
- a su vez, estos tres parámetros mostraron patrones diferentes de variación espacial de concentraciones, presumiblemente debido a sus diferentes grados de movilidad. Para el cloruro, la concentración media en AR fue significativamente menor que en AB. Para la dureza, el nivel medio en AR fue menor que en ambos pozos laterales, y para el sodio el nivel medio en AB fue significativamente mayor que en los otros tres sitios.

Aunque no indique diferencias significativas en las concentraciones, el ordenamiento resultante del análisis de componentes principales mostró un cierto agrupamiento de las muestras según su ubicación. Las muestras del sitio AB se ubicaron entre las de mayores niveles de alcalinidad y sodio, y la mayor parte de las muestras de los sitios AB, ABL y ARL se ubicaron en una zona del gráfico asociada a mayor dureza, potasio y calcio que las del sitio AR. Además, las muestras de éste último sitio forman el grupo más homogéneo en cuanto a las variables asociadas a estos primeros dos ejes. **El hecho de que estos efectos no se hayan puesto en evidencia con los análisis estadísticos podría significar que el proceso de contaminación es incipiente.**

Por otra parte, el comportamiento de otros parámetros, especialmente algunos metales pesados como el zinc, el mercurio o el hierro cuya concentración es mayor en el sitio AR pone de manifiesto **la presencia de otras fuentes contaminantes cuyo efecto se superpone al de la cava, volviendo mucho más difícil visualizar la contaminación atribuible específicamente al lixiviado.**

3.D.ii. Movimiento vertical de los contaminantes

Datos previos para un área cercana a la de este estudio indican que desde el punto de vista geológico e hidrogeológico, los terrenos poseen una permeabilidad mediana a buena, lo que permite la infiltración y percolación de

aguas meteóricas y su transferencia entre acuíferos. Estos se hallan interconectados desde el punto de vista hidráulico, siendo el más superficial generador de recarga de los restantes (Hernández y col., 1991).

Específicamente para el área de estudio, también se menciona a partir de los datos hidrogeológicos la existencia de "un claro movimiento de flujo de tipo descendente" (Girardi, 1992). La transferencia de agua entre acuíferos se aceleraría con la sobreexplotación del acuífero Puelche.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, es esperable que los contaminantes migren en sentido vertical, y tal como fue planteado en la hipótesis b, sus concentraciones deberían descender al aumentar la profundidad del acuífero debido a los fenómenos de depuración natural que actúan a medida que el agua contaminada desciende a través del suelo.

Sin embargo, al analizar las diferencias entre acuíferos para cada sitio, se ven relaciones de concentraciones muy distintas a las esperadas. Por ejemplo: los niveles de cadmio, níquel y plomo no fueron significativamente diferentes entre acuíferos para ninguno de los cuatro sitios; y en el sitio AR los niveles medios de cobre y hierro fueron significativamente mayores en el Puelche que en el Pampeano.

El hecho de que al comparar ambos acuíferos las concentraciones resulten mayores o semejantes en el acuífero Puelche apoya la idea planteada más arriba en cuanto a la presencia de otras fuentes contaminantes, que dificulta particularmente el análisis de la posible migración vertical de sustancias originadas en la cava.

Por otra parte, los resultados del análisis de componentes principales para metales pesados parecen indicar que las muestras se agrupan por muestreo y no por sitio, lo que podría atribuirse o bien a la acción de otras fuentes de contaminación, o bien a la ocurrencia de fenómenos ambientales (climáticos, por ejemplo) relacionados con el aumento en la solubilidad de los metales, que actuarían sobre los cuatro sitios simultáneamente (esta posibilidad se discute más extensamente en el punto 3.D.iii.).

En cambio, para los parámetros físico químicos, los resultados de los análisis estadísticos indican que **es posible que algunos de los parámetros levemente aumentados en las muestras del sitio AB tales como el cloruro, la dureza, la alcalinidad o el sodio, reflejen un proceso de contaminación incipiente cuyo origen sería indudablemente el flujo descendente de aguas**

del acuífero Pampeano enriquecidas con estos analitos después de atravesar la cava.

Teniendo en cuenta que se ha planteado la necesidad de monitorear el entorno de cualquier relleno por un período no menor a 20 años después de clausurado (Bach y González Videla, 1996), **es probable que los efectos de la migración vertical puedan apreciarse con mayor claridad prolongando el período de muestreo.**

3.D.iii. Variaciones temporales

El aporte de metales pesados a las aguas subterráneas debido al contacto con residuos sólidos ha sido mencionado recurrentemente en la bibliografía, aunque no resulta nada sencillo explicar las fluctuaciones en los niveles detectados para sistemas de este tipo.

Como ya se mencionó en la Introducción de este Capítulo, la solubilidad de los metales pesados depende de muchos factores, y puede afirmarse que es particularmente difícil de predecir en sistemas heterogéneos física y químicamente (Förstner & Carstens, 1989). Estas dificultades pueden atribuirse a los distintos procesos involucrados (competencia por sitios de adsorción o cambios en la superficie resultantes de las interacciones entre partículas) y a la carencia de conocimientos respecto de la cinética de reacción para muchas especies disueltas (Förstner & Carstens, 1989).

Se ha demostrado en laboratorio para varios metales pesados que en sistemas de pH relativamente constante, distintos factores ambientales determinan la variación de los fenómenos de partición, aumentando la solubilidad, movilidad y biodisponibilidad potencial de las partículas a las que están ligados (Warren & Zimmerman, 1994). Algunos ejemplos de estos factores ambientales serían:

- los niveles de sales, que pueden promover la formación de complejos clorometálicos solubles;
- la presencia y concentración de algunas moléculas orgánicas naturales, que pueden formar complejos metálicos solubles con trazas de metales adsorbidos a otras partículas sólidas;
- el nivel de iones como el calcio o factores físicos como la disminución de la temperatura, que pueden inhibir o disminuir la adsorción de los metales en las partículas de suelo (Warren & Zimmerman, 1994);
- las especies presentes en solución y la composición de la fase sólida también pueden modificar la movilidad de los metales (Förstner & Carstens, 1989).

Los mismos autores afirman, citando a Honeyman & Sanstchi (1988), que aún para un ambiente acuático de baja concentración de partículas los efectos interactivos y no determinísticos pueden influenciar la estimación de un coeficiente de partición aparente en 1 a 3 órdenes de magnitud en cualquier dirección. Para un ambiente de concentración de partículas moderada o alta, como los suelos o los residuos, concluyen que los "abordajes teóricos fallan en proveer una base confiable para la predicción del comportamiento de los elementos traza".

Algunos autores presentan a los metales pesados en los lixiviados como parámetros cuyos niveles fluctúan al azar (Erhig, 1983), aunque también pueden encontrarse tablas en las que a partir de diversos estudios de caso, a cada fase de degradación de la materia orgánica en la masa de residuos (aeróbica, anaeróbica acética o anaeróbica metanogénica) le corresponden determinados rangos de concentración de metales (Erhig, 1983; Pohland & Harber, 1986; Förstner & Carstens, 1989). Sin embargo, estos rangos son tan variables que se superponen para las distintas fases, y además compararlos con el sistema estudiado no tendría sentido dadas las diferencias entre la cava y los rellenos sanitarios en cuanto a la profundidad de la masa de residuos (más de 20 metros), la falta de compactación, la entrada continua de agua superficial y subterránea, entre otras, que seguramente tienen influencia en la magnitud de las concentraciones y sus fluctuaciones.

Por todo lo expuesto, y teniendo en cuenta que además sólo se cuenta con un año de monitoreo continuado, las conclusiones acerca del análisis de las variaciones temporales tienen un carácter netamente provisorio.

Para el **acuífero Pampeano**, la menor variabilidad de los niveles a lo largo del tiempo se registra en el sitio AR para la mayoría de los parámetros, lo que hace suponer que las bruscas fluctuaciones registradas en los otros sitios se relacionan en alguna medida con los aportes de lixiviado. Ha sido demostrado que los contaminantes solubles pueden arribar de modo intermitente al agua subterránea por largos períodos (EPA, 1985).

Además, el hecho de que en el caso de los metales pesados los sitios AB y ABL muestren patrones de variación temporal similares, podría ser un indicio de que estas variaciones están relacionadas de alguna manera con los procesos físico- químicos que se desarrollan en la masa de residuos.

Cuando se analizaron previamente a este estudio los cambios en la composición del percolado, se vió que las obras de "saneamiento" o tapado

ejecutadas por el Municipio fueron el factor asociado más estrechamente asociado a dichos cambios (por ejemplo el aumento en el nivel de metales pesados disueltos). En general, las tareas de saneamiento que involucran acciones mecánicas sobre sustratos contaminados, como por ejemplo el dragado de ríos, pueden producir el pasaje al agua de parte de los metales adsorbidos (Lic. Tudino, comunicación personal).

Volviendo a los pozos de monitoreo, y teniendo en cuenta que las obras de tapado se retomaron durante 1993 y 1994 con intensidades variables, los niveles elevados de metales pesados en los pozos de monitoreo durante noviembre de 1993 y noviembre de 1994, podrían también estar relacionados con la intensidad o el sitio específico que se rellenaba como parte de las obras.

Sin embargo, también es de interés el hecho de que para las muestras de 1996 y 1997 muchos parámetros mostraron valores tan elevados como en 1994, resultado que no permite afirmar que cesadas las obras de tapado, el aporte de metales pesados (u otros contaminantes) al agua subterránea se haya vuelto insignificante.

Con respecto a la influencia de las variables climáticas, podría especularse que al permanecer la masa de residuos en estado de saturación durante todo el año, la influencia de las precipitaciones sobre el sistema se verían minimizadas (De Rosa et al., 1996).

Sin embargo, también podría argumentarse que el aumento del nivel de metales pesados en noviembre de 1993 y 1994 podría guardar relación con el nivel de precipitación, ya que para mayores precipitaciones es esperable:

- un aumento de la tasa de producción de lixiviado, y por lo tanto del volumen que puede ingresar al acuífero (aunque esta relación entre precipitación y volumen de lixiviado se ha planteado para rellenos en los que los residuos no se encuentran en contacto con los acuíferos subyacentes); o bien
- modificación de alguna variable físico química que a su vez afecte el estado en que se encuentran los metales pesados.

Si se examinan las condiciones climáticas para 1993 y 1994, puede notarse que para 1993, el período octubre a diciembre presentó precipitaciones mensuales muy por encima de la media normal para el período 1951/1980. Para 1994 en cambio, como puede verificarse en la Tabla que se muestra a continuación, sólo se observa el mismo fenómeno para los meses octubre y diciembre.

AÑO	PRECIPITACIÓN MEDIA EN MM (Media Normal '51/'80)		
	Octubre	Noviembre	Diciembre
1993	194,6 mm (87,8)	160,1 mm (89,4)	154,7 mm (79,6)
1994	104,2 mm (87,8)	12,00 mm (89,4)	142,3 mm (79,6)

Fuente: Boletín Climatológico (Fuerza Aérea Argentina, Servicio Meteorológico Nacional).

Teniendo en cuenta estos datos, no hay argumentos sólidos para suponer que el aumento en los niveles de metales pesados en el mes de noviembre pueda atribuirse a algún fenómeno relacionado con la disponibilidad climática de agua, ya que mientras en 1993 noviembre fue un mes relativamente "húmedo", en 1994 no lo fue. A menos que se considere que el aumento observado en las concentraciones de metales pueda deberse a las precipitaciones registradas en el mes anterior, es decir octubre (que sí presentó para ambos años valores superiores a la media normal).

La determinación de otras variables que puedan relacionarse con el patrón temporal de concentraciones sólo podría aclararse más si se contara con los resultados de un período mayor y continuo de monitoreo, lo que permitiría realizar comparaciones más detalladas entre las variabilidades espacial y temporal, como han propuesto algunos autores para este tipo de datos en los cuales las variaciones temporales no tienen lugar de una manera uniforme en el espacio (Ritzi et al., 1993). Un período más prolongado de monitoreo también permitiría testear con mayor precisión las relaciones entre los cambios en las concentraciones y las condiciones climáticas.

En síntesis, los análisis del agua de los pozos de monitoreo permiten establecer claramente que:

- aunque el número de pozos y muestras disponibles para el estudio fue relativamente pequeño, es posible realizar comparaciones y establecer diferencias particularmente espaciales para los distintos parámetros;
- existen en la zona otras fuentes de contaminación por metales pesados para ambos acuíferos;
- la Cava San Nicolás aporta contaminantes a las aguas subterráneas, especialmente al acuífero Pampeano. El aporte de metales pesados a esta napa no cesó con la culminación de los trabajos de saneamiento. El Puelche

podría verse afectado debido a que los datos hidrogeológicos parecen indicar que en la zona habría un flujo descendente del agua subterránea;

- los contaminantes originados en la cava no parecen ingresar a los acuíferos por pulsos, sino en forma continua con fluctuaciones temporales importantes.

Dada la profundidad del depósito, es esperable que el proceso de contaminación sea más prolongado en el tiempo que lo esperable para un depósito de características semejantes y menor profundidad, por lo que resulta indispensable prolongar el período de muestreo.

En cuanto a las alternativas de saneamiento del basural, en un informe inédito a cargo del CEAMSE (1992, comunicación personal) figuran distintas alternativas posibles, que se enumeran textualmente:

- "cubrir los residuos expuestos con suelo de aporte, nivelar la superficie resultante y parquizar. Control del área mediante monitoreo.
 - retiro total de los residuos de la cava; transporte y disposición final de los mismos en un centro habilitado y relleno de la excavación con suelo de aporte
 - remoción de los residuos por zonas; preparación de áreas contiguas para una redistribución sanitaria de los mismos en el lugar. Control del área mediante monitoreo
 - aislamiento "in situ" de los residuos mediante la técnica de encapsulamiento"
- Estas técnicas consisten en el sellado de la perforación mediante arcillas impermeables (por ejemplo bentonitas).

En base a los resultados globales del estudio, las alternativas que incluyen el movimiento de residuos resultan demasiado complejas, dada la gran profundidad del depósito y el hecho de que gran parte de la masa de residuos se encuentra saturada con agua. En función del atenuar el proceso de contaminación de los acuíferos, la alternativa más adecuada (aunque costosa económicamente) sería el sellado de la perforación.

CAPITULO 4. Impacto de la Cava San Nicolás: Leptospirosis canina

4.A. INTRODUCCIÓN

4.A.i. Leptospirosis: panorama general

El género bacteriano *Leptospira* está considerado como parte de la familia *Leptospiraceae* del orden *Spirochaetales*. Este género incluye dos especies aeróbicas, *L. interrogans* y *L. biflexa*, ampliamente distribuidas en el mundo y anteriormente consideradas complejos de una misma especie. La primera de ellas afecta al hombre y a otras muchas especies animales mientras que la segunda es saprófita (Szyfres, 1976; Faine, 1982).

L. interrogans incluye 202 variantes serológicas o aglutinogénicas denominadas serotipos o serovares, los taxones básicos de la especie. Cada serovar está representado por una cepa, que se mantiene por repiques sucesivos en los laboratorios diagnósticos internacionales de referencia. Según Szyfres (1976), más de 50 serotipos o serovares son endémicos para la región de América Latina y el Caribe.

Los serovares se agrupan a su vez en alrededor de 20 serogrupos, que resultan útiles para la clasificación, a pesar de no constituir taxones reconocidos (Myers, 1985; Acha & Szyfres, 1989; Kmetty & Dikken (1988) citado en Gitton et al., 1994). Los serogrupos más extensamente mencionados se denominan: *Pomona*, *Pyrogenes*, *Icterohaemorrhagiae*, *Canicola*, *Ballum*, *Grippotyphosa*, *Hebdomadis*, *Hardjo*, *Tarassovi*, *Autumnalis*, *Australis*, *Hyos*, *Javanica*, *Bataviae*, *Sejroe*, *Shermani*, *Panama*, *Celledoni*, *Cynopteri* y *Djasiman*. Cada serogrupo incluye un serovar tipo para el grupo, que se identifica con la misma denominación (Faine, 1982).

La **leptospirosis** es una designación etiológica que se aplica a un complejo variado de síndromes causados por la infección con *L. interrogans* (Reinhard, 1963).

La **primera descripción** de la enfermedad fue realizada en 1886 por Weil, aunque el agente etiológico fue aislado durante 1916 por Inada y col. en Japón (citado en Pereira, 1985). En correspondencia con la complejidad taxonómica de *L.interrogans* y la complejidad clínica de la enfermedad, la leptospirosis ha recibido múltiples designaciones: enfermedad de Weil, fiebre del

fango, del agua, fiebre de los arrozales, de los cañaverales, de los pantanos, de los chiqueros, de los siete días, otoñal, canícola o de las inundaciones.

Cuando la concepción antropocéntrica original acerca de la enfermedad dió lugar a enfoques conceptuales más amplios, se descubrieron numerosas especies animales reservorios de la infección, tanto domésticas como silvestres, que en el estado portador-excretor eliminan gran cantidad de bacterias al ambiente. Especialmente a partir de la Segunda Guerra Mundial, el interés en la leptospirosis creció rápidamente, sobre todo en algunas áreas donde la incidencia entre las tropas británicas era muy alta, como el sudeste asiático (Gordon Smith et al., 1961). Con el avance biomédico producido durante las décadas posteriores, se atesoraron rápidamente nuevos conocimientos sobre las leptospiras y las leptospirosis, y se desarrollaron nuevos campos de investigación como la inmunología y la epidemiología (Pereira, 1985),.

En el año 1958 Alston & Broom publican una reseña histórica en la que aparecen relacionadas las leptospirosis humana y animal (citado en Pereira, 1985). Con el avance de las investigaciones, la gama de hospedadores fue haciéndose cada vez más amplia. La asignación original de un hospedador primario para cada serovar se hizo más relativa y compleja (Babudieri, 1958; Gordon Smith, 1961; Reinhard, 1963; Faine, 1982). Se descubrió que, si bien cada serovar tiene preferencia por alguna especie, algunas pueden ser hospedadoras de uno o más serovares, dependiendo de la región (Tabla 4.1.). Por ejemplo: si bien el reservorio principal de *L. canicola* es el perro, se ha demostrado que también puede infectar ocasionalmente a caninos silvestres, cerdos y bovinos (Williams et al., 1956; Pestana de Castro y col., 1962; Vand Der Hoeden, 1967; Acha & Szyfres, 1989).

La multiplicación de las investigaciones ha producido un aumento del volumen de la información disponible, aunque ésta es fragmentaria, y las diferencias regionales son muy grandes. La visión integral de la infección permanece como un rompecabezas sin armar en la mayor parte de las regiones del mundo.

TABLA 4.1. Relación entre serovares de *L. interrogans* y hospedadores.

Se presentan algunos de los serovares más comunes y los animales domésticos y silvestres a partir de los cuales fueron aislados en distintos ambientes de América. Fuentes: Hanson, 1982; Pereira, 1985; Cacchione y col., 1967; Cacchione, 1973.

Serovar (Serogrupo)	Origen del aislado
<i>icterohaemorrhagiae</i> (Icterohaemorrhagiae)	- perro, ganado vacuno y porcino, roedores* urbanos y silvestres (géneros <i>Rattus</i> , <i>Mus</i> , <i>Caviae</i> , <i>Ondatra</i>), zorro gris y rojo, nutria, marmota, mofeta rayada, osos hormiguero, zorrino, mangosta, comadreja**.
<i>canicola</i> (Canicola)	- perro, ganado vacuno y porcino, mofeta rayada, mapache, armadillo, zorrino, mangosta.
<i>pyrogenes</i> (Pyrogenes)	- perro, nutria.
<i>pomona</i> (Pomona)	- perro, ganado vacuno, porcino, caprino, ovino y equino, marmota, mapache, zorro rojo, ciervo de cola blanca, gato montés y salvaje, roedores (<i>Cavia</i>), zorrino, comadreja.
<i>grippotyphosa</i> (Grippotyphosa)	- perro, ganado vacuno y porcino, roedores (<i>Cavia</i> , <i>Microtus</i>), ardilla, gato montés, conejo, mapache, zorrino, mofeta rayada, zorro gris y rojo, comadreja.
<i>hardjo</i> (Hebdomadis)	- ganado vacuno.
<i>sejroe</i> (Hebdomadis)	- mangosta, roedores.
<i>ballum</i> (Ballum)	- roedores (géneros <i>Rattus</i> , <i>Sigmodon</i> , <i>Mus</i> , <i>Peromycus</i> , <i>Microtus</i>), musaraña, lince, mofeta rayada y manchada, mapache, conejo, ardilla, zorrino, zorro gris, oso hormiguero, comadrejas (<i>Didelphis marsupialis</i> y <i>D. virginiana</i>).
<i>tarassovi</i> (Tarassovi)	- ganado porcino.
<i>australis</i> (Australis)	- mapache, gato montés, zorrino, zorro gris, mofeta rayada, armadillo, roedores silvestres, comadreja.
<i>autumnalis</i> (Autumnalis)	- roedores (<i>Neofiber sp</i>), mapache, comadreja.

* En esta Tabla se mencionan como roedores las ratas, cuises y ratones, aclarándose entre paréntesis los correspondientes géneros. Otros roedores se mencionan por sus nombres comunes.

**Salvo cuando esté aclarado, se designa como comadreja a *Didelphis marsupialis*.

En cuanto a la **distribución** de la infección, se la clasificó en un principio como una endemia propia de algunas regiones, como Indonesia, Japón, y el centro de Europa. Actualmente, se la considera de distribución cosmopolita, incluyendo desde áreas subárticas hasta áreas tropicales, por lo menos para algunos serovares, como *icterohaemorrhagiae* y *canicola*. Otros ocurren sólo en algunas regiones. En las áreas tropicales suele haber hiperendemicidad, si se compara con la detección más esporádica registrada en los climas más estacionales (Faine, 1982; Acha & Szyfres, 1989).

La **vía de entrada** al hospedador son las mucosas bucal, nasal y digestiva alta, las membranas conjuntivas, o las zonas de la piel con abrasiones leves o heridas, aunque también se ha mencionado la transmisión vertical, especialmente para bovinos y porcinos. *Leptospira interrogans* se considera de alta infecciosidad, dada su capacidad de penetrar membranas mucosas intactas y sus elevadas concentraciones en la orina de los animales portadores-excretores: hasta 10⁵ organismos/ml de orina (Blenden, 1976; Hanson, 1982; Acha & Szyfres, 1989; Heath et al., 1994; Seijo, 1994).

En el hombre, el período de **incubación** puede durar desde pocos días hasta 2 semanas. La enfermedad incluye dos fases: la bacteriémica (7 a 10 días) y la leptospirúrica (1 semana a pocos meses) (Acha & Szyfres, 1989).

Las **manifestaciones clínicas** son muy variables tanto en el hombre como en los animales: infección inaparente, enfermedad febril indiferenciada, septicemias con agresión a los parénquimas hepático, renal, meníngeo y pulmonar (Reinhard, 1963; Faine, 1982; Seijo, 1994).

Las bacterias se ubican en el parénquima de hígado y bazo, y en los túbulos renales, donde suelen persistir y reproducirse por varias semanas y ser eliminadas por la orina. La respuesta sintomatológica puede implicar el compromiso de los sistemas nervioso, eritropoyético, hepático, renal u ocular en grados variables según cada caso. En alguna medida, dependerá del inóculo, el serovar y la cepa infectante. *L. icterohaemorrhagiae*, por ejemplo, tiende a causar síntomas ictericos y renales, mientras que *L. pomona* tiende a producir meningitis aséptica. El tipo de hospedador también condiciona la respuesta sintomatológica: *L. pomona* en el ganado produce frecuentemente anemia hemolítica o abortos y no meningitis aséptica como en el caso del hombre (Faine, 1982; Reinhard, 1963).

Si bien en el hombre, el diagnóstico suele asociarse con el síndrome hepatonefrítico grave, se sabe que el tipo anictérico es mucho más frecuente,

aunque en la mayoría de los casos no se diagnostique correctamente (Szyfres, 1976).

El hecho de que la infección puede manifestarse a través de cuadros clínicos tan diversos, implica que el diagnóstico debe confirmarse mediante técnicas serológicas o de examen bacteriológico, y podría pensarse como una de las razones por las que su incidencia y epidemiología en la población humana es poco conocida en relación con otras enfermedades infecciosas que suelen identificarse a través del diagnóstico clínico. El marcado polimorfismo clínico produce en muchos casos la confusión con otras infecciones, tales como fiebre hemorrágica, hepatitis, brucelosis, fiebre tifoidea, tífus exantemático, triquinosis, psitacosis, ictericias parasitarias, septicemia a Gram negativo (citado en Caminoa y col., 1990).

Se ha mencionado a la leptospirosis como una "enfermedad de doctores", en el sentido de que suele ser detectada por la mayor parte de aquellos especialistas que la buscan (Reinhard, 1963).

La **respuesta inmune** contra la infección por *L. interrogans* se hace detectable a los 6 o 7 días de producida la infección, es intensa y persistente. Los anticuerpos alcanzan el nivel máximo a la tercera o cuarta semana. Para el diagnóstico, se toman muestras repetidas para verificar el aumento en los títulos, ya que un título bajo puede significar la presencia de infección pasada o demasiado reciente (Acha & Szyfres, 1989).

Hay varias técnicas de **diagnóstico serológico** para la detección de anticuerpos antileptospíricos: hemoaglutinación (HA), ensayo inmunoenzimático (ELISA), inmunofluorescencia indirecta (IF), fijación de complemento (FC) y el test de aglutinación microscópica (MAT). El MAT es un test sensible y de alta especificidad, por lo que constituye el test diagnóstico de referencia en todo el mundo. El ELISA puede detectar la clase de inmunoglobulina circulante (IgG o IgM) y permite establecer entonces si la infección es aguda o pasada, aunque su uso es menos masivo en los laboratorios periféricos debido a que los reactivos son difíciles de preparar y mantener (Faine, 1982; Myers, 1985; Terpstra et al., 1985; Acha & Szyfres, 1989; Terpstra, 1993).

En la realización de cualquiera de las técnicas deben incluirse los serovares circulantes en la región, ya que las reacciones son serovar específicas, aunque en grado variable. Como se producen reacciones cruzadas, la serología sólo sirve para la identificación presuntiva del serovar infectante. Las reacciones

cruzadas no sólo se producen entre serovares del mismo serogrupo sino también entre serovares de serogrupos distintos, y a veces puede predominar el título de un serovar heterólogo (Myers, 1985; Acha & Szyfres, 1989). En general, los anticuerpos IgG residuales tienden a tener mayor especificidad para el serovar infectante, o bien presentan títulos más altos para el serovar homólogo (Turner, 1968; Faine, 1982; Acha & Szyfres, 1989).

La coaglutinación de distintos serovares durante la respuesta primaria es más frecuente en el hombre que en los animales, y se produce debido al complejo mosaico antigénico de superficie que comparten los distintos serovares. Sin embargo, a pesar de las afinidades antigénicas la reacción inmune no es protectora para la infección por otros serovares (Faine, 1982; Acha & Szyfres, 1989; Heath & Johnson, 1994; Seijo, 1994). Actualmente, están en desarrollo nuevas técnicas de detección y tipificación, tales como el uso de enzimas de restricción, la electroforesis y la reacción en cadena de la polimerasa (PCR). La detección por PCR ha mostrado ser más sensible que las técnicas de aislamiento, y también podrá utilizarse como diagnóstico rápido en pacientes infectados que aún no hayan desarrollado la respuesta serológica o presenten bajos títulos (Thiermann, 1986; Brown et al., 1991; Gitton et al., 1992; Herrmann et al., 1992; Terpstra, 1993; Merien et al., 1995).

El diagnóstico por aislamiento puede realizarse mediante el cultivo directo a partir de sangre u orina, o por inoculación en hamsters jóvenes (Faine, 1982; Acha & Szyfres, 1989).

El tratamiento recomendado para la infección es la administración de antibióticos, tales como la penicilina, entromicina, estreptomina y tetraciclina (salvo en el caso de daño renal) (Faine, 1982).

La transmisión de la leptospirosis está condicionada principalmente por la presencia de animales reservorios y la viabilidad de las cepas patógenas fuera de los hospedadores. La infección humana es accidental, y sólo se produce al entrar el hombre en contacto con los focos de leptospirosis enzoótica o epizoótica. Estos focos se han asociado a ambientes húmedos o inundables, ya que las leptospiras no sobreviven a la sequedad ni en medios altamente ácidos o alcalinos. Sin embargo, está demostrado que puede haber transmisión en áreas ambientalmente desfavorables, siempre que exista una asociación estrecha de las leptospiras con un gran número de especies de hospedadores (Reinhard, 1963; Faine, 1982).

Los factores geográficos serán en última instancia los que determinen la posibilidad de supervivencia de las leptospiras fuera de los reservorios. Son importantes entonces todos los factores ambientales (suelos, topografía, hidrología) que determinen las condiciones microclimáticas y el tipo de flora y fauna locales. Los valores de precipitación media anual y estacional, la radiación solar, las temperaturas mínimas y máximas diarias y estacionales a escala regional y local pueden ser muy importantes, así como la periodicidad de inundaciones, tormentas y sequías.

En cuanto a las condiciones necesarias para la persistencia de leptospiras patógenas en el ambiente, se sabe que dos variables determinantes son el pH y la humedad.

Cuando se utiliza agua destilada tamponada a distintos pHs, la supervivencia es más prolongada en aguas alcalinas (pH=8) que ácidas, aunque hay diferencias significativas en las respuestas de distintos serovares. En extractos acuosos de muestras de suelo, en cambio, no hay una clara correlación entre supervivencia y pH (Gordon Smith & Turner, 1961).

Hellstrom & Marshall (1978) determinaron una supervivencia de 42 días para el serovar *pomona* en un suelo ácido de pH 5,5 y un contenido de agua del 23% en peso. En este caso, el número de microorganismos del inóculo había bajado a la mitad a las 6 semanas, de donde infieren una pérdida inicial de organismos muy rápida para estas condiciones. Okazaki & Ringen (1957), demostraron que *L. pomona* puede sobrevivir en aguas naturales con pH entre 6,0 y 8,4 y entre 7° y 36°C. En un suelo estéril bien aireado este serovar sobrevive pocas horas, y de 3 a 5 días en un suelo húmedo, pero el período aumenta a 183 días si el pH es de 6,9 y el contenido de agua en el suelo es del 75% en peso.

Se mencionan supervivencias de hasta 279 días, en un suelo de pH 6,5- 7,5 y de alrededor del 40% de agua en peso (Hellstrom & Marshall, 1978).

El tipo de suelo también es una variable importante para la supervivencia, tanto en el aspecto físico químico como en el biológico (Acha & Szyfres, 1989). Las arcillas tales como bentonita y montmorillonita, pueden adsorber cerca de la mitad de la concentración de leptospiras en suspensión bajo condiciones de laboratorio (Gordon Smith & Turner, 1961). Los aislamientos realizados a partir de muestras de suelo indican además, que la presencia de materia orgánica favorece la presencia de bacterias del género *Leptospira* (Henry & Johnson, 1978).

En efluentes de mataderos sobrevive unas pocas horas, pero si éstos son diluidos por precipitaciones o filtrado, son un buen medio de crecimiento (Reinhard, 1963). El agua salina, en cambio, produce mortalidad en menos de 24 horas (Gordon Smith & Turner, 1961; Reinhard, 1963; Acha & Szyfres, 1989).

Los **factores biológicos** también serán determinantes para el establecimiento y las modalidades de la transmisión en un área dada. Obviamente, los factores geográficos tendrán influencia sobre los biológicos y viceversa. Por ejemplo: si el clima favorece el desarrollo de una vegetación exuberante, ésta albergará un número mayor de poblaciones de hospedadores y al mismo tiempo, protegerá el suelo de la desecación.

Desde el punto de vista estrictamente biológico, son importantes la diversidad de potenciales reservorios, la densidad de sus poblaciones, las áreas de distribución y sus superposiciones, los fenómenos de migración y los patrones de predación, ya que la predación es una vía de transmisión interespecífica. También es de crucial importancia el comportamiento relacionado con la excreción, ya que la dilución de la orina con agua aumenta significativamente el lapso de sobrevivencia de estas bacterias (Babudien, 1958; Gordon Smith et al., 1961; Ananyin, 1965; Reilly et al., 1968; Reilly et al., 1970; Faine, 1982).

En una determinada especie hospedadora, la proporción de animales infectados varía en el tiempo y en diferentes áreas geográficas, dada la naturaleza multifactorial de la transmisión (Pereira, 1985). En general en las áreas enzoóticas se ha observado un fenómeno de radiación, donde la infección se disemina a partir de un hospedador de mantenimiento y alcanza accidentalmente otras especies animales de la misma biocenosis (Ananyin, 1965; Pereira, 1985; Heath & Johnson, 1994).

Los **focos de transmisión** se han clasificado como focos naturales y antropogénicos según el carácter silvestre o doméstico del hospedador de mantenimiento de la infección. El estudio de las variaciones temporales de las prevalencias y los serovares infectantes en cada especie presente en el área, permite establecer en cada caso la existencia y las características de la relación entre los dos tipos de focos (Ananyin, 1965).

A modo de ejemplificar lo anterior, citaremos unos pocos ejemplos acerca de la dinámica de la transmisión y su complejidad.

- a) En la zona montañosa del oeste de América, no se detectó leptospirosis epizootica en el ganado vacuno disperso, pero sí se registraron brotes cuando los animales se concentraban en rebaños en las áreas de invernada (Reinhard, 1963);
- b) En los valles fluviales de Europa central, se observó que las epidemias causadas por *L. grippityphosa* se producían cuando coincidían en un mismo año lluvias abundantes e inundaciones por un lado, y una alta densidad poblacional del roedor reservorio (*Microtus arvalis*) por otro. En la zona de Silesia, se observó que si dicha densidad era elevada pero se registraba sequía, no sólo no había epidemia en la población humana, sino que también era mínima la transmisión entre roedores, detectándose un porcentaje de portadores-excretores del 1%.

Con una estación lluviosa, aunque la densidad poblacional del roedor no fuera elevada, aumentaba el porcentaje de portadores-excretores (18%) y se producía epidemia en la población humana (citado en Babudieri, 1958).

- c) En Israel, el estudio de los casos de leptospirosis humana detectados entre los años '50 y '70, reveló que los serovares más prevalentes eran *grippityphosa* y *canicola*, en orden decreciente. En la década del '50, se teorizó acerca de la importancia de los chacales como hospedadores de mantenimiento de *canicola* en el sur de Israel. Según algunos investigadores, la invasión nocturna de chacales infectados a establecimientos agrícolas, producía epizootias de *L. canicola* en el ganado. Posteriormente los chacales fueron exterminados, pero la epizootia se mantuvo, y los casos humanos se presentaron en trabajadores relacionados con porcinos. En los establecimientos se capturaron ratas y erizos, de los cuales se aisló *L. canicola*, demostrándose que otros reservorios silvestres también podían jugar un rol importante en la persistencia y diseminación de la infección (citado en: Babudieri, 1958 y Reinhard, 1963; Shenberg et al., 1982).

- d) Spinu et al. en 1963, investigaron una epidemia de leptospirosis al noreste de Hanoi, Vietnam (citado en Acha & Szyfres, 1989). En este caso, la infección era mantenida por el hombre, y fue el único caso conocido con esta característica en la historia de la leptospirosis. Los pacientes eran soldados que trabajaban en la tala de árboles, que transportaban a través de una zona pantanosa ayudados por búfalos. Entre los búfalos y los roedores la tasa de infección era insignificante. Los soldados solían trabajar descalzos y su dieta era vegetariana, por lo que su orina tenía un pH neutro, al igual que los cuerpos de agua de la zona. Esta característica

aumentaba la supervivencia de las leptospiras una vez excretadas. El 12 % de los 66 soldados infectados tuvieron leptospirosis, algunos por más de 6 meses.

Como se desprende de los ejemplos mencionados, la **epidemiología** de las leptospirosis en las poblaciones humanas es muy compleja. El contacto con las leptospiras puede relacionarse con actividades laborales, sociales o recreativas.

Existe mayor **riesgo de transmisión** en aquellos grupos ocupacional o socialmente expuestos a ambientes contaminados con roedores o animales infectados. Entre los trabajadores con alto riesgo se han mencionado: estibadores, recolectores de residuos, cocineros, carniceros o trabajadores de frigoríficos, mineros, militares, trabajadores rurales como tamberos, cosechadores de caña de azúcar, arroz, piscicultores, etc. Las modalidades del proceso productivo, incluyendo las prácticas culturales o económicas locales y el grado de mecanización, son determinantes para la situación epidemiológica de la leptospirosis en cada región (Reinhard, 1963; Ananyin, 1965; Mackintosh, 1980; Hirsch, 1980; Faine, 1982; Anderson, 1986; Acha & Szyfres, 1989; Bennett & Everard, 1991).

También las condiciones en el **área de residencia** pueden tener importancia para la epidemiología de la leptospirosis, si bien este aspecto ha recibido menos atención por parte de los investigadores. En distintos países de América Latina y el Caribe, la población general presenta tasas de seropositividad entre un 3% y un 18% (Szyfres, 1976), lo que podría indicar que la exposición no es sólo laboral, sino que puede estar vinculada al lugar de residencia.

Si se considera todo lo mencionado hasta aquí, puede concluirse que la problemática del **control** y la **prevención** resulta multifacética. En áreas urbanas, los reservorios más importantes son los roedores y los perros, en tanto que en áreas rurales, el ganado y los animales silvestres serían los principales hospedadores de mantenimiento.

En los **países desarrollados**, el impacto sanitario de la leptospirosis tiende a disminuir debido a la mecanización de los trabajos rurales, las buenas condiciones de saneamiento, y la generalización de las medidas preventivas contra la infección en animales domésticos. En estos países, los casos están cada vez más relacionados con actividades recreativas o contacto con mascotas (Szyfres, 1976). Se admite que la enfermedad tiene mayor impacto en los **países**

subdesarrollados, donde hay menos información y el control es más difícil de implementar, tomando en cuenta su realidad epidemiológica, social y económica (Pereira, 1985, Szyfres, 1976).

En general, es reconocido que el control de roedores y el saneamiento ambiental son medidas preventivas eficaces (Reinhard, 1963; Faine, 1982). Además, resulta de crucial importancia para diseñar programas de control eficaces identificar a nivel local los hospedadores de mantenimiento de la infección, y no sólo aquellos que están infectados en un momento dado (Ananyin, 1965; Hanson, 1982).

La **vacunación humana** podría ser otra alternativa de prevención y control, aunque existen dificultades en cuanto a la especificidad (ya que la inmunidad es serovar específica), los efectos secundarios (particularmente alérgicos), y la duración de la protección. Hay experiencias de inmunización en Italia, Polonia y la ex URSS, pero su uso no se extendió masivamente por los efectos alérgicos. Otras alternativas plantean la inmunización de las poblaciones humanas de alto riesgo. Por otro lado, se están evaluando nuevas vacunas (Estévez y col., 1995; González M, 1995) y también algunas sustancias para **quimioprofilaxis**, como la doxiciclina, que se utilizaría por períodos breves solo en áreas de gran incidencia o para grupos expuestos a ambientes de alto riesgo (citado por: Acha & Szyfres, 1989; CDC, 1997).

La **vacunación de animales domésticos** se utiliza en bovinos, porcinos y caninos, pero no es completamente protectora de la infección. En general, disminuye la sintomatología y el período de leptospirosis, pero requiere de revacunación anual. La eficiencia respecto a la supresión de la leptospirosis no es total.

En síntesis, cada zona requiere la implementación de una particular **combinación de métodos**, tales como vacunación, quimioterapia y manejo productivo-ambiental, adaptados a la epidemiología local. Esta sería una respuesta más cercana al control integrado, entendiendo por éste el "empleo simultáneo de medidas que neutralicen los varios elementos que posibilitan la transmisión de la enfermedad (biológicos, sociales, económicos y culturales). El control integrado debe basarse en el análisis del peso de cada uno de los elementos que posibilitan la existencia y persistencia de la enfermedad" (Wisnivesky, 1982). Una estrategia

de este tipo resultaría más eficaz para controlar y prevenir la infección humana (Faine, 1982; Acha & Szyfres, 1989).

En **América Latina y el Caribe**, extensas zonas son **endémicas** para leptospirosis por serovares múltiples (Szyfres, 1976; Bennett & Everard, 1991), siguiendo la definición que considera endémica una infección microparasitaria que puede persistir a lo largo del tiempo sin la reintroducción de casos desde el exterior (Oxford University, 1994).

El **patrón de frecuencias temporo-espaciales de casos humanos** presenta grandes diferencias regionales y existen áreas en las cuales no se ha investigado sistemáticamente el problema. El patrón de frecuencias de casos en cada área dependerá de la estructura de los focos, las especies involucradas, y la modalidad de contacto del hombre con dichos focos.

Según investigaron Bennett & Everard (1991) para el caso de Barbados, la aparición de casos está distribuida al azar en el tiempo y el espacio, es decir que la enfermedad no aparece en forma de microepidemias, como podría esperarse en función de su asociación con variables climáticas y con ciertas actividades laborales. La transmisión enzoótica es persistente en el área, y dadas las condiciones ambientales, las leptospiras podrían sobrevivir lapsos variables en el ambiente, lo que podría influir en este patrón de distribución espacio-temporal de los casos clínicos. También argumentan que tanto en las poblaciones humanas como en las animales, la exposición se produce desde temprana edad, y los individuos adquieren grados variables de inmunidad. Por esta razón, aunque la infección se produzca como microepidemia, la mayoría de los infectados no presentaría síntomas. Los casos clínicos se presentarían en individuos con una historia de exposición inusualmente intensa, laboral por ejemplo, o una susceptibilidad aumentada por algún fenómeno inmunofisiológico.

La leptospirosis también puede manifestarse bajo la forma de **brotes epidémicos**. Se han descrito epidemias por cambios ambientales (por ej. inundaciones), por migraciones de roedores, o brotes epidémicos asociados con actividades recreativas (Correa y Mearim, 1971; Szyfres, 1976). Una de las epidemias más recientes en América Central provocó cerca de 2.400 casos entre octubre y noviembre de 1995, con 750 pacientes hospitalizados y por lo menos 16 muertes en la localidad de Achuapa, Nicaragua (Brandling-Bennett & Pinheiro, 1996). La zona había recibido lluvias muy abundantes y se habían producido inundaciones dos semanas antes de la aparición de los primeros casos. Cuando

había transcurrido cerca de un mes del comienzo de la epidemia, los Centros de Control y Prevención de Enfermedades habían descartado al dengue, así como a otros arbovirus y a la fiebre hemorrágica como causas de la epidemia, identificando a *L. interrogans* en los tejidos de cuatro pacientes fallecidos.

Estos hechos son un ejemplo de que, independientemente del patrón de frecuencias de aparición de los casos humanos, la leptospirosis es un problema persistente en el continente, aunque poco reconocido por la comunidad internacional. En Nicaragua, la epidemia mencionada despertó gran interés mientras se la creyó causada por una nueva enfermedad, que podía transformarse en una amenaza para otros países, pero la atención declinó rápidamente al confirmarse que no era así (Brandling-Bennett & Pinheiro, 1996).

En Argentina, siguiendo a Rugiero y Cacchione (1964), el estudio de la leptospirosis humana y animal puede agruparse en dos períodos:

a) Período 1915-1941. Se realizan observaciones aisladas en humanos y hallazgos de leptospiras en animales. Según la revisión de Rugiero y Cacchione (1964), la primera observación de leptospirosis humana se debe a Samovici en Rosario, provincia de Santa Fe. En 1921, Grapiolo, Fossati y Palazzo describen el primer caso fatal con comprobación por necropsia e inoculación experimental. Posteriormente, Mazza encuentra leptospiras en vísceras de un perro en El Tabacal (Salta). Se agregan en 1935 observaciones de casos en Córdoba y Mendoza. También se detecta *Leptospira icterohaemorrhagiae* en ratas de la ciudad de Buenos Aires

b) Período 1942 en adelante. Aumenta el interés en la enfermedad y se aíslan cepas de origen humano y animal. Al comienzo de este período se inician las primeras investigaciones sistemáticas sobre leptospirosis, gracias a Savino y Rennella, que aíslan *L. icterohaemorrhagiae* y *L. canicola* de dos casos humanos, icterico el primero y anictérico el segundo. Por otra parte, entre los años 1941 y 1944 se producen siete brotes de la enfermedad, dos de ellos localizados en el área metropolitana de Buenos Aires, dos en el interior de la provincia (Tandil y Santa Lucía), dos en Córdoba y uno en Santa Fe.

Se pone en evidencia que "la leptospirosis humana abarca una amplia extensión geográfica, comprendiendo principalmente la zona central del país, mientras que la animal se extiende a todo el país" (Rugiero y Cacchione, 1964).

En cuanto a estudios de relevamiento serológico, Savino y Rennella (1945) notificaron que sobre 106 enfermos registrados, un 81,2% presentaba reacción serológica a *L. pomona*, 12,3% a *L. canicola* y 6,5% a *L. icterohaemorrhagiae*. Cacchione y col. (1964), publicaron un estudio en el que examinaron 726 sueros humanos de diferentes regiones argentinas, observando que entre los 48 sueros positivos (6% del total), el porcentaje de positividad fue mayor en hombres que en mujeres, y en zonas urbanas mayor que en zonas rurales. Los serotipos más frecuentes fueron *L. canicola* y *L. hebdomadis*.

Entre fines de los '50 y principios de los '60 también se desarrollan nuevas investigaciones en cuanto a la leptospirosis animal. Es fundamental la labor desarrollada en este sentido por el Instituto de Patología Animal del Ministerio de Agricultura de la Nación y por el Instituto de Zoonosis del INTA. Se describen numerosas epizootias, fundamentalmente en bovinos y porcinos.

Más recientemente se han detectado varios brotes de leptospirosis en la provincia de Buenos Aires relacionados, por ejemplo, con exposición laboral en mataderos o contacto con aguas contaminadas, ya sea por inundaciones o uso recreacional (Cacchione y col., 1977; Seijo y Waisman, 1985; Caminoa y col., 1990; Seijo y col., 1993).

Se han registrado casos caracterizados por un síndrome del tipo de una neumonía atípica con distrés respiratorio. Este síndrome se notificó por primera vez en la Argentina en la provincia de Salta, donde fue denominado el "síndrome de Orán", que viene siendo investigado desde 1980 y presenta alta letalidad. Un 27% de los casos con este síndrome correspondió a leptospirosis y en un 19% de los casos, el diagnóstico fue hantavirus. La letalidad para leptospirosis fue del 62%. En 1992 se aisló una cepa del serovar *canicola* en roedores, y se detectó serología positiva en caninos. Se supone que la aparición del síndrome de Orán ha tenido relación con los cambios a nivel ecológico y económico en la región del Chaco Salteño, donde se han acelerado la deforestación y parte del bosque tropical fue reemplazado por cultivos frutihortícolas o de caña de azúcar (Seijo, 1994; Seijo, 1995).

El **Gran Buenos Aires** es la región de Argentina con mayor notificación de casos de leptospirosis humana. Un trabajo realizado en el Policlínico A. Posadas (Morón) en niños de hasta 19 años no sospechosos

clínicamente, mostró una seroprevalencia del 9,7%, con *icterohaemorrhagiae* como serovar predominante (Ferraro y col., 1980).

Según los datos del Servicio de Zoonosis del Hospital Francisco J. Muñiz de esta Capital, uno de los Laboratorios de Referencia para el Diagnóstico de Leptospirosis, un 68% de los pacientes con leptospirosis diagnosticada en el Servicio durante el decenio 1984-1994, residía en el Gran Buenos Aires (272/398) (Seijo y col., 1995). Además, se informaron 4 brotes en el área en el mismo período, en las localidades de Florencio Varela (1985), varios partidos de la zona noroeste (1988), un barrio de Moreno (1990), y Campo de Mayo (1990).

En cuanto a la serotipificación en las áreas urbanas, el 57% de los sueros examinados presentó serorreactividad a *icterohaemorrhagiae*, el 41% al serovar *canicola*, y el 2% a otros, en correspondencia con los serovares más detectados en los principales reservorios: roedores y perros (Seijo y col., 1995).

4.A.ii. Leptospirosis canina

La infección canina por *L. interrogans* es muy frecuente, y ha sido reportada en casi todos los países donde se han realizado investigaciones (Ryu, 1976; Faine, 1982).

La infección por los serovares *canicola* o *icterohaemorrhagiae* es la más frecuente en los perros, pero también se han detectado serovares pertenecientes a la mayor parte de los serogrupos conocidos (Babudieri, 1958; Ryu, 1976). En América Latina y el Caribe, otros serovares detectados fueron *pyrogenes*, *tarassovi*, *paidjan* (serogrupo *Bataviae*), *copenhageni* (serogrupo *icterohaemorrhagiae*), *georgia* (serogrupo *Hebdomadis*), y *grippotyphosa* entre otros (Szyfres, 1976; Everard et al., 1979).

Las **manifestaciones clínicas** son muy variables, dependiendo del inóculo, el serovar, la cepa infectante y el estado del animal.

Se han enumerado muchos signos que acompañan a la primer etapa del cuadro clínico, aunque pueden aparecer como una sucesión rápida o estar ausentes: hipertermia, conjuntivas y mucosas hiperémicas, debilidad, depresión, adinamia, anorexia, vómitos, hemorragias, ictericia, anuria/oliguria, lumbalgia, dolor a la palpación renal, rigidez y mialgias en los miembros posteriores, diarrea, convulsiones, disnea, etc. Al avanzar la enfermedad, pueden manifestarse poliuria, hipotermia, fasciculaciones musculares, gastroenteritis hemorrágica y nefritis

aguda, hemorragias en la cavidad bucal con tendencia a la necrosis, etc. La infección puede derivar en una nefritis crónica (Faine, 1982; Stiebel, 1994).

Para la infección por *canicola*, algunos autores caracterizan la forma aguda, denominada enfermedad de Stuttgart, por presencia de vómitos, deshidratación rápida y necrosis de la mucosa bucal y la lengua. La tasa de mortalidad es alta y la muerte sobreviene usualmente a los pocos días. La forma subaguda de la enfermedad, que es la más común, estaría caracterizada como una nefritis: hipertermia, depresión, vómitos, heces sanguinolentas, albuminuria, inflamación palpable de los riñones y muerte, aunque la tasa de mortalidad es muy variable (Faine, 1982).

Para la infección por *icterohaemorrhagiae*, algunos autores caracterizan la forma aguda por cuadros con y sin ictericia, presentando tasas de mortalidad importantes. La forma subaguda tendría sintomatología similar a la producida por *canicola* (Faine, 1982). Otros autores sostienen que la leptospirosis canina no tendría un cuadro clínico determinado por el serovar infectante, sino que se presenta como un síndrome hepático, renal o hepato-renal independientemente del mismo (Cacchione, 1962).

En cuanto al **diagnóstico**, éste no puede realizarse sólo a partir de la clínica, especialmente para los casos de enfermedad subaguda, sino que se requiere además del diagnóstico de laboratorio. Tampoco se diagnostican clínicamente las infecciones por otros serovares distintos de *canicola* (Faine, 1982, Stiebel, 1994).

Para el **aislamiento**, deben recolectarse muestras de sangre u orina con técnicas asépticas para evitar la contaminación de los cultivos, que es muy frecuente. Para el **análisis serológico**, la técnica de referencia también es el test de microaglutinación (MAT) frente a los serovares circulantes en la región. Este test detecta fundamentalmente anticuerpos IgG, que aparecen varios días después de iniciada la enfermedad. Los anticuerpos IgG residuales pueden ser detectados por un lapso de alrededor de un año a partir de la infección (Menges et al., 1960; Turner, 1968; Heath & Johnson, 1994). Se suelen considerar positivos los títulos de 1/100 o más elevados, e indicativos de infección actual o reciente los casos con títulos mayores o iguales a 1/800 (Everard et al., 1987; Stiebel, 1994). También se realiza diagnóstico serológico por ELISA, y esta técnica puede realizarse para detectar IgM, que permite un diagnóstico muy temprano (anterior a las primeras 48 horas post-infección), o IgG (Faine, 1982; Hartman et al., 1984).

La **inmunización** se menciona como el método de control más adecuado. Se efectúa con bacterinas elaboradas a partir de los serovares de mayor circulación en la región, dado que la protección es serovar específica. Las vacunas suelen prepararse a partir de organismos completos inactivados química o físicamente (Bey & Johnson, 1982; van den Broek et al., 1991).

La vacunación no tiene efectividad total. En general, elimina los síntomas, pero no evita por completo que los perros se vuelvan portadores-excretores durante la infección. Algunos autores han sugerido que el uso masivo de antibióticos y vacunas contra *canicola* ha tenido un efecto leve en cuanto a la disminución de los perros portadores-excretores (Bey & Johnson, 1982; van der Broek et al., 1991). Otro de los problemas es que las vacunas suelen contener fracciones de suero que pueden producir reacciones de hipersensibilidad, causando shock anafiláctico en una proporción variable de los animales vacunados. Además, es necesaria la revacunación anual (Faine, 1982; Bey & Johnson, 1982). El hecho de que hayan sido reportados casos de leptospirosis humana originados a partir de perros vacunados prueba que la inmunización no es efectiva por completo (Feigin et al., 1973; Schmidt et al., 1989). Están en período de prueba vacunas más eficaces, a partir de cultivos en medios libres de proteínas, o de fracciones antigénicas (Bey & Johnson, 1982; Broughton & Scarnell, 1985).

Para los países de América Latina existe además el inconveniente de la cobertura de la vacunación, probablemente mucho más baja que para los países desarrollados y practicada solamente en sectores de altos ingresos (Farrington & Sulzer, 1982). En Argentina se utiliza para la inmunización una vacuna bivalente (*canicola* e *icterohaemorrhagie*), que está incluida en la denominada Quintuple.

En cuanto al **tratamiento** para los casos sintomáticos, se ha probado que la estreptomycin y dihidroestreptomycin elimina la infección, y suele administrarse combinada con penicilina (Brunner & Meyer, 1949; Faine, 1982; Hagiwara, 1993).

La **tasa de contacto** entre las poblaciones caninas y las leptospiras suele ser elevada, como lo demuestran diversos estudios serológicos realizados a nivel poblacional en distintos continentes (Ryu, 1976). En el continente americano, las seroprevalencias por MAT varían en distintas zonas urbanas entre un 18% y un 88% (Tsuneshige Fukuda y col., 1973; Thiermann, 1980; Farrington & Sulzer, 1982; Everard et al., 1979; Everard et al., 1987).

En cuanto a los estudios sobre leptospirosis canina en Argentina, Savino y Rennella (1944) encontraron aglutininas antileptospíricas en un 24,9% de 317 perros de la ciudad de Buenos Aires y realizaron 6 aislamientos a partir del riñón.

Cacchione y col. (1962) analizaron 367 muestras de sangre canina provenientes de distintas provincias, encontrando una prevalencia del 26,67% y demostrando la amplia distribución de la infección en las poblaciones caninas de nuestro país. Para los 15 animales provenientes del Gran Buenos Aires, el porcentaje de seropositivos fue de 53,33%, y para los 102 perros de la ciudad de Buenos Aires del 23,52%. Las provincias que presentaron mayor prevalencia fueron Buenos Aires y Chaco (32% y 33% respectivamente). Los serovares más frecuentes fueron *icterohaemorrhagiae* y *canicola*. Se aislaron una cepa de cada uno de los serovares. Aguirre y col. (1968) notificaron el primer aislamiento del serovar *pyrogenes* a partir de un perro sospechoso clínicamente de la ciudad de La Plata.

En 1975, Cacchione y col. analizaron 1125 muestras de sangre de perros clínicamente sospechosos y perros sanos que convivían con ellos obtenidas entre 1963 y 1974. Las seroprevalencias fueron 31,83% y 43,26% para 267 y 772 perros residentes en Capital y Gran Buenos Aires respectivamente. Los porcentajes de seropositividad fueron mayores para machos que para hembras (42% vs. 27%) pero semejantes para todas las edades. Los serovares detectados con mayor frecuencia fueron *ballum*, *canicola*, *icterohaemorrhagiae* y *pyrogenes* (cerca del 20% de los sueros).

Más recientemente, Myers (1980) analizó una muestra de 143 perros del Gran Buenos Aires, seleccionados aleatoriamente de la perrera del Centro Antirrábico de Moreno. El 51% de los perros fueron seropositivos por MAT, siendo los serovares más reactivos en orden decreciente *canicola*, *pyrogenes*, *ballum*, *icterohaemorrhagiae* y *grippotyphosa*.

En un estudio preliminar realizado en 1995 en la ciudad de Córdoba, una muestra de 40 sueros caninos mostró una prevalencia del 37,5%, con *canicola*, *pomona*, *pyrogenes* y *tarassovi* como serovares predominantes (Riera y col., 1995).

El perro puede participar en los procesos de transmisión ya sea por contacto directo (intra o interespecífico) o por contaminación del ambiente. Su **importancia como reservorio** para la infección por *L. interrogans* podría igualar a

la de los roedores particularmente en ambientes urbanos, dadas las siguientes características.

La capacidad de excretar leptospiras por meses después de recuperarse de la infección aguda (Babudieri, 1958; Menges et al., 1960; Cacchione, 1962; Everard et al., 1979; Faine, 1982).

El porcentaje de portadores-excretores entre los seropositivos por MAT, según diversos estudios, puede variar entre un 0% y un 59%, dependiendo del serovar involucrado, ya que los porcentajes suelen ser más altos para el caso de *canicola* (Babudieri, 1958). Según un trabajo de Klarenbeek (citado en Alexander et al., 1957 y Babudieri, 1958) resultaron portadores-excretores el 59% de los perros infectados con *canicola*, pero sólo el 26% de los infectados con *icterohaemorrhagiae*. En otro estudio 1/30 (3,3%) animales infectados con *icterohaemorrhagiae* presentaron leptospiuria, en tanto que para los infectados con *canicola* el porcentaje aumentó al 15,9 % (21/132) (Yamamoto, 1943 citado en Alexander et al., 1957) . Alexander et al. (1957) aislaron *canicola* de la orina de 8/92 perros seropositivos (8,7%). Yasuda y Santa Rosa (1981) en un estudio realizado por serología y cultivo renal sobre 1415 perros vagabundos de São Paulo, encontraron que un 16% de los animales con serología positiva a *canicola* eran portadores-excretores, mientras que para *icterohaemorrhagiae* esta proporción fue de 2,9%.

Estudios de infección experimental en perros han demostrado que otros serovares, como *bataviae*, también pueden producir leptospiuria en todos los animales inoculados a partir de las 72 horas post inoculación, independientemente de la presencia o ausencia de síntomas (Keenan et al., 1978).

La excreción de leptospiras puede producirse con discontinuidad, por lo que un único test no es suficiente para determinar si un animal es portador-excretor o no, aunque se asume que la frecuencia de leptospiuria entre los perros seropositivos está relacionada en forma directa con los títulos. Sin embargo, la leptospiuria puede producirse en perros seronegativos recién infectados (Alexander et al., 1957; Babudieri, 1958; Menges et al., 1960).

Además de la condición de portador-excretor, la dieta también puede ser determinante para la importancia del perro como reservorio, ya que cuanto más carnívora sea la dieta más ácida será la orina, lo que disminuirá significativamente la probabilidad de supervivencia de las leptospiras excretadas, salvo que la orina sea inmediatamente diluida en agua (Babudieri, 1958; Thiermann, 1980).

La elevada densidad de las poblaciones caninas en los ambientes urbanos, favorece altas tasas de contacto entre los individuos, asegurando tanto el mantenimiento como la diseminación de la infección. Se ha mencionado que la seroprevalencia es mayor en poblaciones más densas (Reinhard, 1963). Gordon Smith et al. (1961) sugieren que es necesaria una densidad poblacional mínima para que una especie pueda constituirse en reservorio leptospírico, de manera que la transmisión persista en el tiempo. Mencionan además que el grado de infección está directamente relacionado a la densidad de la población reservorio, al menos para el caso de los roedores.

Algunos patrones comportamentales propios de la población canina también favorecen la transmisión, como el olfateo de los genitales y de sitios donde han orinado otros individuos. Este tipo de comportamiento es diferencial entre machos y hembras, y se ha mencionado como causa de la diferencia que suele observarse entre sexos en cuanto a la infección (Alexander et al., 1957; Babudieri, 1958; Reinhard, 1963; Faine, 1982; Everard et al., 1987).

También el comportamiento relacionado con los sitios de micción es importante en este sentido (Babudieri, 1958).

Su estrecho contacto con la población humana y con otras poblaciones reservorios importantes (como los roedores), es otro de los factores que incrementan su potencial como reservorio (Babudieri, 1958; Beck, 1973; Everard et al., 1979).

La transmisión perro/hombre ha sido comunicada en diversas áreas. Se presume que la mayor parte de las leptospirosis humanas asociadas a *canicola* se originan en el contacto con perros infectados, aunque en cada caso esta relación debiera ser confirmada a partir de estudios epidemiológicos porque puede haber otros reservorios involucrados en la transmisión del serovar, o bien el perro puede transmitir otros serovares. El primer caso humano de fiebre canícola (infección por el serovar *canicola*) fue reportado en Holanda por Dhont et al. en el año 1934 (citado en Misao et al., 1956).

En Estados Unidos, en 1971, el 63% de los casos de leptospirosis humana se asociaron al contacto con perros, siendo este porcentaje del 32% durante 1966-1970 (Beck, 1975). En 1975, los perros fueron la fuente probable de infección en el 22% de los casos humanos registrados en el mismo país (Everard et al., 1979). En algunas áreas, como Trinidad y Barbados, la población general presenta serorreactividad a *canicola* en un 12% y 18% respectivamente (Everard

et al., 1990). Estas evaluaciones ilustran la posible importancia de la infección canina como fuente de infección humana.

Para **Argentina**, *canicola* es uno de los serovares más reactivos entre los pacientes diagnosticados para leptospirosis (ver sección anterior). Hutter (1972) menciona 2 casos humanos contagiados a partir de perros enfermos en Vicente López.

Parece probable que los cálculos subestimen la real importancia del perro como fuente de infección humana ya que el perro puede infectarse y transmitir otros serovares, habitar áreas comunes con poblaciones de otros reservorios, participar en distintos mecanismos de transmisión. A su vez, el patrón de seropositividad por serovar puede variar en el tiempo, por lo que sólo un seguimiento a nivel local de las prevalencias serovar-específicas en todas las poblaciones susceptibles puede determinar la importancia de cada reservorio (Arianyin, 1965; van der Broek et al., 1991).

4.A.iii. Objetivos e hipótesis

El **objetivo general** fue el de investigar la epidemiología de la leptospirosis en la población canina del área de estudio y evaluar el posible rol del basural en la transmisión. Este objetivo general incluyó a su vez el planteo de **objetivos específicos** que fueron:

- determinar la seroprevalencia, las frecuencias de serorreactividad para distintos serovares y los títulos correspondientes;
- evaluar la asociación entre distintas variables epidemiológicas y la seropositividad, incluyendo variables individuales (biológicas y comportamentales) y ambientales;
- evaluar específicamente el posible rol del basural en la epidemiología de la leptospirosis canina en el área;
- construir un modelo que permita predecir la seropositividad en función de los posibles factores de riesgo y sus interacciones.

La **hipótesis central** del estudio fue que la presencia del basural amplificaba la transmisión de leptospirosis en la población canina domiciliada del área, en un quantum a determinar. Si esta hipótesis fuera verdadera, podrían verificarse a su vez las siguientes predicciones derivadas:

- a) El contacto con el basural o la cercanía de la vivienda al mismo sería un factor de riesgo para la infección por *L. interrogans* en la población canina del área.
- b) La seroprevalencia en la población canina descendería significativamente luego del cierre del basural en el área de estudio y, además, sería equivalente a la de un área control de semejantes condiciones socioeconómicas y ambientales pero que nunca incluyó basurales extensos.

Otras hipótesis planteadas fueron las relacionadas con otros posibles factores de riesgo para la infección:

- c) Las siguientes características podrían actuar como factores de riesgo para la seropositividad:

- la presencia de roedores en la vivienda,
- el comportamiento de caza (especialmente la caza de roedores),
- el contacto con la calle,
- la presencia de zanja frente a la vivienda,
- la cría de otros animales domésticos en la vivienda,
- el número de perros en la vivienda.

4.B. MATERIALES Y MÉTODOS

4.B.i. Diseño y metodologías de muestreo

Se utilizó un **diseño híbrido**, que por definición "es un diseño compuesto que combina elementos de dos diseños básicos", o bien "extiende la estrategia de un diseño básico por medio de la repetición", o "combina elementos de un diseño básico con elementos de un diseño no observacional" (Kleinbaum et al., 1982). Dentro de los diseños híbridos, se utilizó un diseño de "estudio repetido" ("repeated survey") consistente en dos estudios transversales consecutivos, para lo cual se tomaron dos muestras con un año de diferencia y durante el mismo mes.

En el **primer estudio transversal** se determinó la seroprevalencia de la población canina del barrio San Nicolás poco tiempo después de cerrado el basural. Dada la persistencia de la respuesta serológica, dicha seroprevalencia se consideró equivalente a la seroprevalencia con el basural activo. Con los datos de este primer estudio también se analizó la asociación de la seropositividad con las variables consideradas posibles factores de riesgo (hipótesis planteadas en los ítems a y c).

Durante el **segundo estudio transversal** se determinó la seroprevalencia en la misma población un año y medio después del cierre del basural y la seroprevalencia en un área control para verificar la hipótesis b). El área control fue el barrio San Eduardo, que se seleccionó por sus semejanzas al área de estudio luego de recorrer los 28 barrios del área Programática de Salud III de Florencio Varela.

En la segunda muestra del barrio San Nicolás, la relación entre animales re-examinados y los examinados por primera vez fue 2:1. Todos los animales se seleccionaron al azar siguiendo la misma metodología que en 1992 (los re-examinados se seleccionaron al azar entre los examinados en el primer muestreo).

Los muestreos correspondientes a cada uno de los dos estudios transversales se llevaron a cabo durante los meses de junio/julio de 1992 y julio de 1993. El mes del muestreo se seleccionó teniendo en cuenta que fuera la época del año de mínima transmisión, de manera que la incidencia durante el muestreo afectara lo menos posible los cálculos de prevalencia. Para elegirlo se tuvo en cuenta que:

- la información disponible parece indicar que la incidencia de leptospirosis canina en zonas endémicas aumenta durante los períodos cálidos y lluviosos y disminuye

en los períodos de menor temperatura y precipitación (Sundharagiati, 1966; Reichmann y col., 1986; Venkataraman & Nedunchellian, 1990); y que
- los meses de junio y julio son los de menor temperatura media y menor precipitación en Buenos Aires (Boletín Climatológico 1990-1996, Serv.Meteor. Nac.).

Para la metodología de muestreo, se asumieron las siguientes definiciones:

- *población blanco o universo*: población canina domiciliada del barrio.
- *unidad de muestreo*: la vivienda, elegida al azar simple. Para seleccionar las viviendas, se numeraron manzanas, cuadras y casas sobre un mapa, y se eligió una lista de números al azar para cada ítem utilizando una tabla de números aleatorios.
- *unidades de observación*: todos los perros presentes domiciliados en las viviendas seleccionadas de 3 meses de edad o más que no hubieran recibido la vacuna triple (antileptospírica). A cada animal se le extrajo una muestra de sangre por punción de la vena braquial, previo consentimiento de la dueña de casa. Además, para cada animal se realizó una encuesta epidemiológica al ama de casa referida a las variables en estudio. Esta encuesta fue llevada a cabo en todos los casos por la misma persona y en la misma visita en la que se efectuó la extracción de sangre.

Previamente al estudio epidemiológico se realizaron dos evaluaciones: un **estudio demográfico de base** y un **muestreo preliminar**.

El **estudio demográfico de base** se realizó para estimar la densidad, la estructura de sexos y de edades de la población. Para ello, se numeraron las manzanas y se seleccionó un 20% (18/86) de ellas al azar utilizando una tabla de números aleatorios. Para el sorteo, se descartaron previamente las 14 manzanas lindantes a la avenida de acceso al barrio (Av. Paso de la Patria) porque las cuadras ubicadas sobre la avenida no se consideraron cuadras típicas del área de estudio.

En las manzanas seleccionadas, se realizó un censo casa a casa requiriendo información sobre el número de perros residentes en la vivienda, su sexo y edad. Estos datos se compararon con los obtenidos para la muestra del primer estudio transversal (junio/julio 1992), para verificar la representatividad de la misma desde el punto de vista demográfico.

La evaluación demográfica se realizó en abril de 1992 y se reiteró al año siguiente, para verificar la estabilidad relativa de estas características demográficas.

El estudio piloto incluyó 42 animales residentes en 31 viviendas y sus resultados se utilizaron para los cálculos de:

- tamaño muestral necesario para estimar la seroprevalencia; y
- tamaño muestral necesario para testear las asociaciones entre la presencia de anticuerpos y las variables consideradas factores de riesgo.

Los cálculos de tamaño muestral mínimo necesario se realizaron utilizando las siguientes fórmulas:

tamaño muestral para estimar la seroprevalencia

$$n = (z^2 \cdot p \cdot q) / L^2 \quad \text{y} \quad n_f = n / (1 + n/N), \text{ donde:}$$

n = tamaño muestral mínimo necesario y n_f = n final

n_f = tamaño muestral mínimo necesario corregido para el tamaño poblacional

z = percentil de la distribución normal (1,96, ya que se trabajó con un 95% de confianza)

p = proporción de seropositivos en la población

q = $1 - p$

L = semiamplitud deseada para el intervalo de confianza de la estimación. Se trabajó con un 10%.

tamaño muestral para testear las asociaciones

Se calculó siguiendo la fórmula propuesta por Fleiss para la comparación de dos grupos de tamaño igual o desigual (citada en CDC/ OMS, 1990: Manual EpiInfo versión 5).

El tamaño muestral se calculó para las variables en las que la prevalencia entre los *expuestos* y los *no expuestos* resultó diferente en el estudio piloto, aunque las diferencias no fueran significativas. Estas variables fueron sexo, edad (con dos grupos etarios), comportamiento de caza (si/no) y presencia de zanja (si/no). Se tomó en cuenta el mayor tamaño muestral obtenido.

El tamaño de la muestra también respetó el criterio de Kleinbaum et al. (1988; citado en Norman & Streiner, 1996) en relación al cálculo de tamaño muestral para realizar un análisis de regresión logística, que consiste en tomar como tamaño muestral mínimo el obtenido después de multiplicar por 10 el número de variables independientes (estén asociadas o no con la infección). En este caso,

el número de variables independientes fue 11 y el tamaño de la muestra 223 (ver más abajo).

Para el **segundo muestreo**, se utilizó la misma metodología, tomando una muestra piloto en cada área (13 animales en San Eduardo y 20 en San Nicolás) para calcular el tamaño muestral necesario para comparar las seroprevalencias obtenidas.

a) Encuesta epidemiológica

La encuesta epidemiológica incluyó datos referidos al grupo familiar, los perros de la casa y la vivienda en sí misma. Se adjunta un ejemplar del cuestionario en el Anexo (pg. VII). Las preguntas del cuestionario fueron abiertas en todos los casos, y se clasificaron posteriormente para el análisis (ver *Operacionalización de las variables*).

Con respecto a la confiabilidad de las respuestas, en el caso de los animales examinados en los dos muestreos en el barrio San Nicolás, se re-encuestó a los dueños para estimar la concordancia de las respuestas. La concordancia se consideró una estimación de la confiabilidad. Para la edad de los animales la concordancia fue de un 80% (76 respuestas concordantes para 95 encuestas) y para el resto de las respuestas la concordancia fue del 100%.

En el abordaje a los encuestados, se explicitó en todos los casos que el estudio no tenía vinculación alguna con las autoridades del Municipio, ya que en el muestreo preliminar se había detectado en varios vecinos el temor a que el estudio fuese algo semejante a una inspección municipal, y se los multara o se les sacara sus animales. Hecha la aclaración, ninguna vivienda rehusó estar incluida en la muestra, y cerca de 20 amas de casa solicitaron que se asistiera a sus hogares. Las preguntas fueron dirigidas a las amas de casa, aunque en muchos casos otros miembros de la familia presentes participaban en las respuestas.

b) Operacionalización de las variables*

La seropositividad se consideró la variable dependiente y se trabajó con 11 variables independientes relacionadas con atributos de los animales (edad, sexo, contacto con la calle y con el basural, comportamiento de caza, caza de roedores) y de las viviendas en las que residían (número de perros, presencia de

* Para una definición: ver Glosario.

zanja al frente, nivel de roedores, presencia de otros animales domésticos, distancia al basural).

Las variables independientes se operacionalizaron utilizando los criterios que se detallan a continuación. Algunas de ellas fueron transformadas en variables ordinales (de categorías ordenadas cuantitativamente sin que los intervalos entre categorías sean iguales) y se asignaron escalas numéricas crecientes para las categorías crecientes de exposición. Otras fueron definidas como nominales y se consideraron dicotómicamente (no/si, codificándose 0/1 respectivamente). La variable sexo estuvo incluida en este grupo.

1- Edad: se preguntó en años o en meses, para los cachorros menores de 1 año. Para algunos análisis se construyeron intervalos etarios. Para otros, la edad se consideró como una variable dicotómica con valor 0 para los cachorros menores de un año y 1 para los animales de 1 año o más.

2- Contacto con la calle: para estimar el nivel de contacto con la calle se realizó por un lado, la pregunta directa que figura en el cuestionario (¿sale el perro a la calle?) y la respuesta se combinó con otras preguntas complementarias realizadas en un momento posterior de la entrevista (si el perro acompañaba a algún miembro de la familia por ejemplo a hacer las compras, o si solía escaparse). También se tomó en cuenta lo observado durante la permanencia en la vivienda, por ejemplo si el lote de la vivienda estaba cercado de alguna manera. Si no era así, se incluía otra pregunta al respecto. Por ejemplo: si los dueños afirmaban que no salía a la calle, y no los acompañaba ni se escapaba, pero el perro se escapaba durante la encuesta, el perro se clasificó en la categoría de los que realizaban una salida diaria. Se definieron 4 categorías numeradas del 0 al 3, en relación con número de salidas por día, definiendo salida como un lapso de por lo menos algunos minutos fuera de la vivienda.

Categoría 0 : el perro no tiene contacto con la calle, está confinado a la vivienda en forma permanente. Solo se asignó esta categoría cuando el dueño lo afirmó en las distintas preguntas, y no se detectaron contradicciones entre las respuestas y las observaciones. Los animales que se denominan confinados pertenecen a esta categoría.

Categoría 1 : el perro realiza una salida por día.

Categoría 2 : el perro realiza algunas salidas por día.

Categoría 3 : el perro permanece más tiempo en la calle que en la casa.

3- Contacto con el basural: sobre la base de las respuestas se definieron 3 categorías numeradas del 0 al 2, según el contacto fuese nulo, esporádico o frecuente. Las familias que se dedicaban a actividades relacionadas con el basural eran conocidas para la encuestadora, por lo que en estos casos se re-preguntaba especialmente si el perro los acompañaba en estas actividades, aunque por lo general no era necesario, y la relación del perro con el basural era comentada espontáneamente. También se preguntó si llevaban su basura domiciliaria a la cava, y en ese caso se preguntaba si el perro acompañaba el itinerario.

Categoría 0 : el perro no visita nunca al basural ni es alimentado con comida traída de allí. Si el perro no era confinado, sólo se ubicaba en esta categoría si además de lo anterior no se perdía de vista y la vivienda distaba más de 5 cuadras de la cava.

Categoría 1 : el perro visita esporádicamente al basural, o es alimentado a veces con alimentos recogidos allí (se incluyó en esta categoría 3 animales confinados cuyos alimentos provenían del basural) . Además, dado que era frecuente observar perros merodeando el basural sin compañía humana alguna, se consideró que si el perro no era confinado y residía a menos de 5 cuadras de la cava también quedaba incluido en esta categoría.

Categoría 2 : el perro visita frecuentemente al basural, o es generalmente alimentados con alimentos recogidos allí.

4- Distancia al basural: se calculó la distancia vivienda/basural en sentido radial a partir del centro de la cava sobre un mapa del área. La distancia se expresó en centímetros.

5/6- Comportamiento de caza/caza roedores: se preguntó si el perro fue observado con una presa/roedor en la boca alguna vez, y se categorizó como sí o no (1 y 0 respectivamente).

7- Presencia de zanja: esta variable se incluyó debido a que las zanjas podían constituir sitios altamente contaminados con leptospiras. Se tuvo en cuenta si en la cuadra de la vivienda se podía observar la presencia de zanja con agua estancada, y si ésta era permanente o transitoria. Las 3 categorías se numeraron del 0 al 2.

Categoría 0 : no se observa zanja en la calle.

Categoría 1 : la zanja es poco profunda y se observa seca, o bien la dueña de casa afirma que se seca periódicamente.

Categoría 2 : la zanja es profunda, con vegetación en las márgenes, se observa con agua y la dueña de casa afirma que es permanente.

8- Observación de roedores: se preguntó por la frecuencia de observación de roedores en la vivienda durante el último año, el tipo y la cantidad de roedores.

En las encuestas se mencionaron dos tipos de roedores: "lauchitas" (posiblemente género *Mus sp*) y "ratas" (posiblemente género *Rattus sp*). Las respuestas se agruparon en 3 categorías, que se numeraron del 0 al 2.

Categoría 0 : sin observación de roedores de ningún tipo durante el último año.

Categoría 1 observación esporádica de roedores, 1 o 2 "lauchitas" en la vivienda (interior o lote).

Categoría 2 : observación frecuente de roedores, varias "lauchitas" en la vivienda y "ratas" en los alrededores o ambas "especies" en la vivienda.

9- Presencia de otros animales domésticos: se consideraron las categorías si/no.

10- Número de perros en la vivienda: se trabajó como variable numérica discreta, sin ningún tipo de transformación.

4.B.ii. Metodología de Diagnóstico

Las muestras de sangre se mantuvieron a temperatura ambiente hasta la separación del suero, que se efectuó dentro de las 24 horas posteriores a la extracción. Los sueros se almacenaron en tubos Eppendorf estériles a 4°C hasta el examen serológico.

Para el análisis serológico se contó con la cooperación del Dr. Alfredo Seijo y la Dra. Beatriz Cernigoi, del laboratorio de referencia para el diagnóstico de leptospirosis del Servicio de Zoonosis del Hospital Francisco Muñiz (GCBA). Los anticuerpos antileptospíricos se detectaron por medio del test de microaglutinación (MAT) según figura en Myers (1985) Cada suero se testeó frente a los 10 serovares de *Leptospira interrogans* del cepario del laboratorio del Servicio de Zoonosis del Hospital Muñiz. Dichos serovares fueron: *canicola*, *pyrogenes*, *icterohaemorrhagiae*, *ballum*, *hebdomadis*, *grippotyphosa*, *tarassovi*, *hardjo*, *pomona* y *wolfii*. Las cepas correspondientes figuran en Myers (1985).

El cepario fue mantenido en medio semisólido de Fletcher y la batería de antígenos en medio líquido de Korthof (Myers, 1985; Manual de Leptospirosis, 1994).

Se consideraron positivos los sueros que presentaron aglutinación de por lo menos un 50% (50% de células libres) a una dilución igual o superior a 1:100 para uno o más serovares (Myers, 1985).

También se realizaron extracciones de orina con sonda K31 a 10 animales en campo, sembrando en medio semisólido de Fletcher y Twen 80-Albúmina bovina. Los cultivos se llevaron al laboratorio y se mantuvieron en estufa

a 30°C durante 45 días, observándose periódicamente al microscopio. Todas las muestras se contaminaron, no pudiéndose aislar en ningún caso la/s cepa/s responsable/s de la infección.

4.B.iii. Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos se realizaron con el programa EpiInfo Versión 5 (CDC/ OMS, 1990), salvo el caso de los modelos cuya metodología figura más abajo. Para los test de asociación y diferencias entre proporciones se utilizó el test de χ^2 (Fleiss, 1981). Cuando la frecuencia esperada para cualquiera de las 4 celdas resultó menor que 5, se informó el valor p correspondiente al test exacto de Fisher a dos colas (CDC/ OMS, 1990).

Para analizar la posible interacción entre variables explicativas se realizó el análisis estratificado y se utilizó el test de Woolf para verificar la heterogeneidad de razón de chances (*odds ratio*), denominada OR de aquí en adelante. Cuando este test no fue significativo, se informó el χ^2 ponderado de Mantel-Haenszel (Schlesselman, 1987; citado en CDC/ OMS, 1990).

Para el análisis de incremento lineal en la proporción de positivos en los diferentes niveles de exposición se utilizó el test χ^2 de tendencia o de Mantel-Haenszel extendido (Schlesselman, 1987, citado en CDC/ OMS, 1990).

Para profundizar el análisis se transformaron todas las variables en binarias (nivel de exposición nulo= 0 y algún nivel de exposición=1), en función de los resultados de los análisis ya realizados. Primero se elaboró un **modelo conceptual** definiendo un **índice de riesgo** con varias categorías crecientes. Para definir las categorías, la edad y el contacto con la calle se consideraron las variables más importantes por lo que las primeras 3 categorías del índice incluyen combinaciones de estas dos variables independientemente de la condición de los animales respecto de las otras dos variables (presencia de zanja y contacto con el basural). Se ensayaron distintas combinaciones de las variables, se calculó la prevalencia para el grupo de animales con cada una de las combinaciones, y finalmente el índice se definió de modo que resultara en un ordenamiento creciente de las prevalencias. El hecho de que el índice fuese propuesto a partir del ordenamiento de los datos no permite la validación del modelo, ya que para testearla se hubiese necesitado una muestra independiente de la misma población.

* Para una definición: ver Glosario.

Posteriormente, para expresar la probabilidad de infección en función de los factores de riesgo detectados y sus interacciones se ajustó un **modelo de regresión logística**. Esta técnica es el procedimiento usual para realizar un análisis de regresión múltiple cuando la variable dependiente es dicotómica o ha sido operacionalizada como tal (Breilh, 1997).

El modelo de regresión logística propone una ecuación de la forma:
 $\text{logit } y = \ln (y/1-y) = \ln \text{OR } (y) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_i x_i$, donde:

y = probabilidad de que un elemento de la población tomado al azar sea positivo

$y = 1/(1 + e^{-z})$, con z = resultado de la ecuación

β_i = coeficiente de regresión para la variable explicativa (independiente) o factor de riesgo i .

x_i = factor de riesgo i , que tomará en este caso valores de 0 o 1 (ausencia/presencia).

También pueden incluirse en la ecuación los efectos de interacción entre 2, 3 o más variables, donde cada efecto de interacción tendrá su propio coeficiente.

Para la construcción del modelo de leptospirosis canina, se incluyeron en primer lugar todas las variables que habían presentado asociación con la seropositividad en el análisis univariado (aunque la asociación hubiese resultado débil) y las variables cuya inclusión se consideró importante conceptualmente para asegurar la coherencia del modelo. Se probaron diferentes modelos para cada sexo, que incluyeron interacciones de distinto orden entre las variables.

Para testear si cada uno de los coeficientes eran significativamente distintos de cero se utilizó el estadístico de Wald. La comparación de los diferentes modelos anidados se realizó a través del estadístico del test de cociente de verosimilitud (G). La bondad de ajuste de cada modelo fue evaluada a partir de la deviance y del estadístico R^2 ajustado, que indica un buen ajuste cuando los valores de R^2 se acercan a 1 (Cox & Snell, 1989; Nagalkerke, 1991).

Los OR y los respectivos intervalos de confianza al 95% en el caso de los efectos principales y los efectos de interacciones entre variables se calcularon siguiendo a Hosmer & Lemeshow (1989).

Estos análisis se realizaron con la cooperación de la Lic. Liliana Orellana (Instituto de Cálculo, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA). El software empleado fue Statistix for Windows (Analytical Software, 1996).

4.C. RESULTADOS

4.C.i. Información Demográfica de Base y características de la población

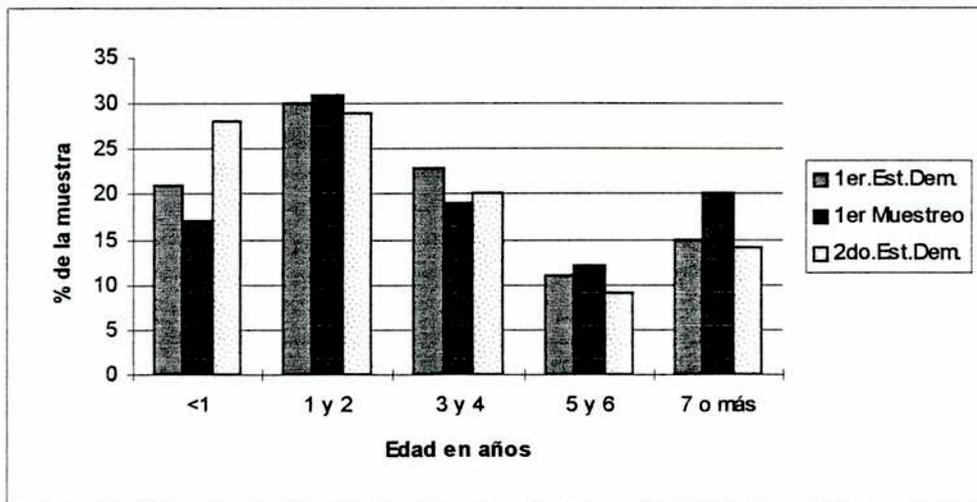
a) Resultados obtenidos a partir del estudio demográfico de base

En las 18 manzanas censadas había 325 viviendas, en 313 de las cuales se obtuvo la información requerida. La densidad de la población canina domiciliada del área se estimó en 1.940 animales, a partir de una media de perros por manzana de $19,4 \pm 6,5$.

El número medio de perros por vivienda fue de 1. Un 72% de las viviendas criaban al menos un perro. El número de perros por vivienda fue de 1 en el 63% de las viviendas con perro, 2 en el 25% y 3 o más en el 11%.

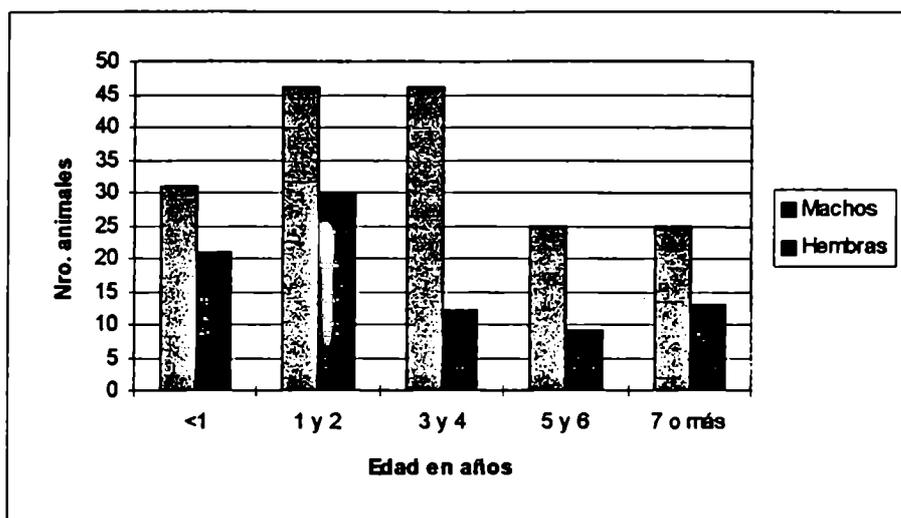
En la Figura 4.1.a. se presenta la estructura de edades en esta muestra comparada con la obtenida para el primer muestreo del estudio epidemiológico posterior, y la de un segundo estudio demográfico de base realizado al año siguiente. No hubo diferencias significativas en la estructura demográfica de las muestras. En el segundo estudio demográfico de base la media de perros por manzana fue $17,6 \pm 7,8$; el número medio de perros por vivienda fue 1 y el porcentaje de viviendas que criaban algún perro fue 74%.

FIGURA 4.1.a. Porcentaje de animales de cada intervalo etario en las tres muestras ordenadas temporalmente: primer estudio demográfico de base, primer muestreo y segundo estudio demográfico de base. Los tamaños muestrales fueron 252, 209 y 412 respectivamente.



En cuanto a la estructura de sexos, tampoco varió significativamente entre las tres muestras. La relación macho:hembra fue de 2,1:1 para el primer estudio demográfico, 1,7:1 para el primer muestreo y 2,2:1 para el segundo estudio demográfico. En la Figura 4.1.b. aparece el número de animales de cada sexo en cada intervalo etario para el estudio demográfico de base.

FIGURA 4.1.b. Relación de sexos en los distintos intervalos etarios para el primer estudio demográfico de base, Florencio Varela, 1992.



b) Resultados obtenidos a partir de la encuesta epidemiológica

A partir de la encuesta epidemiológica realizada durante el primer muestreo, algunas características de la población canina domiciliada del área de estudio presentaron el perfil que se detalla a continuación. La muestra obtenida incluyó el 8,5% de las viviendas y el 11,5% de la población estimada de perros domiciliados en el área de estudio. En 54 de las 153 viviendas (35%) se examinó más de un perro.

Las razas más frecuentes fueron: mestizos de raza indefinida (67%, n=222), ovejero o cruce con ovejero (18%), y pequinés o cruce con pequinés (3,6%).

Los modos de adquisición de los animales (n=77, debido a que la pregunta se incorporó tardíamente en el cuestionario) fueron los siguientes:

- adquirido de la calle: lo recogió de la calle o aceptó como propio un perro que llegó a la casa y se quedó (55%);

- nacido en la casa: cría de una perra que se criaba en la casa (29%); y
- regalo de un vecino o conocido: se recibió como obsequio (13%).

El **origen** del 52% de los perros era el mismo barrio (n=219), el del 20% eran otros barrios del Municipio, el de un 22% otros partidos del conurbano, el de un 5,5% era otra ciudad de la Provincia (Capital Federal, La Plata, Berisso).

La **edad de ingreso a la vivienda** (n=211) fue de menos de 6 meses en el 77,5% de los animales, entre 6 meses y 1 año en el 9,5%, 1 año en el 8,5%, 2 años en el 2%, y 3 años o más en el 2,5% de los casos.

Las **razones de cría** mencionadas por las amas de casa fueron (n=220): en un 72% motivos relacionados con funciones de compañía/mascota, en un 66% para el cuidado de la casa, en un 18% para los chicos de la casa o a pedido de ellos, y en un 18% para cazar. Los porcentajes sumados exceden el 100% porque en el 50% de los casos se mencionó más de un motivo de cría.

En cuanto al **estado sanitario**, un 67% de la población no había recibido nunca atención veterinaria (n=211) y un 27% había sido revisado una única vez de cachorro. Un 45% de la población no había recibido ninguna **vacuna** durante el último año, y un 42% había recibido solamente la vacuna antirrábica por campañas domiciliarias municipales gratuitas. Para el resto de las vacunas, el nivel de cobertura estimado fue menor al 2% de la población.

Un 19% de los animales había presentado algún **síntoma** durante el último año según la percepción de sus dueños (n=222). Los síntomas (únicos o simultáneos con otros) detectados por los dueños con mayor frecuencia fueron: respiratorios (39% de los animales con síntomas), decaimiento con pérdida de peso y/o falta de apetito (23%) y sarna/ectoparásitos (17%).

c) Información referida a las variables epidemiológicas

La frecuencia de los distintos **niveles de roedores** definidos para las viviendas fueron: 29% de las viviendas con nivel de roedores 0, 39% con nivel 1 (observación esporádica), y 31% con nivel 3 (observación frecuente).

Un 64% de las 153 viviendas criaban **otros animales domésticos** además de perros. En el 80% se criaban gatos, en el 37% aves de corral, en el 9% conejos, y en el 8% cerdos (los porcentajes se refieren a presencia o ausencia, independientemente de las combinaciones).

En cuanto al grado de **contacto con la calle**, un 9,5% de la población no tenía contacto (animales confinados), un 25% salía una vez por día, un 49% salía varias veces por día, y un 16,5% pasaba más tiempo en la calle que

en la vivienda. Además, un 14% de los animales muestreados tenían frecuentemente contacto con el basural, un 19% contacto esporádico y un 67% ningún tipo de contacto.

El comportamiento de caza fue visualizado por los dueños en un 21% de los animales. Los tipos de presas más frecuentes fueron aves y roedores, éstos últimos con una frecuencia de un 7% de la muestra.

En la Tabla 4.4. (página 171) aparecen la frecuencias de cada categoría de exposición en la muestra y la prevalencia correspondiente.

4.C.ii. Estudio Epidemiológico

a) Primer muestreo

El primer muestreo incluyó 226 animales. Debido a que 3 de los sueros se contaminaron, el tamaño muestral final fue 223, de los cuales 127 (57%) fueron seropositivos. El 82% de los sueros positivos fue reactivo frente a 2 o más serovares. El patrón de coaglutinación más frecuente fue *canicola pyrogenes* (42 de los 127 sueros positivos). Los serovares detectados con mayor frecuencia fueron *pyrogenes*, *canicola* e *icterohaemorrhagiae*. Estos serovares además fueron detectados sin coaglutinación con otros en 10, 11 y 1 sueros respectivamente (también *tarassovi* fue detectado en 1 suero sin coaglutinación). Las frecuencias de reactividad para los distintos serovares en los 127 sueros positivos se muestra en la Figura 4.2.

Tomando en cuenta el título máximo de anticuerpos para cada animal seropositivo se calculó una mediana de 200 y una media geométrica de los títulos máximos detectados (MGT) igual a 234. En un 14% de los animales positivos (18/127, 14 machos y 4 hembras) el título máximo fue de 1:800 o más. Un título máximo de 1:400 o más fue detectado en un 31% de los animales positivos (40/127, 30 machos y 10 hembras).

En la Tabla 4.2. figuran las medianas y medias geométricas de los títulos para cada uno de los serovares detectados en los animales seropositivos.

Entre los 96 animales considerados como seronegativos, 17 presentaron títulos de 1:50 para uno o dos serovares. En este grupo, 3 presentaron reacción frente a *canicola*, 2 frente a *tarassovi*, 3 a *pyrogenes*, 2 frente a *icterohaemorrhagiae-pyrogenes* y 7 frente a *canicola-pyrogenes*.

FIGURA 4.2. Frecuencias de detección para los distintos serovares en los sueros caninos positivos, Florencio Varela, 1992.

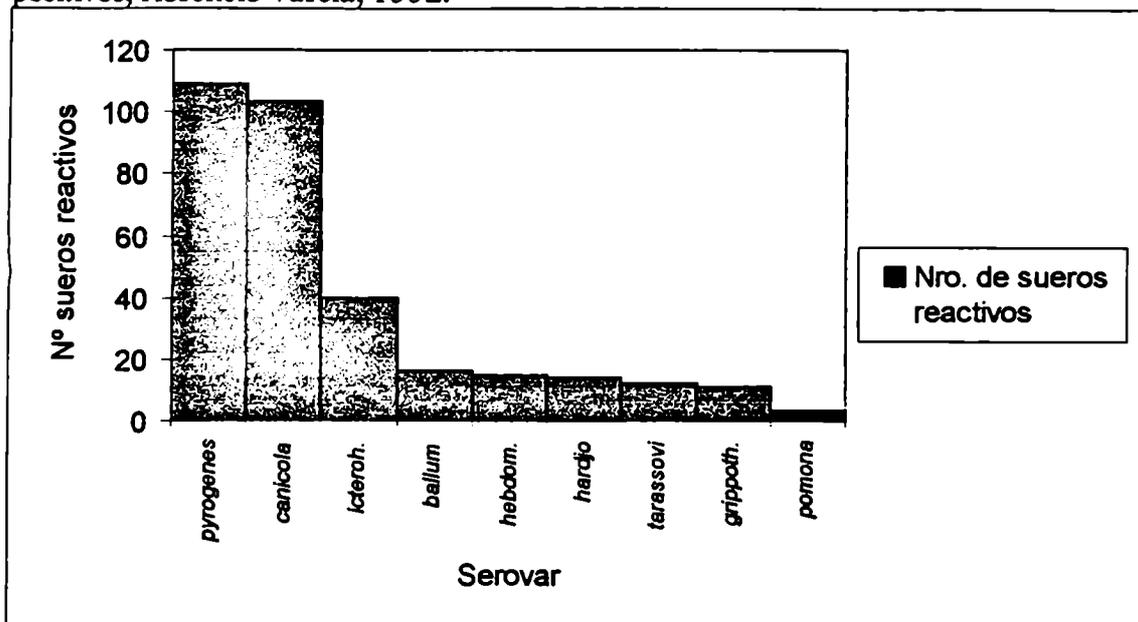


TABLA 4.2. Títulos para cada uno de los serovares detectados. Datos del primer muestreo, Florencio Varela, 1992.

Serovar	n ¹	Mediana	MediaGeom.
<i>pyrogenes</i>	109	200	178
<i>canicola</i>	103	200	215
<i>icterohaemorrhagiae</i>	40	100	151
<i>ballum</i>	16	100	80
<i>hebdomadis</i>	15	50	87
<i>hardjo</i>	14	50	82
<i>tarassovi</i>	12	50	94
<i>grippotyphosa</i>	11	100	106
<i>pomona</i>	3	100	100
Título máximo ²	127	200	234

Las medianas y medias geométricas se calcularon a partir de los títulos obtenidos en los sueros positivos para cada serovar. ¹Número de sueros positivos para el serovar correspondiente. ²Se utilizaron para el cálculo los títulos máximos determinados para cada suero positivo independientemente del/los serovar/es reactivo/s.

En cuanto a los síntomas observados por los dueños en los perros durante el último año, 23 de los 127 animales seropositivos habían presentado algún síntoma. Para los seronegativos esta relación fue de 17 entre 96 ($p=0,9$). Además de no mostrar asociación con la seropositividad, la presencia de síntomas tampoco estuvo asociada con el título de anticuerpos en el suero. El único perro que presentó un título de anticuerpos de 12.800 no había presentado ningún síntoma durante el último año, según sus dueños.

Por otro lado, algunos de los síntomas sólo fueron mencionados para perros seropositivos: decaimiento con pérdida de peso, decaimiento con vómitos o falta de apetito, vómitos con sangre, diarrea con vómitos.

Las frecuencias absolutas y relativas de la seroprevalencia según el sexo y la edad de los animales se muestra en la Tabla 4.3. En la Tabla 4.4. pueden observarse los porcentajes de animales en cada una de las categorías de exposición y las prevalencias serológicas respectivas. Las tablas de contingencia figuran en el Anexo (pg.VIII-X).

TABLA 4.3. Seroprevalencia según el sexo y la edad de los animales en el primer muestreo, Florencio Varela, 1992.

Edad (años)	Machos	Hembras	Total ¹
	Animales positivos / animales examinados (%)		
<1	5/18 (28)	7/18 (39)	12/36 (33)
1	13/18 (72)	7/13 (53)	20/31 (64)
2-3	29/36 (80)	9/19 (47)	38/55 (69)
4-5	12/21 (57)	7/17 (41)	19/38 (50)
6-7	11/16 (69)	2/5 (40)	13/21 (62)
8 o más	16/26 (61)	2/3 (67)	18/29 (62)
Total	86/135 (64)	34/75 (45)	120/210 (57)

¹En la Tabla no se incluyen 13 perros de edad desconocida.

Los resultados obtenidos mostraron que la seroprevalencia en los machos fue significativamente mayor que en las hembras ($\chi^2= 5,80$; $p<0,05$), pero esta asociación no se verificó entre los cachorros de menos de 1 año. Por otro lado, en este último grupo etario, la seroprevalencia fue significativamente menor

que entre los animales de 1 año o más ($\chi^2= 10,01$; $p<0,01$). No hubo diferencias significativas entre los demás grupos de edad.

En las 54 casas donde fue examinado más de un animal, se analizó el porcentaje de viviendas cuyos animales fueron positivos, negativos, o aquellas donde convivían animales positivos y negativos. Los porcentajes fueron 44% de viviendas con animales positivos y negativos (24), 39% con animales positivos (21) y 17% con animales negativos (9).

En las viviendas en las que residía al menos un perro positivo la seroprevalencia en los cachorros menores de 1 año fue del 42% ($n=19$), en tanto que la prevalencia global para los cachorros fue 33%, pero esta diferencia no resultó significativa.

TABLA 4.4. Porcentaje de la muestra y prevalencia para los animales clasificados en cada categoría o nivel de exposición. Datos del primer muestreo, Florencio Varela, 1992.

Variable	Nivel de expos.	% muestra	Pos./exam.(%)
Contacto con la calle expresado en salidas por día	0 (ninguna)	10	8/22 (36)
	1 (una)	24	31/54 (57)
	2 (algunas)	49	66/109 (60)
	3 (muchas ¹)	17	22/37 (59)
Contacto con el basural	0 (ninguno)	66	77/147 (52)
	1 (esporádico)	18	28/41 (68)
	2 (frecuente)	14	20/32 (62)
Comportamiento de caza	Sí	21	31/46 (67)
	No	78	95/175 (54)
Caza de roedores	Sí	7	10/15 (67)
	No	92	116/206 (56)
Zanja frente a la vivienda	0 (ausente)	17	16/37 (43)
	1 (transitoria)	43	53/96 (55)
	2 (permanente)	39	56/87 (64)
Observación de roedores en el último año	0 (ausente)	30	43/66 (65)
	1 (esporádica)	39	46/87 (53)
	2 (frecuente)	31	38/70 (54)

¹El perro permanece más tiempo en la calle que en la casa.

Cuando se analizó la **asociación entre la seropositividad y los posibles factores de riesgo investigados**, se encontraron los resultados que se detallan a continuación.

En cuanto al nivel de contacto con la calle, la frecuencia de perros confinados en la casa fue significativamente mayor para los cachorros de menos de 1 año ($\chi^2= 14,17$; $p<0,01$). Al analizar las relaciones entre la seropositividad y el contacto con la calle, la seroprevalencia de los perros con algún contacto con la calle fue significativamente mayor que la correspondiente al grupo confinado ($\chi^2= 4,31$; $p<0,05$). Para los cachorros de menos de 1 año, la seroprevalencia fue del 20% entre los que habían sido recogidos en las calles y del 11% para los adquiridos de otras viviendas o los nacidos en la casa (1/9 vs.1/5, no hay diferencias significativas).

Para los animales de menos de 4 años de edad, la seropositividad se incrementó linealmente con el grado de contacto con la calle ($\chi^2= 7,085$; $p<0,01$; OR:1-3,25-7,22). Además, para los animales con más de una salida diaria a la calle, la seroprevalencia fue superior entre los que residían en viviendas cuyo frente presentaba zanja de agua estancada ($\chi^2= 6,00$; $p<0,05$). La seropositividad se incrementó linealmente con la presencia transitoria y permanente de zanja frente a la vivienda ($\chi^2= 4,839$; $p<0,05$; OR:1-1,62-2,37).

Para los machos, el contacto frecuente o esporádico con el basural se asoció significativamente a la seropositividad ($\chi^2= 5,83$; $p<0,05$, 56% vs.77%). Para ambos sexos, el porcentaje de seropositivos fue mayor entre los que tenían algún contacto con el basural, pero la diferencia no fue significativa (52% vs. 66%, $\chi^2= 3,54$; $p=0,06$).

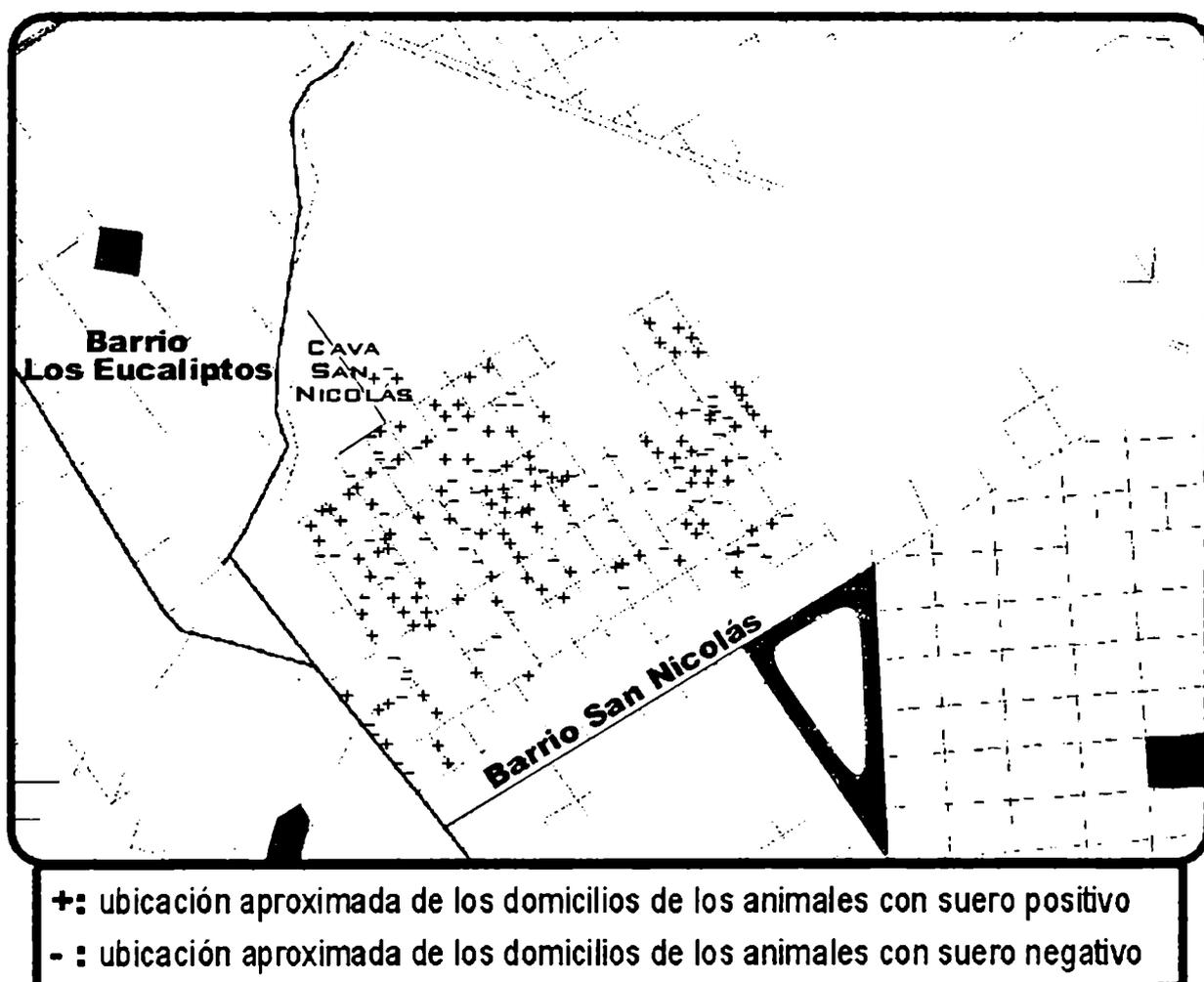
Por otra parte, entre los perros cazadores, la seroprevalencia fue mayor que entre los no cazadores ($\chi^2= 2,54$; $p=0,11$; 67% vs. 54%). El nivel de roedores en la vivienda no se asoció de ninguna manera a la seropositividad (global o de alguno de los sexos). Cuando fueron considerados sólo los animales reactivos a *icterohaemorrhagiae*, los títulos de 400 o más sólo se detectaron en animales domiciliados en viviendas cuyos habitantes observaron roedores (categorías 1 o 2), y el porcentaje de animales con títulos de 200 o más fue más elevado en este tipo de viviendas (53% (17/32) vs. 30% (3/10) en viviendas cuyos dueños no habían detectado la presencia de roedores en el último año).

La presencia de otros animales domésticos en la vivienda no se asoció con la seroprevalencia. Cuando se analizó la relación para cada tipo de animal doméstico, sólo se asociaron significativamente la presencia de aves y la

frecuencia de animales seronegativos, aunque esta asociación no parece tener sentido biológico ($\chi^2=9,60$; $p<0,01$; $n=157$).

El resto de las variables consideradas no mostró ninguna relación con la seropositividad. La distancia entre la vivienda y el basural no mostró asociación ni con la seropositividad en general, ni con la de los cachorros menores de 1 año, ni con los animales que seroconvirtieron entre el primer y el segundo muestreo. No se verificó ningún patrón espacial evidente para la seropositividad de los animales (Figura 4.3).

FIGURA 4.3. Distribución de los perros con sueros positivos y negativos para *L. interrogans*, Florencio Varela, 1992.

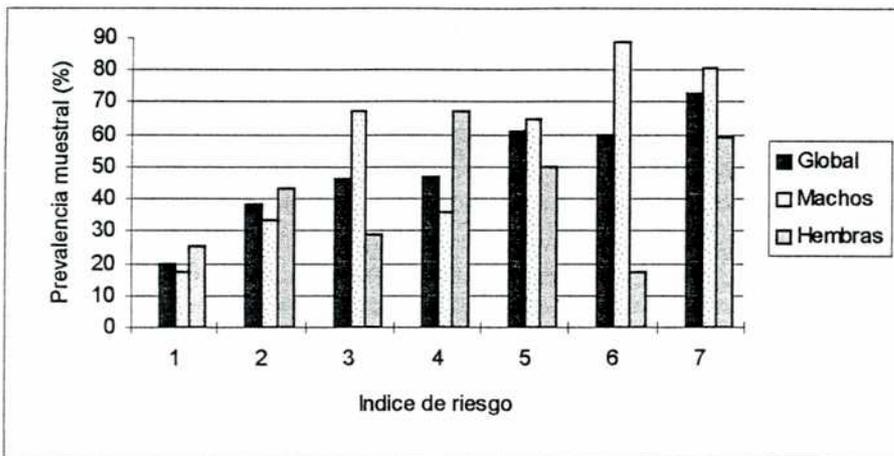


Para dar cuenta de la importancia de cada variable y de sus interacciones, se construyó primero un **modelo conceptual** definiendo un **índice de riesgo**. Este índice se construyó tal como figura en la sección 4.B.iii. de Materiales y Métodos (Análisis Estadísticos).

Se tomaron en cuenta la **edad**, el **contacto con la calle**, el **contacto con el basural** y la **presencia de zanja frente a la vivienda**. Todas las variables utilizadas se transformaron en binarias (nivel de exposición nulo=0 y cualquier nivel de exposición=1). Para la variable edad, los 13 animales de edad desconocida se consideraron perros de un año o más (edad=1), dado que se consideró altamente improbable que la condición de cachorro no fuese reconocida por los dueños. Como ya se mencionó en Materiales y Métodos, la edad y el contacto con la calle se consideraron de mayor jerarquía que las demás, por lo que son las únicas variables para las primeras 3 categorías del índice de riesgo. Las 7 categorías del índice de riesgo y las seroprevalencias para cada categoría aparecen en la Figura 4.4.

Las **prevalencias globales** para las distintas categorías muestran que la seroprevalencia crece con la categoría, pero también que hay combinaciones diferentes de factores de riesgo que resultan en prevalencias semejantes. Por ejemplo, el grupo de 1 año o más con o sin contacto con la calle parece estar expuesto a un mismo nivel de riesgo mientras no haya zanja frente a la vivienda. Del mismo modo, podría especularse que el contacto con el basural y la zanja aportan al riesgo de modo aproximadamente equitativo (categorías 5 y 6).

FIGURA 4.4. Seroprevalencia en la muestra canina según las categorías del índice de riesgo para machos, hembras y ambos sexos, datos del primer muestreo, Florencio Varela, 1992.



Las categorías del índice de riesgo representan los siguientes perfiles de exposición:
 (0 representa la categoría de menor exposición y 1 la categoría de mayor exposición)
 1: animales con edad = 0 y contacto con la calle = 0;
 2: animales con edad = 0 y contacto con la calle = 1;
 3: animales con edad = 1 y contacto con la calle = 0;
 4: animales con edad = 1, contacto con la calle = 1 y zanja = 0;
 5: edad = 1, contacto con la calle = 1, zanja = 1, contacto con el basural = 0;
 6: edad = 1, contacto con la calle = 1, zanja = 0, contacto con el basural = 1;
 7: edad = 1, contacto con la calle = 1, zanja = 1, contacto con el basural = 1.

Las **prevalencias por sexo** muestran patrones bien diferenciados. Para las **hembras**, el patrón de prevalencias parece independiente del índice de riesgo tal como está definido. La importancia relativa del contacto con la calle y la edad respecto de la seroprevalencia parece diferente para machos y hembras (ver índice de riesgo 1, 2 y 3 en la Figura 4.4.). Las variables relacionadas con la reproducción, tales como estado reproductivo o número de pariciones, no mostraron asociación con la seroprevalencia de las hembras.

A partir de estos resultados entonces, se profundizó el análisis de cada una de las variable de riesgo en función del sexo.

Los resultados de los análisis estratificados por sexo fueron los siguientes (todas las tablas de contingencia aparecen en el Anexo pg. XI-XIV):

Las variables caza, caza de roedores y presencia de otros animales domésticos en la vivienda podrían tener mayor importancia para la seroprevalencia de las hembras que para la de los machos, si bien las asociaciones *no son significativas* en ningún caso.

Por ejemplo: la seroprevalencia entre las hembras cazadoras es mayor que entre las no cazadoras, mientras que para los machos las seroprevalencias son muy semejantes (hembras: 65% vs. 40%, $p=0,075$ y machos: 69% vs. 62%, $p=0,485$). Para la caza de roedores, cuando se comparan las prevalencias entre cazadores y no cazadores respectivamente, la relación para las hembras es 67% vs. 44% ($p=0,403$) y para los machos 67% vs. 63% ($p=1,00$). Para la presencia de otros animales domésticos en la vivienda, las prevalencias sin y con animales son 35% vs. 50% para las hembras ($p=0,247$) y 58% vs. 65% para los machos ($p=0,372$).

La seroprevalencia de las hembras que tenían contacto con la zanja o el basural fue muy semejante a la del grupo que no tenía contacto (zanja: seroprevalencias de 43% y 48%, $p=0,744$; basural: 45% y 44%, $p=0,916$). El análisis de tendencia lineal para la serología según el tipo de zanja sólo resultó significativo para los machos ($p<0,05$).

La seroprevalencia de las hembras resultó independiente de la edad: 39% vs. 47% para los cachorros y adultos respectivamente ($p=0,531$), mientras que para los machos las prevalencias resultaron de 28% vs. 69% ($p<0,01$).

Aunque el test de χ^2 de Woolf para la heterogeneidad de los OR no fue significativo al 5% ($p=0,075$), los resultados aportarían evidencias en el sentido de la interacción entre el sexo y la edad en relación a la prevalencia.

Esta posible interacción se reitera en el caso del contacto con la calle, ya que la asociación entre la condición de cachorro y el confinamiento es muy fuerte para los machos (33% de los cachorros están confinados, pero solo 4% de 119 adultos permanecen confinados; $p<0,01$), pero no es significativa para las hembras (permanecen confinadas un 22% de las menores de 1 año y un 12% de las adultas; $p=0,444$).

El contacto con la calle no resultó asociado a la prevalencia para ninguno de los dos sexos cuando se estratificó el análisis. Por lo tanto, el sexo resultó una variable de confusión para la relación entre las dos variables mencionadas.

Sin embargo, el análisis de tendencia lineal para la serología según la cantidad de salidas a la calle para los animales de menos de 4 años resultó significativo en el caso de los machos ($p < 0,05$).

Continuando con la línea de análisis del índice de riesgo, se ajustó un modelo de regresión logística para los machos, ya que solo para los machos se detectaron variables asociadas significativamente con la seropositividad. El modelo con mejor ajuste y mejor capacidad predictiva se obtuvo cuando se incluyeron las variables **edad**, la **presencia de zanja**, el **contacto con la calle**, el **contacto con el basural**, y su **interacción (calle+basural)**.

El modelo final para los machos fue:

$$\text{logit}(y) = -2,04607 + 1,80802 \cdot x_1 - 0,15966 \cdot x_2 - 0,30413 \cdot x_3 + 1,67076 (x_2 \cdot x_3) + 0,95694 \cdot x_4$$

donde:

$\text{logit } y = \ln(y/1-y) = \ln \text{ OR}(y)$

y = probabilidad de seropositividad para un perro de la misma población elegido al azar

- Edad (E) = x_1 ; con $x_1 = 0$ si edad < 1 año y $x_1 = 1$ si edad es 1 año o más.
- Calle (C) = x_2 ; con $x_2 = 0$ si el animal está confinado y $x_2 = 1$ si sale a la calle.
- Basural (B) = x_3 ; con $x_3 = 0$ si no tuvo contacto en el último año y $x_3 = 1$ si tuvo contacto.
- Interacción calle+basural (CB) = $x_2 \cdot x_3$; con $x_2 \cdot x_3 = 1$ si sale a la calle y tuvo contacto con el basural y $x_2 \cdot x_3 = 0$ de otro modo.
- Zanja (Z) = x_4 ; con $x_4 = 0$ si no hay zanja frente a la vivienda y $x_4 = 1$ si hay zanja.

En la Tabla 4.5. se presenta la estimación de cada coeficiente estimado, su error estándar y el test de Wald. La bondad de ajuste del modelo fue pobre ($R^2 = 0,2034$).

TABLA 4.5. Modelo de regresión logística para la seropositividad en los caninos machos, Florencio Varela, 1992.

VARIABLES PRONOSTICADORAS	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	COEFIC/ES (ESTADIST. WALD)	P
Constante	-2,04607	0,94355	-2,17	0,0301
E	1,80802	0,63005	2,87	0,0041
CB	1,67076	1,60863	1,04	0,2990
Z	0,95694	0,49603	1,93	0,0537
B	-0,30413	1,54016	-0,20	0,8435
C	-0,15966	0,80614	-0,20	0,8430

Deviance=165,41; p=0,0495; grados de libertad=137; $R^2 = 0,2034$.

En la Tabla 4.6. aparecen los OR estimados y sus intervalos de confianza (95%) para las variables edad y zanja, y para cada una de las combinaciones posibles de las variables calle y basural. Como se desprende de la Tabla, para la interacción entre las variables calle y basural el efecto del contacto con la calle resulta nulo para la infección, salvo cuando se combina con el contacto con el basural.

TABLA 4.6. Cálculo de los OR y los intervalos de confianza (95%) a partir del modelo de regresión logística para las distintas variables, Florencio Varela, 1992.

Variable	Lím. inf. del interv.	OR	Lím. sup. del interv.
E (edad)	1,77	6,10	20,97
Z (zanja)	0,98	2,60	6,88
C (calle)	0,18	0,85	4,14
B (basural)	0,04	0,74	15,10
CB1 (C-sí vs. C-no si B-no) ¹	0,18	0,85	4,14
CB2 (C-sí vs. C-no si B-sí)	0,28	4,53	73,63
CB3 (B-sí vs. B-no si C-no)	0,04	0,74	15,29
CB4 (B-sí vs. B-no si C-sí)	1,80	3,92	11,36
CB5 (C+B-sí vs. C+B-no)	0,63	3,34	17,81

¹efecto del contacto con la calle en ausencia de contacto con el basural.

²efecto del contacto con la calle en presencia de contacto con el basural.

³efecto del contacto con el basural en ausencia de contacto con la calle.

⁴efecto del contacto con el basural en presencia de contacto con la calle.

⁵efecto del contacto con la calle más el basural frente a la ausencia de contacto con ambos.

En la Tabla 4.7. se muestra la probabilidad estimada de que un perro resulte seropositivo para cada combinación posible de variables, la frecuencia de cada una de tales combinaciones en la muestra y la seroprevalencia obtenida.

TABLA 4.7. Prevalencias estimadas por el modelo y prevalencias muestrales para las distintas categorías de exposición de los animales machos, Florencio Varela, 1992.

Categoría de exposición ¹					Nro. anim ²	Prevalencia estimada ³	Prevalencia muestral ⁴
E	C	Z	B	CB			
0	0	0	0	0	1	11	0
0	1	0	0	0	2	9,9	0
0	0	1	1	0	2	19,9	0
0	1	1	0	0	5	22,3	20,0
0	0	1	0	0	3	25,2	33,3
0	1	0	1	1	1	30,2	0
1	1	0	0	0	11	40,2	36,4
1	0	0	0	0	1	44,1	0
0	1	1	1	1	4	52,9	75,0
1	0	1	1	0	1	60,2	100,0
1	1	1	0	0	68	63,6	64,7
1	0	1	0	0	4	67,2	75,0
1	1	0	1	1	9	72,5	88,9
1	1	1	1	1	31	87,3	80,6
Total					143		

¹Categoría de exposición: presencia (1) o ausencia (0) de los factores de riesgo edad, contacto con la calle, presencia de zanja, contacto con el basural e interacción calle-basural tal como se definieron para el modelo (ver en el texto).

²Nro. anim.: número de animales en la muestra con ese perfil de exposición.

³Prevalencia estimada: prevalencia estimada por el modelo para la categoría de exposición correspondiente.

⁴Prevalencia muestral: prevalencia en la muestra para la categoría de exposición correspondiente.

Para cuantificar la proporción de casos correcta e incorrectamente clasificados por el modelo, se consideraron positivos los animales en los que la probabilidad estimada de infección es mayor que 0,5 (ver Tabla 4.8.).

TABLA 4.8. Tabla de casos clasificados correcta e incorrectamente por el modelo considerando animales positivos aquellos con probabilidad de seropositividad mayor a 0,5, Florencio Varela, 1992.

Muestra	Predicciones		Total
	negativos	positivos	
negativos	20	33	53
positivos	6	84	90
Total	26	117	143

Porcentaje total de casos correctamente clasificados: $(20+84).100/143 = 72,7\%$

Porcentaje de casos negativos correctamente clasificados: $(20.100)/53 = 37,7\%$

Porcentaje de casos positivos correctamente clasificados: $(84.100)/90 = 93,3\%$

Como se observa en la Tabla, la proporción de machos clasificados correctamente por el modelo fue de un 72,7%, aunque el porcentaje de animales positivos correctamente clasificados fue muy superior al porcentaje de negativos correctamente clasificados (93,3% y 37,7% respectivamente). El alto porcentaje de animales negativos mal clasificados por el modelo incluye:

- 6 animales en el grupo "no expuesto" que son positivos, y
- 33 animales negativos incluidos en el grupo "expuesto" que no presentan anticuerpos.

Esta dificultad para clasificar correctamente los animales negativos a partir del modelo podría relacionarse:

con el hecho de que es esperable que la mayor frecuencia de animales bien clasificados se corresponda con la categoría más frecuente en la muestra (la categoría "positivo" es más frecuente que la de "negativo");

con el escaso número de animales en algunas de las categorías consideradas de menor exposición o en algunas combinaciones de variables, lo que conduciría a estimaciones poco confiables.

Por otro lado, cuando se compara las prevalencias (o probabilidades de positividad) estimadas por el modelo para cada combinación de variables con

las prevalencias observadas en la muestra, el modelo sobreestima la prevalencia en las 3 categorías más bajas (ver Tabla 4.7). Por otro lado, si descartamos las categorías con un único animal, las mayores diferencias entre lo estimado y lo observado se verifican para las categorías que aparecen en orden 9 y 13, en las que el modelo subestima la probabilidad de infección. Estas categorías tienen en común estar formadas por animales expuestos a todas las variables de riesgo salvo una (edad o zanja). Descartando las categorías con uno o dos animales, y el caso mencionado arriba (categorías 9 y 13), en las seis categorías restantes la diferencia entre los porcentajes estimados y observados no supera el 8%.

Para las hembras, no fue posible ajustar ningún modelo de este tipo, en concordancia con el hecho de que ninguna de las variables analizadas estuvo asociada significativamente con la seropositividad. Parece probable que la infección de las hembras se relacione con alguna variable no considerada en este estudio.

b) Segundo muestreo

El segundo muestreo incluyó 139 animales, 72 del barrio San Nicolás o área de estudio y 67 en el barrio San Eduardo o área control. Se obtuvieron resultados serológicos para los sueros de 135 animales (72 y 63 en las áreas de estudio y control respectivamente).

Con respecto al perfil de reactividad serológica en cada área, el porcentaje de coagulación frente a 2 o más serovares fue de un 50% para San Eduardo y de un 70% para San Nicolás. Los patrones de coagulación más frecuentes fueron para San Eduardo *canicola-icterohaemorrhagiae* (23% de los sueros positivos, o 6/26) y *canicola-pyrogenes* (19%, o 5/26). Para San Nicolás, los patrones más frecuentes fueron los mismos, pero con orden de importancia inverso (42% o 14/33 para *canicola-pyrogenes* y 21% o 7/33 para *canicola-icterohaemorrhagiae*). Los serovares detectados con mayor frecuencia fueron, en orden decreciente de importancia *canicola*, *icterohaemorrhagiae* y *pyrogenes* para San Eduardo (aunque sólo los dos primeros fueron detectados sin coagulación con otros serovares en 11 y 2 sueros respectivamente) y *canicola*, *pyrogenes* e *icterohaemorrhagiae* para San Nicolás (como único serovar detectado en 4, 1 y 3 sueros respectivamente). En este área, los serovares *tarassovi* y *grippotyphosa* fueron el único serovar detectado en 1 suero cada uno de ellos.

Los títulos se determinaron para 16 animales del área control y 19 del área de estudio seleccionados al azar. Tomando en cuenta el título máximo de anticuerpos para cada animal seropositivo, al igual que para el muestreo anterior, se calculó una mediana de 200 para cada área, y una media geométrica de 161,05 y 267,78 para San Eduardo y San Nicolás respectivamente. Para San Eduardo, sólo un 6% de los perros positivos presentó un título máximo de 1:400 o más (1/16, y ningún suero presentó títulos mayores a 400). Para San Nicolás en cambio, el porcentaje de perros positivos que presentó un título máximo de 1:400 o más fue del 42% (8/19, con 4 de ellos presentando título máximo de 1:800).

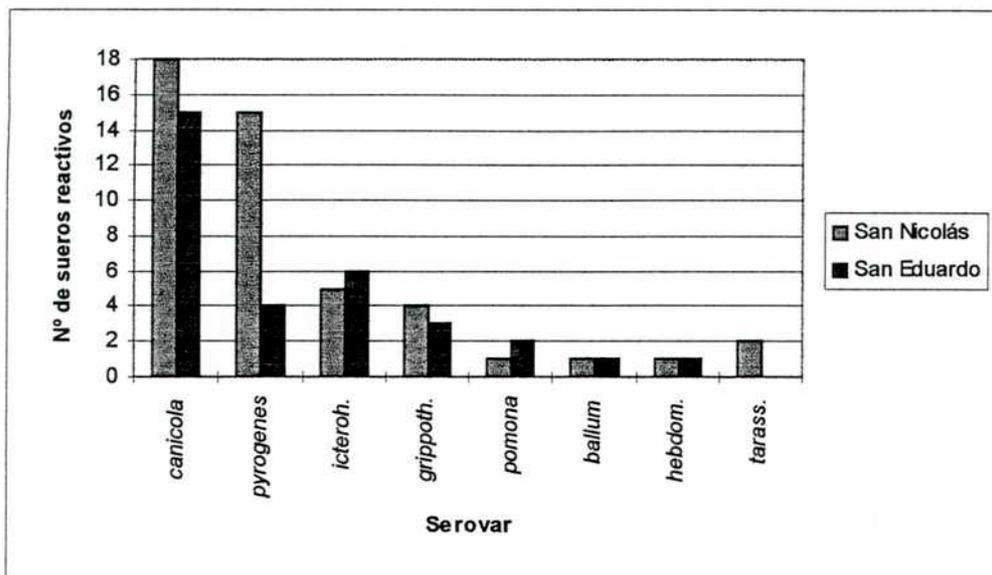
Las frecuencias de detección para cada área y serovar se muestran en la Figura 4.5. Las medianas y medias geométricas de los títulos para los serovares más detectados en cada una de las áreas aparece en la Tabla 4.9.

TABLA 4.9. Títulos para cada uno de los serovares detectados. Datos del segundo muestreo, Florencio Varela, 1993.

	San Eduardo	San Nicolás
Título <i>canicola</i>		
mediana	200	200
media geométrica	151	266
número de sueros positivos	15	17
Título <i>pyrogenes</i>		
mediana	75	200
media geométrica	84	191
número de sueros positivos	4	15
Título <i>icterohaemorrhagiae</i>		
mediana	150	200
media geométrica	141	151
número de sueros positivos	6	5
Título <i>grippotyphosa</i>		
mediana	50	75
media geométrica	50	71
número de sueros positivos	3	4
Título máximo		
mediana	200	200
media geométrica	161	268
número de sueros positivos	16	19

Se presentan las medianas y medias geométricas de los títulos obtenidos a partir de los sueros positivos para cada serovar y del título máximo obtenido para cada suero positivo.

FIGURA 4.5. Frecuencias de detección de cada serovar en San Nicolás y San Eduardo, segundo muestreo, Florencio Varela, 1993.



Las prevalencias globales en cada área fueron 41% (26/63) para San Eduardo) y 46% (33/72) para San Nicolás. Tomando en cuenta la prevalencia por sexo y edad para cada área, se construyó la Tabla 4.10. Los animales de edad desconocida se ubicaron en la categoría de edad de 2 años o más. Cuando se testeó la significación de las diferencias en las prevalencias para cada sexo y segmento etario, ninguna diferencia resultó significativa.

TABLA 4.10. Prevalencia según el sexo y la edad de los animales para cada área de muestreo. Datos del segundo muestreo, Florencio Varela, 1993.

Edad	Machos		Hembras		Global	
	S.Eduardo	S.Nicolás	S.Eduardo	S.Nicolás	S.Eduardo	S.Nicolás
<1	3/4(75)	1/4(25)	2/2(100)	0/1(0)	5/6(83)	1/5(20)
1	1/3(33)	3/10(30)	4/7(57)	4/8(50)	5/10(50)	7/18(39)
2 o más	13/32(41)	17/34(50)	3/15(20)	8/15(53)	16/47(34)	25/49(51)
Total	17/39(43)	21/48(44)	9/24(37)	12/24(50)	26/63(41)	33/72(46)

La prevalencia se expresa como animales positivos sobre examinados y como porcentaje entre paréntesis. La edad figura en años.

Las diferencias entre áreas o barrios no son significativas, aunque en el caso de las prevalencias globales para los animales de 1 año o menos o para los animales de 2 años o más las diferencias son marginalmente significativas (χ^2 vale 2,84 y 2,80 respectivamente y $p=0,09$ en ambos casos).

San Nicolás

Para comparar las prevalencias del primer y el segundo muestreo en relación al sexo y a la edad de los animales, se ordenó los datos como puede observarse en la Tabla 4.11. Para la confección de la Tabla, se clasificó a los perros de edad desconocida incluidos en el segundo muestreo como pertenecientes a la categoría de 2 años o más, y si estos mismos animales habían sido muestreados en 1992, se los consideró parte de la misma categoría.

La prevalencia global no disminuyó significativamente entre muestreos (57% en 1992 y 46% en 1993), aunque sí disminuyó significativamente para los machos (63% en 1992 y 44% en 1993, $\chi^2= 5,41$, $p<0,05$). Esta diferencia es particularmente significativa para los animales de 1 año de edad, como puede observarse en la Tabla.

TABLA 4.11. Seroprevalencias según el sexo y la edad de los animales para los dos muestreos en San Nicolás, Florencio Varela, 1992 y 1993.

Edad	Machos		Hembras		Global	
	1992	1993	1992	1993	1992	1993
<1	5/18 (28)	1/4(25)	7/18(39)	0/1(0)	12/36(33)	1/5(20)
1	13/18(72)	3/10(30)	7/13(54)	4/8(50)	20/31(64)	7/18(39)
2 o más	69/102(68)	17/34(50)	21/45(47)	8/15(53)	90/147(61)	25/49(51)
Total	87/138(63)	21/48(44)	35/76(46)	12/24(50)	122/214(57)	33/72(46)

En cuanto a las comparaciones estadísticas, las diferencias entre muestreos que resultan significativas estadísticamente son las prevalencias de los machos de 1 año y de todos los intervalos etarios (χ^2 de 4,51 y Fisher exacto a 2 colas con $p<0,05$ en el primer caso; χ^2 de 5,41 y $p<0,05$ en el segundo caso). Para los machos de 2 años o más y las prevalencias globales de los animales de 1 año

las diferencias entre muestreos resultaron marginalmente significativas (χ^2 de 3,39 y $p=0,06$ en el primer caso; χ^2 de 2,96 y $p=0,08$ en el segundo caso).

Con respecto a las **seroconversiones**, se analizaron en 47 de los 72 animales, ya que 25 fueron examinados por primera vez. La frecuencia de seroconversiones fue del 40% (19/47), con 13 animales que seroconvirtieron a negativos, y 6 a positivos.

A partir del grupo examinado en los dos muestreos, se compararon los animales negativos en los dos muestreos con los que permanecieron positivos. Si bien el número de animales es muy pequeño para testear asociaciones estadísticas, puede observarse que:

en 1993, el 83% de los animales de 1 año fue permanecía negativo, mientras que entre los de 2 años o más este porcentaje fue del 26% (5/6 vs. 5/19);

el 75% (3/4) de los animales domiciliados en viviendas sin zanja permanecieron negativos, mientras que sólo permaneció negativo un 37% (9/24) de los animales expuestos al contacto con zanjas .

Para estimar la **frecuencia de aparición de casos nuevos** en el área de estudio, se consideraron los animales que seroconvirtieron a positivos junto con los positivos de menos de 1 año de edad.

La frecuencia de aparición de casos nuevos calculada a partir de la muestra fue del 13% ($1/4_{(\text{cachorros})} + 6/47_{(2 \text{ examinaciones})} = 7/52$). Utilizando para el cálculo únicamente las prevalencias de los cachorros puede observarse en la Tabla 4.9. que las frecuencias de aparición de casos nuevos para 1992 y 1993 resultan del 33% y el 20% respectivamente.

4.D. DISCUSIÓN

4.D.i. Prevalencia y serovares predominantes

Los estudios sobre leptospirosis canina realizados en el continente americano durante los '70 y los '80, indican que la seroprevalencia en las poblaciones caninas suele ser elevada, lo que sugiere que la exposición de estas poblaciones a la infección es muy frecuente.

Para distintos ambientes urbanos, se han determinado seroprevalencias de 35% para una muestra de 339 perros en la Provincia del Callao (Perú), 37% y 18% para perros del área urbana y suburbana de Detroit (433 y 123 animales respectivamente), 62% para una muestra de 116 perros vagabundos de varias ciudades de Puerto Rico, 88% para 27 perros capturados en la isla de Trinidad y 42% para 166 animales de Barbados, entre otras (Tsuneshige Fukuda y col., 1973; Thiermann, 1980; Farrington & Sulzer, 1982; Everard et al., 1979; Everard et al., 1987). Citando otros ejemplos, en Brasil se han detectado prevalencias de entre un 14% y un 28% en perros callejeros de São Paulo (Yasuda y col., 1980) o del 26% en la misma ciudad durante 1984 (Reichmann y col., 1986). Por otra parte, Pereira (1985) determinó un 62% de seropositividad para 58 animales residentes en un barrio precario de Río de Janeiro.

Para Buenos Aires y alrededores, resumiendo lo mencionado en la Introducción, se detectaron prevalencias de entre un 24,9% (Savino y Renella, 1944) y un 51% (Myers, 1980), tomando en cuenta los estudios con muestras de más de 100 animales.

Las prevalencias detectadas en este estudio son semejantes a las detectadas por Myers (1980), pero debería apuntarse que las comparaciones con los estudios previos no son estrictamente pertinentes porque tanto los métodos de muestreo como las mismas tasas de infección son muy variables. No pueden asumirse como homogéneas muestras de animales capturados en las calles, domiciliados, o clínicamente sospechosos, y compararse entre sí. A pesar de ello, el hecho de que las prevalencias de anticuerpos determinadas en este estudio son elevadas parece reafirmar la hipótesis de que la exposición de la población canina suburbana a la infección es elevada.

Con respecto a los **resultados serológicos**, los tres serovares predominantes (*canicola*, *pyrogenes* e *icterohaemorrhagiae*) parecen coincidir para la gran mayoría de las poblaciones caninas urbanas, incluyendo la estudiada en

este caso. En cuanto al serovar más frecuente, para el área de Buenos Aires y alrededores parece predominar *canicola*, al igual que en algunas muestras tomadas en São Paulo (Savino y Rennella, 1944; Cacchione, 1962; Aguirre y col., 1968; Hutter, 1972; Myers, 1980; Yasuda y col., 1980; Reichmann y col., 1986). Sin embargo, en otras muestras caninas provenientes de Detroit, Puerto Rico y Rio de Janeiro se obtuvo un franco predominio de *icterohaemorrhagiae* (Thiermann, 1980; Farrington & Sulzer, 1982; Pereira, 1985).

Con respecto a la proporción entre reactores a *canicola*, *pyrogenes* y *icterohaemorrhagiae*, no hay explicaciones claras para el predominio de uno u otro serovar.

En general, a partir del predominio serológico de determinados serovares pueden formularse hipótesis acerca de la especie que actúa como principal fuente para la infección canina en el área, aunque debe procurarse siempre el aislamiento para lograr la confirmación (y de ser posible, en todas las especies presentes). En el caso de este estudio, el aislamiento en los perros no fue posible, probablemente por el método de extracción utilizado (sonda), que aumenta la posibilidad de contaminación. Algunos autores sugieren utilizar la punción vesical (Stiebel, 1994), que como contrapartida es una técnica más riesgosa para el animal, razón por la cual fue descartada en este caso en función del cuidado del vínculo con la comunidad, que hubiese podido dañarse en el caso de producirse la muerte de animales a causa del estudio.

Pereira (1985) infiere a partir de sus resultados que "el predominio acentuado para las reacciones positivas a *icterohaemorrhagiae* (...) permite inferir que los roedores son la principal fuente de infección para los perros. La transmisión rata-perro puede ocurrir a través del contacto predador/presa, o bien a través del ambiente contaminado".

Hace ya varias décadas, se postuló que la infección por *canicola* predominaría en las poblaciones caninas de los países desarrollados, donde las condiciones de saneamiento son aceptables y los contactos entre perros son la fuente de infección más frecuente, en tanto que las infecciones por *icterohaemorrhagiae* resultarían predominantes en los países subdesarrollados, de economías predominantemente agrícolas y saneamiento deficiente, donde fueran muy frecuentes los contactos entre perros y roedores (Alexander et al., 1957, citado en Babudieri, 1958). Sin embargo, se han presentado varios contraejemplos

y esta hipótesis resultó simple e insuficiente, por lo que deberán formularse modelos conceptuales más complejos y particulares para explicar el fenómeno. Como se desprende de los estudios realizados, el predominio de uno u otro serovar puede cambiar tanto en el espacio como en el tiempo.

También se ha sugerido que la prevalencia de *icterohaemorrhagiae* sería más baja en los países tropicales debido a su sensibilidad a las altas temperaturas, lo que limitaría en estas áreas su supervivencia fuera de los reservorios (Ryu, 1976), aunque no es el caso del área de estudio de esta investigación.

En el caso de este estudio, el claro predominio de *canicola* y *pyrogenes* apoyaría la hipótesis de que la principal fuente de infección canina sería intraespecífica. También se ha sugerido que el serovar *canicola* suele predominar cuando la densidad de perros en las calles es muy alta y los contactos entre ellos son particularmente frecuentes (Babudieri, 1958; Everard et al., 1979). Hay que señalar además que muchos de los estudios previos se han realizado a partir de muestras de perros "vagabundos", y el predominio de *canicola* se ha asociado con situaciones de alto número de perros errantes en las calles.

Sin embargo, dados los hábitos de manejo de la población canina de nuestra área, la categoría "perro vagabundo" sería epidemiológicamente equivalente a la de "perro domiciliado" o "con dueño", ya que la mayoría de los perros tienen acceso a las calles, no usan ninguna identificación, y carecen de atención veterinaria. Esta característica de algunas áreas, en donde no es posible distinguir los perros vagabundos de los domiciliados fue notada también por otros autores en algunas regiones (Topacio et al., 1974; Everard et al., 1979; W.H.O., 1988).

También debe tenerse en cuenta que *canicola* se ha aislado en otros mamíferos, y debe reiterarse que la hipótesis de que la misma especie sería la principal fuente de leptospiras debería confirmarse localmente por aislamiento tanto en perros como en las demás especies presentes. Algunos pocos ejemplos servirán para ilustrar la diversidad epidemiológica posible:

a) el serovar *canicola* también ha sido aislado a partir de *Rattus norvegicus* en Israel (Shenberg et al., 1977), en áreas cercanas a São Paulo, Brasil (Santa Rosa et al., 1980) y en La Habana, Cuba (Espino y col., 1989).

b) en Filipinas, la infección por *canicola* se determinó serológicamente en ganado vacuno, ovino, caprino y equino (Topacio et al., 1974).

c) también se aisló *canicola* a partir de porcinos en Brasil y en Perú (Pestana de Castro y col., 1962; Liceras de Hidalgo y col., 1981).

d) la mangosta (*Herpestes auropunctatus*; Orden *Carnivora*, Suborden *Fisípoda*) ha sido detectada como un reservorio silvestre importante del serovar *canicola* en Trinidad (Everard et al., 1976).

e) en el caso de la epidemiología del serovar *canicola* en Israel, se ha encontrado que los chacales, erizos y porcinos eran reservorios de este serovar además de los caninos y los roedores (Shenberg et al., 1982).

Por último, y aunque hubiera otros reservorios de *canicola* en el área, también debería demostrarse la transmisión interespecífica. Una estrecha asociación ecológica de diferentes especies en un ambiente favorable a la transmisión no determina necesariamente la transmisión interespecífica (Hathaway, 1981). Por ejemplo, un estudio llevado a cabo en Nueva Zelandia reveló que a pesar de la alta prevalencia de infección endémica por *hardjo* y *pomona* en vacunos y cerdos respectivamente, y por *ballum* y *balcanica* en especies silvestres, no hay evidencias de transmisión interespecífica (Hathaway, 1981).

Para el análisis de los posibles serovares circulantes, también es preciso considerar el alto porcentaje de coagulación, que podría ser atribuido a diversas causas, a veces difíciles de discernir:

- una alta proporción de reacciones cruzadas;
- una alta proporción de animales durante la etapa aguda de la infección, en la cual la respuesta inmune tiene menor especificidad; y/o
- una proporción importante de animales con infecciones por serovares múltiples.

Algunos de los porcentajes de coagulación mencionados en la bibliografía, siempre para el caso de sueros caninos provenientes de muestras tomadas en ambientes urbanos fueron (en orden ascendente): 12% en Puerto Rico (Farrington & Sulzer, 1982); 17% y 22% en las áreas suburbana y urbana de Detroit (Thiermann, 1980); 47% en Río De Janeiro (Pereira, 1985); 53,8% en el Reino Unido (van den Broek et al., 1991); 57% en el Gran Buenos Aires (Myers, 1980); y 81,7% en Perú (Fukuda y col., 1973).

En el caso del área investigada, un 82% de los sueros positivos aglutinó frente a dos o más serovares en 1992 y un 70% lo hizo en 1993, mientras que en el área control, este porcentaje fue de un 50%. En el caso de San Nicolás, quizás si el descenso en el porcentaje de coagulación hubiese sido significativo,

hubiera podido especularse que el 82% se debía a un fenómeno epidémico, con gran cantidad de animales recién infectados. Sin embargo, los títulos relativamente bajos o incluso el aumento en la media geométrica de título máximo de un año a otro, serían argumentos contrarios a esta hipótesis. Tampoco apoya la hipótesis de una epidemia el hecho de que el porcentaje de agudos se elevó de un 14% (18/27) a un 21% (4/19) entre 1992 y 1993 en el área de estudio, tomando como indicador de infección reciente un título igual o mayor a 1:800 (Everard, 1987).

Las variaciones entre San Nicolás y el área control en cuanto a la reactividad por serovar (segundo muestreo) podrían indicar la circulación de una cepa diferente, o bien una importancia relativa diferencial entre los serovares circulantes. Estas hipótesis, por supuesto, sólo podrían confirmarse si se hubieran realizado varios aislamientos o un seguimiento serológico más detallado sobre un grupo de animales. Los resultados muestran que aún en áreas de las mismas características y muy cercanas espacialmente, la epidemiología de la leptospirosis canina puede presentar diferencias.

Con respecto a la posibilidad de reacciones cruzadas, Yasuda y col. (1979, citado en Pereira, 1985) acreditan una estrecha relación antigénica entre *canicola* e *icterohaemorrhagiae*. Podría considerarse que si un serovar fue detectado únicamente en co-aglutinación con otros (como *ballum*, *hardjo*, *pomona* o *hebdomadis* en nuestro estudio), se estaría ante la presencia de reacciones cruzadas (Pereira, 1985).

La hipótesis de que un serovar circula en el área podría formularse si se cumple que:

- haya sido el único serovar reactivo en algunos sueros; y/o
- haya sido el responsable del título predominante, aunque sea en un número escaso de sueros, ya que puede circular en algún segmento poblacional pequeño.

En este estudio, se discute más adelante acerca de la posible circulación de los serovares *ballum*, *grippotyphosa* y *tarassovi* en el área investigada.

El hecho de que circulen varios serovares tiene gran importancia epidemiológica, ya que refleja que posiblemente estén operando diferentes mecanismos de transmisión que involucran distintas interacciones entre los perros, las otras especies presentes en el sistema, y el medio físico. También pondría en

evidencia la heterogeneidad ambiental respecto a la transmisión que puede presentar un área. Habría que considerar hasta qué punto el perro es susceptible a otros serovares, y hasta qué punto la población canina puede mantener la circulación de otros serovares distintos a *canicola*, *pyrogenes* e *icterohaemorrhagiae*.

4.D.ii. Análisis de otros posibles serovares circulantes

Otros serovares además de *canicola*, *pyrogenes* e *icterohaemorrhagiae*, pueden circular en la población canina y probablemente transmitirse al hombre por esta vía, por ejemplo *ballum*, *pomona*, *autumnalis* y *grippotyphosa* (Everard et al., 1979).

Algunos estudios relativamente recientes sugieren además que el patrón epidemiológico de la leptospirosis canina urbana podría estar cambiando. En las últimas décadas, la detección por serología y/o aislamiento de serovares que se consideraban poco adaptados para infectar a los perros ha sido relativamente frecuente. Para varios de estos serovares la clínica y la posibilidad de generar leptospirosis persistente en los animales infectados era desconocida; como en el caso de *ballum*, *bratislava*, *grippotyphosa*, *sejroe*, *javanica*, *bataviae*, *pomona*, *tarassovi* y *hardjo* (Keenan et al., 1978; Mackintosh et al., 1980; Cole et al., 1982; van den Broek et al., 1991; Nielsen et al., 1991; Scanziani et al., 1994; Scanziani et al., 1995).

Van den Broek et al. (1991) sugieren vigilar el aumento en la prevalencia de otros serovares, que pueden volverse endémicos en la población canina. La vacunación contra *canicola* e *icterohaemorrhagiae*, que no confiere protección para otros serovares, podría promover la selección de serovares pertenecientes a otros serogrupos, por lo que algunos autores sugieren que las futuras campañas de inmunización deberían tener en cuenta estos datos (Scanziani et al., 1994; Heath & Jhonson, 1994).

En esta investigación, otros dos serovares podrían considerarse de posible circulación en el área: *grippotyphosa* y *tarassovi*, ya que ambos fueron detectados como único serovar reactivo en por lo menos un suero (1992: *tarassovi* en un suero y 1993: cada serovar en un suero). Aunque su importancia epidemiológica en el área sería marginal, analizar la posible circulación de estos dos serovares resulta de interés debido a que ambos se han detectado en nuestro país en sueros humanos durante el período 1960-1973, tanto en muestras

tomadas a partir de la población general como en otras a partir de grupos ocupacionalmente expuestos (Aguirre y col., 1967; Szyfres, 1976).

En otros estudios anteriores en la misma región, la frecuencia de detección de *ballum* estuvo entre las más altas, por lo que la situación de este serovar también se discute más abajo.

En el caso del área investigada, sería recomendable profundizar la investigación para otros posibles hospedadores de mantenimiento y/o accidentales para los distintos serovares de *Leptospira interrogans*. En general, no se encontraron ejemplos de estudios ecológicos completos para esta zoonosis realizados en el país, con análisis y seguimiento de las distintas especies presentes, a la luz de los cuales pueda profundizarse más este análisis.

BALLUM

Si se comparan los resultados obtenidos en este estudio con los obtenidos por otros investigadores en Buenos Aires, puede notarse que el serovar *ballum* parece tener en este caso menor importancia relativa que en otros estudios. Cacchione y col. (1975) encontraron que *ballum* fue el serovar detectado con mayor frecuencia (28% de los sueros positivos, sobre 1.125 sueros caninos). Hutter (1972) también obtuvo a *ballum* como el serovar más frecuentemente detectado (22,8% de los sueros). En ambos casos las muestras incluyen tanto animales clínicamente sospechosos como animales sanos convivientes, y también en ambos casos los serovares *canicola*, *pyrogenes* e *icterohaemorrhagiae* fueron detectados en una proporción de sueros muy semejante a la de *ballum*. Myers (1980) detectó este serovar en un 32,8% de los sueros positivos, aunque siempre en coaglutinación (sólo *canicola* y *pyrogenes* reaccionaron como único serovar en algunos de los sueros).

En el presente estudio en cambio, *ballum* fue detectado en un 12,5% (16/127) de los sueros positivos, y en todos los casos en coaglutinación con uno o más serovares. Una explicación posible podría ser el hecho de que los sueros reactivos a *canicola-ballum-pyrogenes* son comunes en las infecciones por *canicola*, como fue propuesto por Fukuda y col. (1973), así como otros autores han observado que las reacciones cruzadas entre *ballum* y *canicola* son frecuentes (van den Broek et al, 1991).

El serovar *ballum* se considera estrechamente asociado a roedores, principalmente a *Mus musculus*, que pareciera ser su principal reservorio. Sin embargo, también se ha aislado a partir de *Rattus ratus* y *Rattus norvegicus* en algunas áreas. En este último caso se hipotetiza que *R. norvegicus* podría ser un reservorio de mantenimiento de *ballum* en ausencia de *icterohaemorrhagiae*, competidor más eficaz o mejor adaptado a

este reservorio (Babudieri, 1958; Hathaway, 1981; Pereira, 1985; Everard et al., 1979). El serovar *ballum* también se menciona como presuntivo de infección en dos perros diagnosticados clínicamente para leptospirosis en Barbados, uno de ellos muerto aparentemente a causa de la enfermedad (Everard et al., 1987).

En el área de este estudio, la falta de datos acerca de la abundancia relativa de distintas especies de roedores, las prevalencias y los serovares asociados, no permite ser concluyente, aunque por los datos serológicos *ballum* no parece ser uno de los serovares circulantes.

GRIPPOTYPHOSA

El serovar *grippotyphosa* se considera asociado principalmente a roedores silvestres y marsupiales, en particular a los roedores del género *Microtus*, como lo demostraron numerosas investigaciones sobre los focos de la infección en Europa Central (Babudieri, 1958; Abdussalam, 1976; Pereira, 1985), aunque también fue aislado en roedores silvestres del género *Nectomys* en Brasil (Santa Rosa et al., 1980) y del género *Ratus* en Malaya (Gordon Smith et al., 1961).

En el perro este serovar fue detectado sólo en forma aislada y se ignoraba si podía transformarse en excretor-secretor luego de la infección (Babudieri, 1958). Posteriormente, varios autores comunican el hallazgo de animales serorreactivos en Viena (14% de 229 perros hospitalizados) (Gratzl et al., 1962), Filipinas (Topacio et al., 1974; Ryu, 1976), y en perros callejeros de São Paulo (Reichmann y col., 1986). Myers (1980) detecta este serovar en el 8% de los sueros positivos en perros del Gran Buenos Aires, pero siempre en co-aglutinación. En 1971, Carlos et al. logran aislar el serovar a partir de dos perros con ictericia y fiebre. También Cole et al. (1982) informan la infección por *grippotyphosa* confirmada por serología y aislamiento en cachorros vacunados contra *canicola* e *icterohaemorrhagiae* que presentaban disfunción renal y otra infección simultánea.

Por otro lado, Reilly et al. (1968 y 1970) demostraron experimentalmente que *grippotyphosa* podía transmitirse a varios carnívoros silvestres cuando predaban roedores infectados. Esto abriría la posibilidad de la transmisión a los perros por este mecanismo, particularmente en zonas donde los roedores sean frecuentes y/o los perros no estén bien alimentados.

En el área de este estudio, podría concluirse lo mismo que en el caso de *ballum*, salvo por el hecho de que el comportamiento de caza de roedores podría tener alguna importancia en la transmisión, especialmente en el caso de las hembras, y sería

importante analizar más detalladamente esta posibilidad, su frecuencia, y la presencia del serovar en las poblaciones de roedores locales.

TARASSOVI

El serovar *tarassovi* ha sido aislado fundamentalmente a partir del cerdo, un reservorio de mantenimiento de primer orden por su leptospiruria prolongada y abundante (Szyfres, 1976). Myers et al. (1973) analizaron 130 riñones provenientes de un matadero de la Provincia de Buenos Aires, obteniendo 70 aislamientos (60% tipificados como *tarassovi*). Además, el serovar *tarassovi* también fue aislado a partir de perros en Perú (Szyfres, 1976) y Nueva Zelanda. En este último caso fue aislado en la orina de tres de perros sin signos clínicos de enfermedad, y la leptospiruria persistió hasta 4 meses en uno de los casos (Mackintosh et al., 1980). Los mismos autores citan el experimento realizado por Farina et al. (1965), que infectaron experimentalmente a cinco perros con un aislado porcino de *tarassovi*. Los cinco animales desarrollaron leptospiruria persistente durante un lapso de entre 14 y 76 días, período después del cual finalizó el experimento.

En el área de este estudio, la presencia de cerdos en aproximadamente un 8% de las viviendas muestreadas, justificaría una investigación más profunda de este reservorio, además de intentar el aislamiento en los perros.

Aunque los títulos a *tarassovi* no se asociaron a la presencia de cerdos en la misma vivienda del perro, no puede descartarse que hubiera ocurrido la transmisión por contaminación y contacto con las calles, o con el mismo basural, al cual varios cerdos eran conducidos para alimentarse.

4.D.iii. Endemicidad de la infección

Heath & Jhonson (1994) proponen que la serología positiva para serovares bien adaptados a una especie dada (aunque sea en una proporción poblacional pequeña) reflejaría la infección endémica en el conjunto de la población, dado que la leptospirosis es altamente contagiosa. Si se concuerda con esta idea, los resultados serológicos de este estudio (como ya fue discutido parcialmente en un párrafo anterior) corroboran la idea de la endemicidad de la infección leptospírica en la población canina local.

Otro indicio de endemicidad sería la **escasa observación de síntomas** en relación a la elevada prevalencia serológica. Podría objetarse que la presencia o ausencia de síntomas se registró por observación de los dueños y no por inspección veterinaria, pero para el caso de la leptospirosis la bibliografía indica que los síntomas suelen ser lo bastante notorios como para ser notados por

los dueños de los animales. De hecho, los síntomas que sólo se mencionaron para animales positivos (decaimiento con pérdida de peso y decaimiento con vómitos o anorexia, vómitos con sangre o diarrea y vómitos en 10 de los 127 animales positivos) no son incompatibles con los cuadros mencionados en la bibliografía (Hartman et al, 1986; Stiebel, 1994).

Quizás también la aparición de síntomas no sea notable debido a una *alta letalidad en los cachorros*, pero esto no pudo ser analizado porque se corría el riesgo de la confusión con otras infecciones que producen mortalidad en ese segmento etario (parvovirus, por ejemplo, para el que además sólo un pequeño porcentaje de los animales estaba vacunado).

La falta de síntomas podría reflejar también una situación de estimulación antigénica persistente en un área de alta endemicidad, donde las *infecciones subclínicas** son frecuentes. Dado que los animales no estaban vacunados, lo más probable es que efectivamente el índice de anticuerpos refleje una tasa de inmunización adquirida a través de la infección natural. Es decir, el contacto sucesivo con bajas concentraciones de leptospiras llevaría a un estado de protección inmunológica sin manifestaciones graves, pero con desarrollo de leptospiruria durante un período variable (Pereira, 1985; Heath & Jhonson, 1994).

Esta situación de ausencia de síntomas se ha sugerido como posible aún para el caso de que las cepas circulantes tengan alta virulencia, como ocurre en el estudio de Pereira (1985), en donde la investigadora verifica la virulencia de las cepas aisladas por inoculación en hamsters. Este panorama epidemiológico también se ha comprobado en el caso de los bovinos, donde los rebaños pueden presentar una "alta prevalencia de reactores a dosis infectantes subclínicas de efecto inmunizante" (Szyfres, 1976).

Apoyaría esta hipótesis el hecho de que incluso el único animal cuyo suero presentó un título de 12.800 no había presentado ningún síntoma de infección durante el último año según la observación de sus dueños. El tema de la relación entre el cuadro clínico y el título es muy ambiguo en el caso de la leptospirosis. En la bibliografía se describen tanto casos de perros con altos títulos sin síntomas (Hutter en 1972 examina un animal con título máximo de 1:60.000 que no presentaba síntomas) como casos con títulos de 1:100 o 1:200 que son

* Para una definición: ver Glosario.

diagnosticados clínicamente, y aún mueren (Hutter, 1972; Hartman et al., 1986; Everard et al., 1987).

Aguirre y col. (1968) mencionan la leptospirosis como "una de las enfermedades que se presenta con más frecuencia en perros de esta zona" analizando las consultas recibidas por el Servicio de Clínica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de La Plata, y detectan anticuerpos en un 48% de los animales diagnosticados clínicamente frente a un 11% en perros sin sintomatología sospechosa. El cuadro clínico entonces dependerá en alguna medida de una serie de variables tales como el serovar, la cepa, el inóculo, la susceptibilidad individual, etc.

En síntesis: si bien la situación de estimulación antigénica mencionada arriba sería la más probable para el área investigada, no puede descartarse que el fenómeno de la falta de síntomas se deba a la circulación de una o más cepa/s de baja virulencia.

Otro punto que refuerza la hipótesis de la alta endemicidad es el análisis de los factores de riesgo para la seropositividad, cuyos resultados pasan a discutirse a continuación.

4.D.iv. Factores de riesgo para la seropositividad

Los resultados obtenidos en cuanto a la relación entre seroprevalencia y edad coinciden con lo reportado por otros autores. En cuanto a la relación entre el sexo de los animales y la infección, la mayor parte de los autores coinciden con el hecho de que los machos suelen ser el sexo con mayor prevalencia, y explican el fenómeno a partir de patrones comportamentales más frecuentes en los machos que en las hembras al alcanzar la madurez sexual, como el olfateo y lamida de los genitales externos o la orina excretada por otros perros. También hay algunos estudios en los que no se han detectado diferencias significativas entre la prevalencia de ambos sexos (Babudien, 1958; Fukuda y col., 1973; Everard et al., 1979; Farrington & Sulzer, 1982; Pereira, 1985; Everard et al., 1987; Tremi et al., 1989; van den Broek et al., 1991; Venkataraman & Nedunchellian, 1993; Caminoa y col., 1998).

Del mismo modo que en el estudio de Pereira (1985), la diferencia entre la prevalencia de machos y hembras no se detectó en los cachorros menores de 1 año. Este resultado podría explicarse en función de "la restricción en términos

de contacto con otros perros y con el ambiente contaminado", que puede ser "un factor de protección para los jóvenes". La prevalencia por edad reflejaría entonces "el riesgo acumulativo en un área endémica" (Pereira, 1985), y el hecho de que la prevalencia máxima se alcance al año de edad sugiere la elevada exposición de los animales a la infección, con un contacto prematuro con los factores de riesgo para la infección.

En el estudio de Pereira (1985) en cambio, no hubo diferencias significativas en términos de prevalencia de anticuerpos entre perros "libres" y "presos". En ese caso, el 70% de los perros del área tenían libertad total de movimiento y el 30% estaban confinados, aunque no están discriminados otros grados de movilidad. Según la autora, la ausencia de diferencias entre las prevalencias de los animales libres y confinados refuerza la idea de que "los factores de riesgo presentan una distribución homogénea en el área" (Pereira, 1985). Siguiendo esta línea, la transmisión se produciría con la misma probabilidad dentro y fuera de las viviendas, lo que contrasta con los resultados que se presentaron aquí.

En los barrios suburbanos semejantes al área de estudio en cambio, podría notarse una cierta heterogeneidad en la distribución de los factores de riesgo para la infección. Esta heterogeneidad vendría dada principalmente por:

- las diferencias en la estructura de las viviendas (por ejemplo: lote rodeado con rejas que permite el confinamiento de los animales, o lote abierto);
- los distintos "patrones" en los hábitos de manejo (perros no controlados o perros a los que se les permiten alguna/s salida/s por día); y
- las diferencias en el estado de las calles (con o sin zanjas).

Además, también es probable que la distribución homogénea de los factores de riesgo en el área del estudio de Pereira (1985) esté relacionada con la distribución espacial de los roedores, que en ese caso son la principal fuente de infección para los perros.

Se ha señalado que la mayor prevalencia de los perros en el Gran Buenos Aires con respecto a la Capital Federal podría deberse a "la vida libre que llevan, con una relación mayor con ambientes contaminados y el mayor contacto entre ellos o con roedores que abundan en esas zonas" (Cacchione y col., 1975). Por otro lado, en un estudio realizado en distintas localidades de Filipinas, se concluye que la alta prevalencia detectada en una de ellas puede estar relacionada con la gran densidad de perros, la falta de cercos alrededor de las casas, las calles de tierra, la frecuencia con que se observa perros removiendo basura, etc.

(Topacio et al., 1974). Sin embargo, hasta ahora tales afirmaciones no habían sido confirmadas cuantitativamente, o existen dificultades para verificar la importancia de cada uno de los factores mencionados, mientras que en este caso se aportan evidencias en ese sentido.

Los resultados indican que las calles podrían ser por un lado, el escenario en donde se produce la mayor parte de los contactos intraespecíficos (y posiblemente con algún otro reservorio). Los resultados obtenidos con el modelo de regresión logística en cambio, parecen indicar para el caso de los machos que el contacto con la calle en sí misma no tendría efecto para la infección, sino más bien el contacto con otros sitios (zanjas o basural) que sólo se produce cuando el perro sale a la calle.

En el caso de las zanjas, éstas generan superficies húmedas favorables para la supervivencia de las leptospiras, aún en el caso de que no pudieran sobrevivir en su interior por la elevada concentración de detergentes o tóxicos. Además, fue común observar que los perros bebían, orinaban, y caminaban en ellas, existiendo la posibilidad de que otros reservorios también las utilicen en este sentido (roedores, por ejemplo). Por consiguiente, las zanjas podrían jugar un rol relevante en la transmisión por contaminación ambiental (Rubel y col., 1997).

Si bien en este caso no se han realizado aislamientos en zanjas, sí se aisló *Leptospira biflexa* en una muestra del arroyo Las Piedras analizada antes de comenzar el estudio, lo cual indica que las condiciones de las aguas son aptas para *Leptospira interrogans* también. Con respecto a las condiciones de las aguas en la región, pueden mencionarse los ya tradicionales trabajos de aislamiento de *L. aquicola* (según denominación de la época) a partir de aguas de la fuente de Plaza de Mayo (Babudieri, 1952). También se aisló *L. biflexa* a partir de la fuente del Monumento a los Españoles, otros lagos de Palermo y de la Reserva de Costanera Sur (Capital Federal), del Río de La Plata y de varios arroyos de la Provincia de Buenos Aires, como el Matanza y el Reconquista (Cacchione y col., 1962; Seijo y col., 1998).

Con respecto a los diferentes patrones epidemiológicos de machos y hembras, los resultados parecen indicar que la diferencia en la prevalencia no es puramente cuantitativa, sino que los mecanismos de adquisición de la infección involucrados parecen ser diferentes. A pesar de que se ha mencionado que la

transmisión sexual puede ocurrir "cuando existe un pequeño residuo de orina infecciosa en el tracto urogenital" (Blenden, 1976), en este caso la seropositividad de las hembras no solo es independiente de la edad, sino también del número de eventos reproductivos. Pareciera que otras variables podrían jugar algún rol en la transmisión, como la presencia de otros animales domésticos en la vivienda o el comportamiento de caza, incluyendo la caza de roedores (en este último caso vale aclarar que ninguna de estas variables relacionadas fue más frecuente en un sexo que en el otro, como así tampoco la seropositividad a los serovares asociados con roedores fue más frecuente para un sexo que para el otro). En ambos casos se trataría de mecanismos de transmisión interespecífica.

Teniendo en cuenta que las hembras adultas permanecen confinadas por sus dueños en una proporción 3 veces mayor que los machos, como medida de control reproductivo, estos resultados podrían sugerir que habría una tendencia en las hembras a adquirir la infección dentro de la vivienda y no en las calles, sumado al efecto de menor prevalencia por factores de tipo comportamental. Otra posibilidad (como se menciona en la sección Resultados), es que la prevalencia de las hembras dependa de algún factor de riesgo que no haya sido contemplado por este estudio. Sería necesario desarrollar nuevas investigaciones que profundicen sobre estos aspectos.

En relación al modelo de regresión logística, podría pensarse que el pobre nivel de ajuste obtenido podría estar asociado al bajo número de animales no expuestos por un lado, o al escaso número de animales con ciertas combinaciones de las variables utilizadas. Como suele ocurrir en los estudios observacionales de este tipo, la estrecha interrelación entre variables dificulta la discriminación de la importancia relativa de cada una de ellas. Además, el tamaño muestral limitado tolera un cierto nivel de estratificación, más allá del cual los números de animales resultan demasiado pequeños para obtener estimaciones con un nivel de precisión razonable.

Si se buscara construir un modelo matemático con un mejor ajuste y valor predictivo de la infección, deberían incluirse al menos dos efectos:

a) un factor de corrección que contemple cierta proporción de animales resistentes a la infección (dado que este modelo falla fundamentalmente en la predicción de la condición negativa en animales expuestos); y

b) uno o más factores que puedan dar cuenta de las relaciones condicionales entre las variables, contemplando más de 2 niveles posibles de exposición por lo

menos para algunas de ellas. Esto permitiría describir condiciones tales como el aumento lineal del riesgo para ninguna, algunas o muchas salidas a la calle en los animales menores de 4 años, o el riesgo de la presencia de zanja para los animales que realizan más de una salida a la calle, etc.

4.D.v. El rol del basural

La exposición a residuos o la presencia de estos en las cercanías del lugar de trabajo o residencia ha sido reiteradamente mencionado como un factor de riesgo para la transmisión de leptospirosis al hombre (Hanks, 1967; Oliveira, 1978). También se ha sugerido que se incluyan preguntas con respecto al posible contacto con basuras en las fichas epidemiológicas de los presuntos pacientes (Manual de Controle da Leptospirose, 1989; Arango de Lema y col., 1992), aunque no se han hallado hasta ahora estudios cuantitativos al respecto.

En cuanto a la población canina, los resultados que se presentaron aquí avalan las hipótesis planteadas acerca del rol del basural como amplificador de la transmisión de leptospirosis en el área.

Se verificó la asociación entre la seroprevalencia y el contacto con el basural para el caso de los machos, y también se verificó la hipótesis de que la prevalencia sería semejante a la de un área control luego del cierre del basural (un año y medio después). Si bien en términos globales la seroprevalencia en el área de estudio no disminuyó significativamente luego del cierre del basural, el descenso sí pudo evidenciarse en los machos adultos (un año o más), que son los que efectivamente tenían contacto con el basural, dado que los cachorros generalmente permanecen confinados. Entonces podemos reafirmar que los resultados confirman la hipótesis planteada en el sentido de que la prevalencia descendió una vez cerrado el basural.

También se verifica un descenso en la frecuencia de nuevos casos en la muestra del 33% al 13%, calculando la primera como la prevalencia en los cachorros y la segunda como prevalencia en cachorros más la frecuencia de seropositivización entre los examinados dos veces.

Sin embargo, resulta evidente a partir de los resultados que aún en ausencia del basural, la presencia de los otros factores de riesgo presentes es suficiente para mantener la infección en la población canina con prevalencias de alrededor del 40% y con aparición de casos nuevos.

4.D.vi. Importancia epidemiológica y medidas de control.

Debido a la complejidad epidemiológica de la transmisión de la leptospirosis y su enorme diversidad espacial, la comprensión de la dinámica de la infección humana y animal es de fundamental importancia para el control de la enfermedad. El conocimiento de la dinámica de la transmisión animal comprende básicamente:

- el reconocimiento de las especies que actúan como hospedadores de mantenimiento para cada serovar;
- el reconocimiento de las especies que actúan como hospedadores accidentales para cada serovar; y
- el grado de transmisión interespecífica entre hospedadores que comparten determinados nichos (Hathaway, 1981).

Para controlar la infección de los animales domésticos, la alternativa que suele mencionarse como la más efectiva y viable es la vacunación anual (o semianual) masiva a partir de la edad juvenil, al menos para los hospedadores de mantenimiento y sus serovares asociados. Se argumenta que la vacunación incrementa la inmunidad de rebaño y disminuye la transmisión, siempre que las vacunas sean específicas para las cepas circulantes en la región (Blenden, 1976; Hathaway, 1981; Everard et al., 1987; Heath & Jhonson, 1994; Bey & Johnson, 1986).

Sin embargo, también se ha argumentado que si bien "las bacterinas se han usado con éxito en algunos programas de inmunización (...) no puede dependerse enteramente de la vacunación si no se modifica el ambiente a fin de reducir o eliminar el contacto con leptospiras" (Blenden, 1976). El mismo autor agrega más adelante que "la vacunación es de dudoso valor en la prevención de la infección subclínica", resultando un método poco efectivo para eliminar la infección renal en animales portadores-excretores (Bey & Johnson, 1986). Además, aún en el caso de vacunaciones repetidas, "con una fuerte exposición en un ambiente contaminado se puede aún presentar la infección" (Blenden, 1976).

Por todo lo anterior, la detección de la condición de portador sano en los animales reservorios es sumamente importante, y se necesita desarrollar métodos más sencillos que los cultivos de orina repetidos (Blenden, 1976). Las nuevas técnicas de detección, tales como la PCR, quizás ayuden en este sentido.

Siguiendo otras opiniones respecto al control de la leptospirosis, se ha propuesto que la eliminación de los perros errantes y una política de obligatoriedad para el uso de la correa o el confinamiento de los animales produciría una drástica reducción de la infección tanto en la población humana como en la canina, siendo mucho menos dificultosas que otras medidas de control sanitario de la población canina (Reinhard, 1963).

Con respecto a la transmisión al hombre el área de residencia merece especial consideración, a pesar de que la exposición laboral se ha mencionado mucho más frecuentemente como factor de riesgo.

Según Pereira (1985) "las interpretaciones sobre la fuente de infección se confunden muchas veces con una contaminación del ambiente doméstico o de trabajo. En Brasil, no existe relato sobre investigación de leptospiras en el ambiente domiciliar y/o en parientes convivientes de pacientes internados" (Pereira, 1985).

En todas las ciudades latinoamericanas existen grandes áreas densamente pobladas con asentamientos no planificados carentes de infraestructura básica (tales como la de este estudio), que son un producto de procesos de urbanización rápidos y no planificados por migraciones internas. Este tipo de proceso de urbanización sumado a la disminución de la inversión estatal en salud, son algunas de las causas de la reemergencia de numerosas enfermedades infecciosas en América Latina, la leptospirosis entre ellas (Brandling-Bennett & Pinheiro, 1996).

Estas áreas con altas densidades y saneamiento deficiente podrían ser un elemento importante para la epidemiología de la leptospirosis en zonas urbanas (Szyfres, 1976; Blendin, 1976; Pereira, 1985). Aquí se dan simultáneamente la acumulación de residuos, la proliferación de roedores, la cría de animales domésticos en las viviendas (por ej. perros, cerdos), la ausencia de asfalto y redes de drenaje, etc. En este tipo de ambiente, el hombre podría tener una situación más central en la transmisión y el lugar de residencia podría actuar como el principal escenario (Hanks, 1967; da Silva, 1974; Pereira, 1985; Pereira & Andrade, 1990; Arango de Lema y col., 1992; Seijo, 1995).

Algunos estudios sobre leptospirosis humana realizados casa a casa apoyarían este punto de vista, como por ejemplo el de Everard et al. (1990) en Barbados y Trinidad. En dicho estudio se detecta una asociación significativa entre

la seropositividad, la carencia de baño en el interior de la vivienda y la falta de red de drenaje.

Por otro lado, Pereira & Andrade (1990) sugieren para la población residente en un barrio precario de Río de Janeiro, que el porcentaje de seropositivos en esta población es uno de los más altos reportados para la población general en Brasil, y que la prevalencia en el grupo que reúne a los niños pequeños, las amas de casa y los ancianos podría ser indicativo del riesgo de infección atribuible al área de residencia.

Con respecto a la cría de animales domésticos como factor de riesgo para la seropositividad, hay datos contradictorios: mientras Everard et al. (1990) encuentran una asociación significativa entre la cría de animales domésticos y la seropositividad de los residentes, Childs et al. (1992) encuentran que la cría de gato en la vivienda disminuye la frecuencia de seropositividad. Los mismos autores sostienen que probablemente esta asociación se relacione con el hecho de que los gatos disminuirían el contacto entre la población humana y los roedores. En ambos estudios, la seroprevalencia no mostró asociación con la observación de roedores ni el contacto con ellos por trampeo, etc.

En el caso de la asociación detectada en el área de estudio entre la presencia de gallinas y la seronegatividad en los perros de la vivienda, la relación escapa a la lógica de la transmisión, y puede tratarse de un efecto casual, o bien de efectos de interacción entre variables que no pudo ser detectado en el análisis de los resultados.

Otros factores que se relacionan con la transmisión de leptospirosis son los climáticos, como el aumento estacional del número de casos en Río de Janeiro. En este caso se registra un aumento en el número de casos en el verano, simultáneamente al aumento de los índices pluviométricos (Pereira, 1985). Sin embargo, sólo en determinadas condiciones de residencia u ocupación, la población entrará en contacto con aguas potencialmente infecciosas, por lo que el clima tendría efecto sólo a través de otras variables.

Con respecto al Gran Buenos Aires específicamente, podría agregarse que se registran allí un mayor número de casos y brotes epidémicos que en la Capital Federal, a pesar de la uniformidad climática de ambos conglomerados urbanos (Seijo, 1996: datos del Servicio de Zoonosis Hospital F.J.Muñiz, período 1986-1996).

Teniendo en cuenta que el Gran Buenos Aires es una de las áreas del país que presenta un mayor número de casos y brotes de leptospirosis y que la infección es endémica en la población canina, que además presenta altas densidades, los resultados obtenidos sugieren que el perro es un reservorio importante para *Leptospira interrogans* en esta región. En base a la información disponible, puede concluirse que los perros están implicados en el ciclo de la transmisión al hombre, particularmente en el caso los serovares *canicola* e *icterohaemorrhagiae*, como ya se planteó para otras regiones (Everard et al., 1979).

En síntesis: el perro sería un reservorio importante para *Leptospira interrogans* en el área de estudio, y si bien el confinamiento de los animales en las viviendas o la vacunación masiva serían medidas de control posibles, éstas resultarían de difícil implementación y seguimiento dada la estructura de las viviendas, los hábitos de manejo de la población canina y el escaso nivel de ingresos de la población.

Por tales motivos las medidas de manejo ambiental, como podrían ser en este caso el asfaltado y alcantarillado de las calles, o el cierre de basurales extensos, podrían resultar más efectivas para disminuir en forma permanente la prevalencia en la población canina, y producir un mayor impacto desde el punto de vista de la Salud Pública.

CAPITULO 5. Discusión general

5.A. ACERCA DE LA INVESTIGACIÓN/INTERVENCIÓN

La Cava San Nicolás era reconocida como problema ambiental por todos los actores sociales involucrados antes del comienzo de esta investigación. Como ya se mencionó al describir brevemente la historia del sistema, la cava había sido motivo de conflictos entre vecinos y autoridades municipales a partir del momento en que las perforaciones se inundaron.

Durante todo el período en que la cava recibió vuelcos como sitio de disposición de residuos (más de 10 años), se realizaron varias denuncias a distintos organismos oficiales responsables. Sin embargo, se carecía de una descripción técnica precisa del sistema aún en los organismos teóricamente encargados de producirla.

La sola **producción de información** aunque fragmentaria, produjo efectos a nivel del accionar de los distintos actores sociales involucrados, aunque al mismo tiempo, la realización misma de la investigación fue en cierto sentido un efecto de las inquietudes y el accionar vecinal.

Algunos ejemplos acerca de los efectos producidos por la generación de información fueron:

- distintos grupos de vecinos realizaron nuevas denuncias desde y ante distintas instituciones (incluyendo organismos legislativos, gubernamentales, judiciales medios de comunicación masiva, etc.);
- las autoridades municipales formaron una comisión interinstitucional que funcionó durante algunos meses buscando soluciones técnicas posibles;
- algunas instituciones como CEAMSE y AGOSBA, muy ligadas a la temática, se presentaron y realizaron aportes de importancia a la investigación en curso.

En cuanto a la información producida, puede apuntarse que por un lado, **un mismo resultado técnico** en términos de concentraciones de metales pesados, daba lugar a **diferentes significados** por parte de los distintos actores sociales involucrados. Por lo tanto, la envergadura de la Cava San Nicolás como problema ambiental era muy diferente para cada uno de los actores sociales involucrados.

En general, las distintas lecturas tenían en común un cierto grado de **simplificación del problema**, que desde el punto de vista técnico-científico

demostraba ser bastante más complejo que las distintas lecturas. Esta simplificación se debió en parte a la decisión de entregar la información parcializada (un informe después de cada uno de los muestreos), decisión que se relacionó a su vez con la ansiedad de los distintos sectores por contar con elementos técnicos.

Esto lleva a la reflexión acerca del complejo problema de la **articulación temporal** (timing) de la investigación, las instituciones y la población, universos con distintos objetivos, características, necesidades y tiempos. Las instituciones por ejemplo, demandan o requieren respuestas técnicas rápidas que la investigación no siempre puede aportar, salvo al precio de perder profundidad.

Por otra parte, el caso de las problemáticas ambientales presenta además de las distintas lecturas posibles de la información técnica, la característica de la **interinstitucionalidad**, es decir la "fragmentación de competencias" necesarias para producir las acciones que la investigación revela como necesarias o aconsejables (Vasconcellos & Ribeiro, 1994). El saneamiento resulta un ejemplo por excelencia de esta característica, y generalmente la implementación de las acciones, contrariamente a la velocidad con la que se demandan las respuestas técnicas, se vuelve lenta y dificultosa.

Desde este punto de vista, la Universidad puede jugar un rol muy importante en la investigación de problemáticas ambientales, ya que al no ser una de las instituciones competentes en cuanto a las acciones, puede abordar este tipo de problemas con profundidad y relativa objetividad, aportando las mejores soluciones desde el punto de vista técnico.

En cuanto al continuo intercambio de informaciones entre la comunidad y los investigadores, pueden apuntarse distintos cambios producidos en el curso de la investigación, al nivel de grupos más pequeños. Algunos ejemplos serían:

- la comunidad aportó sus conocimientos sobre la estructura y la historia del basural, que fueron imprescindibles para el diseño del plan de muestreo.
- parte de la comunidad se apropió de nuevos conocimientos, como por ejemplo que la contaminación del agua no se relaciona siempre con su aspecto (puede ser límpida y estar contaminada), o que un análisis químico puede concluir que el agua de un pozo es potable sin haber buscado ciertos contaminantes y entonces no se puede asegurar que estén ausentes. También que la presencia del basural puede relacionarse con la transmisión de enfermedades, ya que inicialmente se lo

asociaba con la presencia de insectos o roedores, principalmente en el sentido de la molestia que ocasionaba su proliferación.

En otros contextos, también se han planteado modalidades de intervención en el que se articulen los distintos actores sociales involucrados y los profesionales relacionados con la temática. En el contexto de la salud ocupacional, Vasconcellos & Ribeiro (1994) han desarrollado lo que denominan Intervención Ética de Impacto. Este tipo de intervención se desarrolla a partir de denuncias, que se transforman en demandas epidemiológicas. Las demandas son abordadas transdisciplinariamente, desde distintas instituciones y en conjunto con las organizaciones sociales implicadas. La intervención permite una suerte de mecanismo de control social en cuanto a la salubridad de los ambientes laborales, proponiendo soluciones técnicas y vigilando su implementación.

5.B. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los **problemas ambientales** relacionados con la salud suelen conceptualizarse por medio de los **métodos de evaluación y manejo de los riesgos**, considerando riesgo la probabilidad de muerte, enfermedad o daño.

Los métodos de evaluación implican sintéticamente **tres etapas**:

- la identificación y valoración del problema específico,
- la evaluación de la exposición humana, y
- la utilización de esta información para elegir alternativas para su disminución o eliminación (Tyler Miller, 1994).

A la vez, frente a una decisión de orden económico-ambiental, puede estimarse también la relación entre riesgos y beneficios para las distintas alternativas posibles. En general, estas metodologías son complejas, imprecisas y controvertidas (Tyler Miller, 1994).

El procedimiento usual incluye varios pasos dentro de cada una de las etapas mencionadas. La **primera etapa** incluye la identificación de la sustancia peligrosa y la bibliografía referente a su toxicidad, la evaluación dosis-respuesta, la caracterización del riesgo (la fuente, sus características, la movilidad del contaminante, el punto de exposición y las vías de exposición: contacto dérmico, inhalación, etc.).

La **segunda etapa** o evaluación de la exposición humana abarca tanto la determinación del tamaño de la población expuesta como la duración de la exposición, que puede ser aguda, subaguda, subcrónica o crónica. A su vez, en el análisis de exposición intervienen variables tales como los litros de agua consumida por individuo por día (para los tóxicos presentes en el agua), la cantidad de horas transcurridas en distintos ambientes (vivienda o trabajo, para la contaminación atmosférica), etc. Estas variables no pueden extrapolarse, ya que presentan una alta variabilidad espacial y temporal (Galvão, 1993).

Además, el análisis de riesgo puede incluir o abarcar poblaciones animales o vegetales a proteger, o bien utilizar bioensayos con organismos que se comporten como bioindicadores de niveles de contaminación.

Siguiendo a Vega (1988), Galvão (1993) y Tyler Miller (1994), **los principales problemas** que se plantean alrededor de la **evaluación** de los riesgos y de la relación entre riesgos y beneficios son:

- a qué escala poblacional o geográfica deberían tomarse las decisiones ambientales, ya que las poblaciones o segmentos poblacionales implicados en los riesgos y los beneficios pueden ser diferentes;
- a qué escala temporal deberían tomarse las decisiones ambientales, ya que éstas pueden variar según se considere el corto o el largo plazo;
- hasta qué punto son válidas las evaluaciones realizadas en base a extrapolaciones de estudios de toxicidad en animales, o en los casos en que las concentraciones ambientales o laborales del tóxico no se corresponden con las utilizadas en laboratorio para construir las curvas dosis-respuesta;
- cómo evaluar y manejar los riesgos para sustancias cuya toxicidad no se conoce aún. Dada la velocidad de avance de la industria química, se dan casos como el de los pesticidas, con 3.800 sustancias en el mercado de las cuales sólo el 10% tiene toxicidad bien conocida; o el de los medicamentos, con alrededor de 3.400 sustancias y sólo un 18% con toxicidad bien conocida. Además, las controversias sobre la interpretación de los ensayos de laboratorio lleva a que los países adopten normativas diferentes para los niveles permitidos de ciertos contaminantes en el ambiente;
- qué actores sociales son los más adecuados para realizar las evaluaciones y costearlas en función de garantizar la objetividad de la misma;
- si resulta más útil considerar los impactos acumulativos de distintos riesgos o evaluar cada riesgo por separado, como suele hacerse. En el caso de evaluar distintos riesgos resulta difícil desarrollar una metodología para evaluar los riesgos de exposición a mezclas de tóxicos, siendo la más utilizada la de los bioensayos;
- si se incluye una consideración sobre la interacción entre los efectos del tóxico y otros problemas de salud prevalentes en las poblaciones en riesgo (enfermedades endémicas; desnutrición, etc);
- si la evaluación de los riesgos resulta una acción realmente preventiva o significa aceptar por parte de la sociedad una cierta magnitud de daño en términos morbi/mortalidad. Se ha planteado que si los niveles de daño aceptables para distintos emprendimientos fueran causados por uno o varios ciudadanos comunes, les correspondería legalmente la figura de homicidio. Por ejemplo, se estima que *bajo las normas vigentes* en los Estados Unidos, que surgen de evaluaciones de

riesgo, alrededor de 100.000 muertes por año se producen por causas relacionadas con la exposición a tóxicos en ambientes laborales.

En cuanto a los riesgos derivados de la Cava San Nicolás puede considerarse que los **resultados presentados** en esta tesis, si bien no son suficientes constituyen una **información de base necesaria** para evaluar el riesgo ambiental derivado de la exposición a basurales extensos. Aquí se aporta particularmente información de base con respecto a la caracterización del riesgo, es decir la descripción detallada de la fuente, sus características y los contaminantes involucrados.

Si bien los niveles de las especies químicas analizadas presentaron fluctuaciones importantes, el conjunto de los datos indica que el mercurio y el cianuro serían los dos contaminantes a los que se debería prestar mayor atención, tomando en cuenta tanto los resultados obtenidos como su elevada toxicidad.

Para el caso del mercurio resultaría indispensable ampliar la escala espacial de muestreo para detectar las otras fuentes de contaminación cuya presencia indican estos resultados.

Por otro lado, los sitios de disposición final de residuos sólidos ofrecen grandes dificultades para las evaluaciones de riesgo debido a la enorme variedad de compuestos químicos presentes y la dificultad de predecir el comportamiento de los distintos compuestos tóxicos cuando forman parte de mezclas complejas por las múltiples interacciones y reacciones posibles, de tal manera que la complejidad del sistema incrementa la incertidumbre acerca de su evolución (citado en Förstner & Carstens, 1989; Warren & Zimmerman, 1994; Bach y González Videla, 1996). Estas características se hacen más evidentes aún en sistemas sin ningún control operacional como el de la cava estudiada, agregándose además la dificultad propia de las predicciones sobre el comportamiento de los acuíferos involucrados.

Por otro lado, en este estudio se ha intentado **integrar distintos aspectos del impacto** de este tipo de sistemas: el punto de vista de la posible exposición de tóxicos a través del agua de bebida y el punto de vista de la transmisión amplificada de una enfermedad transmisible como la leptospirosis, que es endémica para el Gran Buenos Aires. En este último caso cabe señalar que el haber estudiado un único reservorio (el perro) plantea limitaciones para inferir con

más precisión el rol epidemiológico de este sistema, aunque los resultados ofrecen elementos útiles para el control de la transmisión.

El número de estudios cuantitativos en el sentido de la contribución de los basurales a la transmisión de las múltiples enfermedades infecciosas con las que se los asocia intuitiva o hipotéticamente es muy escaso. Esto llama la atención, ya que sería una temática de importancia desde el punto de vista de la salud pública, dada la gran cantidad de población expuesta en regiones como el Gran Buenos Aires.

Quizás el escaso número de estudios sobre el impacto sanitario de los basurales se deba a que el contacto con residuos sólidos es una variable que se ha estudiado incorporándose en los estudios de formas muy diversas, por ejemplo: si la familia quema la basura, la entierra en la vivienda o la usa de abono; o si existe en el área servicio de recolección y con qué frecuencia, etc. Por otro lado, habría que tomar en cuenta tanto la exposición indirecta (como la que se consideró en este caso), como la exposición por contacto directo con los residuos.

En el caso de esta investigación en particular, se planeó en un momento dado trabajar con seroprevalencias en la población humana local, investigando la leptospirosis como patología laboral en los "cirujas", lo que hubiera aportado pruebas cuantitativas precisas acerca del rol del contacto directo con los residuos en la transmisión de esta enfermedad. Esto no fue posible porque la mayor parte de las personas que trabajaban en la cava negaban la posibilidad de que su trabajo fuera origen de enfermedades, por lo que se mostraban reticentes a la realización de cualquier tipo de análisis. Afirmaban que el trabajo no producía daño, que estaban sanos gracias a que el basural les permitía alimentarse bien (Allasia y col., 1991). El único integrante de este grupo que refirió una enfermedad que atribuía al basural, mencionó una internación hospitalaria de más de un mes. Varios de ellos sí refirieron accidentes (cortes, pinchaduras, lastimaduras) por lo que particularmente las mujeres, utilizaban para protegerse una vestimenta especializada (guantes, gorro, medias, botas y guardapolvo) (Allasia y col., 1991).

Esta situación planteada se relaciona con otro aspecto ligado a la evaluación de riesgos, que es el de la **percepción del riesgo** por parte de **distintos segmentos poblacionales**. Obviamente, la percepción de la población expuesta puede diferir en grados variables de la **evaluación técnica** del riesgo ambiental. Las poblaciones pueden sobreestimar o subestimar el riesgo de ciertas problemáticas ambientales, y aún no percibir otras (Galvão, 1993).

Además de las diferencias en cuanto a la percepción del riesgo, las evaluaciones técnicas de toxicidad se traducen en **diferentes niveles máximos permitidos** en el agua de bebida por ejemplo, según los estados o instituciones. Los criterios de los organismos internacionales (O.M.S./O.P.S.) que se tomaron como referencia para este estudio figuran entre los más conservadores, pero existen legislaciones más permisivas aún en el caso de países desarrollados (Galvão, 1993).

Otro factor involucrado en la posibilidad de interpretaciones disímiles en el campo particular de la **determinación de la calidad de aguas**, son las numerosas comparaciones analíticas necesarias para llegar a un resultado relativamente confiable. En consecuencia, la cantidad de datos implicados "hace difícil asesorar sobre las variaciones de dicha calidad" debido a la cantidad de parámetros involucrados, y también "comunicar los resultados de una manera comprensible" (Lacoste y Collasius, 1996). En general, los resultados finales no son concluyentes en la mayor parte de los casos, por lo que algunos autores proponen "la **utilización de índices con escalas simples**, directa o inversamente relacionadas con el grado de contaminación" (Lacoste y Collasius, 1996).

Estos índices presentan como ventajas por un lado, permitir descripciones del grado de contaminación en términos sencillos (un número en una escala) y por otro pueden trabajarse diferenciando la contaminación cloacal de la industrial, que muchas veces coexisten y que implicarán distintas posibilidades de depuración para el sistema (Lacoste y Collasius, 1996).

Sin embargo, estos índices presentan la desventaja de que su misma definición se basa en una serie de criterios "subjetivos", que dificultarán las comparaciones con otros estudios. Entre estos criterios podrían enumerarse centralmente dos:

- la selección de ciertos parámetros para el cálculo del índice,
- la asignación de importancias o pesos relativos distintos para los distintos parámetros en cuanto a la relación entre su concentración y el valor final del índice.

Según el enfoque de Castellanos (1990), podríamos afirmar que cualquier **diagnóstico de una situación ambiental-sanitaria** en una población específica es un conjunto de problemas descritos desde la perspectiva de un **actor social**, "alguien" que define a partir de dicha descripción un comportamiento en relación a dicha situación.

Según el mismo autor, las descripciones y explicaciones acerca de los fenómenos pueden tener el "poder de movilizar fuerzas sociales", y son éstas, es decir "los actores, los que las desarrollan y promueven de acuerdo a su efectividad social respecto de sus propósitos, ya sean proyectos científicos y técnicos o sociales" (Castellanos, 1990).

En cuanto a la temática de la **importancia del perro en relación a la salud pública**, puede apuntarse que los procesos de urbanización han traído como consecuencia, desde el punto de vista histórico, una asociación cada vez más íntima entre el hombre y el perro.

Se estima que el perro y el hombre comparten su hábitat desde hace unos 10.000 o 12.000 años, y que el perro fue la primer especie domesticada por el hombre (Beck, 1973; Friedmann, 1988). El hombre ha tenido una influencia decisiva en la aparición de la especie *Canis familiaris*, su radiación evolutiva a través de la selección artificial (que incrementó enormemente la variabilidad morfológica y comportamental intraespecífica) y la conquista de nuevos hábitats. También el perro ha tenido influencia en el desarrollo del hombre, confiriéndole numerosas ventajas, especialmente en cuanto a la caza. En este sentido, puede apuntarse que el perro aparece formando parte de los relatos mitológicos de numerosos pueblos indígenas (Scott, 1954; Beck, 1973).

En los ambientes urbanos de la actualidad, el estudio de las poblaciones caninas se inició en relación al control de la rabia. Sin embargo, actualmente la problemática de la relación entre las poblaciones humana y canina incluye otros aspectos que tienen importancia desde el punto de vista de la salud pública, como por ejemplo la contaminación por los desechos de los animales, la transmisión de otras zoonosis, y la aparición de zoonosis *emergentes*^{*}.

Las poblaciones caninas también han sido mencionadas como modelos para el estudio de las adaptaciones comportamentales de las poblaciones animales al hábitat urbano, indicadores de deterioro ambiental e indicadores epidemiológicos, en el sentido de centinelas para varias enfermedades infecciosas (Beck, 1973, Gürtler, 1989).

Hull (1963, citado en Beck, 1973) menciona **65 infecciones transmitidas por perros**. Para muchas de ellas, las poblaciones caninas presentan elevadas prevalencias en diversos ambientes (Cacchione y col., 1962;

^{*} Para una definición: ver Glosario.

Beck, 1975; Ng & Kelly, 1975; Caminoa y col., 1988; Conde García et al., 1989; Labeé, 1995). Además, dada la historia interespecífica en común muchos parásitos humanos tienen su especie equivalente en el perro, tal como sucede en el caso de *Toxocara canis*/*Ascaris lumbricoides* o las respectivas especies de los géneros *Ancylostoma* y *Trichuris* entre los helmintos, y el sarampión y el moquillo entre los virus, que presentan semejanzas inmunológicas (Beck, 1973; Beck, 1975).

La **incidencia de las zoonosis** transmitidas por estos animales dependerá de varios factores: el número de animales infectados en el ambiente doméstico, la ruta y la eficiencia de la transmisión de la infección, el tipo de interacciones entre humanos y mascotas, y las medidas de prevención implementadas (Stehr-Green & Schantz, 1987).

El hecho de que los perros estén ligados a la transmisión de un número tan alto de infecciones y que gran parte de ellas actualmente se encuentren bien caracterizadas, invita a replantear el **tipo de aproximación** más adecuada para su estudio en función de la planificación de estrategias de control.

En otro contexto se ha propuesto un enfoque integral, una aproximación **transpatológica holística**, particularmente en el caso de las áreas en las cuales la regla más general es el parasitismo múltiple (Buck, 1976, citado en Dunn, 1979). También Goldberg (1990) propone que se ganaría en eficacia si la implementación de programas de control o prevención sanitarios se diseñara teniendo en cuenta las múltiples patologías prevalentes en una población humana o de reservorios animales. Este esquema de abordaje multipatológico podría aportar elementos novedosos en el caso particular del control de las enfermedades transmitidas por perros.

Finalmente, para la planificación de programas de control de este tipo de zoonosis también deberían incluirse aspectos de otra naturaleza.

En las ciudades de los países desarrollados, suele existir algún tipo de **restricción legal para la cría de mascotas caninas**, que a menudo está sujeta a considerable debate (Beck, 1973). Según menciona el mismo autor, esto se debe a que el vínculo emocional entre perros y personas suele ser muy intenso, por lo que la legislación es interpretada en muchos casos contra los mismos perros.

Además del fuerte vínculo emocional, se ha demostrado que en las ciudades modernas el hecho de criar un perro produce efectos beneficiosos para la salud, como por ejemplo el aumento en la supervivencia de pacientes coronarios, o

la reducción del grado de ansiedad, tensión, soledad y abatimiento. Estos últimos aspectos pueden a su vez jugar un rol indirecto pero importante respecto del desarrollo de muchas patologías (Friedmann, 1988).

En muchos casos, los programas de control de las zoonosis transmitidas por perros implican la propuesta de algún tipo de cambio en cuanto a los hábitos de una población dada. Para asegurar la implementación y la efectividad de estos programas, sería de gran utilidad incluir el estudio tanto de los **patrones de comportamiento** hacia los perros como de los **aspectos subjetivos** ligados a dicha relación, ya sean culturales, sociales o psicológicos (Dunn, 1979; W:H.O., 1988).

Como ya fue señalado por Dunn (1979), "los trabajos de investigación sobre las enfermedades parasitarias se centran en los aspectos biológicos y biomédicos del problema", mientras que el estudio del comportamiento humano "ha sido sumamente descuidado" (Dunn, 1979). Gillet (1985) plantea para las zoonosis que "resulta incomprensible que hayamos empleado tanto más tiempo, dinero y esfuerzo estudiando el comportamiento del parásito y el hospedador invertebrado y hayamos descuidado casi completamente el tercer componente que tan a menudo vuelve importantes estos muchos y variados ciclos de transmisión, es decir el comportamiento del hombre".

Briceño-León (1990) plantea también que entre los múltiples elementos o procesos que definen y/o desencadenan la enfermedad "apenas entendemos, o solo tenemos hipótesis generales, sobre el comportamiento del individuo que la padece".

Esta escasez de las investigaciones sobre las relaciones entre el comportamiento humano y la transmisión de enfermedades parasitarias, refleja "la disociación que existe desde hace mucho tiempo entre las ciencias del comportamiento y las ciencias biomédicas", que podría denominarse una "discontinuidad intelectual" (Dunn, 1979). Esta dificultad también se ha expresado en términos de la complejidad del problema de la salud pública, que "comparte elementos del dominio social, biológico y físico", y por lo tanto la incorporación de ciencias aplicadas "trae consigo la dificultad de comprender la unidad en medio de la diversidad de los procesos involucrados. Así se explica porque hasta ahora y después de tantos años aún predominan enfoques fragmentarios" (Breilh, 1997)

Sin embargo en las últimas décadas, sobre todo a partir del campo de la salud mental, la medicina preventiva y la educación sanitaria, se han generado iniciativas tendientes a superar dicha discontinuidad o fragmentación.

Un ejemplo de este proceso es la cantidad creciente de **estudios acerca de los saberes y prácticas de las comunidades** sobre distintas enfermedades infecciosas, publicados en las revistas más tradicionales sobre el tema, que históricamente solo incluían artículos sobre los aspectos biomédicos de estas enfermedades (Carne et al., 1979; Mello y col., 1988; Ruebush et al., 1992; Klein et al., 1995; Eberhard et al., 1996). Entre los numerosos estudios de caso, pueden mencionarse los relacionados con la transmisión y el control de la malaria en Guatemala (Ruebush et al., 1992; Klein et al., 1995). Estos autores mostraron por ejemplo, que un alto porcentaje de la población estudiada sabía que los mosquitos eran transmisores de la malaria, pero no conocían el mecanismo por el cual los mosquitos se infectaban, por lo que la detección rápida y el tratamiento de los enfermos no eran visualizadas como acciones de control y prevención. También concluyeron que estaba muy difundida la creencia de que todos los tipos de mosquitos transmitían malaria, y que se criaban en agua sucia, basura o barro.

Distintas ciencias sociales, como la antropología por ejemplo, han jugado un rol importante en el conocimiento de las formas en que distintas comunidades clasifican las enfermedades, teorizan sobre ellas y las curan. Estos conocimientos y prácticas sociales sanitarios existen en cualquier comunidad que haya permanecido por lapsos históricos en un ambiente dado (Katz & Wallace, 1974).

También es objeto de estudio el impacto de las prácticas de la salud pública actual sobre estas comunidades con sus conocimientos y prácticas propios, ya que si éstos no son tenidos en cuenta en la planificación pueden hacer fracasar programas de vacunación, educación sanitaria, etc. Usualmente, las prácticas locales siguen siendo más efectivas para algunos problemas de salud desde el punto de vista de muchas comunidades, (Katz & Wallace, 1974; Audibert et al., 1993). En otros casos, las comunidades pueden seguir los tratamientos recomendados por ambos tipos de medicina simultáneamente y en otros, experimentar una franca desconfianza hacia algunas prácticas de la medicina oficial (Fonaroff, 1976; Di Liscia y Novacovsky, 1988).

Un concepto clave ligado a una visión integral de la salud es el de **calidad de vida**. Aunque esta es una expresión muy utilizada en diversos

contextos, no ha logrado aceptación universal. El concepto representado por esta expresión posee un carácter polimórfico, ya que abarca el estado de satisfacción de numerosas necesidades humanas de distintos tipos (Forattini, 1992). Dentro de estas necesidades se incluyen las de naturaleza biológica (alimentación), ambiental (vivienda, infraestructura) y psicosocial (trabajo, autoestima). Además, el concepto de calidad de vida se ha aplicado tanto a nivel individual desde un enfoque clínico, como a nivel poblacional, niveles que tendrían cierto grado de superposición y cierto grado de independencia (Forattini, 1992). De hecho, la calidad de vida tiene un componente subjetivo, en el sentido de que distintos individuos pueden considerar satisfechas sus necesidades o no bajo las mismas condiciones "objetivas" de vida.

También son diversos los métodos de cuantificación. En general, algunos investigadores utilizan en las determinaciones sólo las medidas que se consideran "objetivas" como los ingresos, las características de la vivienda y sus alrededores, etc.; mientras otros intentan agregar variables de tipo subjetivo, tales como identidad, autoestima, grado de control sobre el ambiente, creencias, hábitos cotidianos, creatividad, etc. (Briceño-León, 1990; Forattini, 1992).

Como ya fue mencionado, algunos autores consideran el estado de salud de un grupo poblacional como un parámetro síntesis de la calidad de vida (di Pace y col., 1992), aunque otros lo consideran como un determinante del mismo (Forattini, 1992).

El concepto de calidad de vida aplicado a las poblaciones resulta de las condiciones ambientales y estructurales en las cuales dichas poblaciones se desenvuelven (Forattini, 1992). En los estudios se incluyen variables *ambientales* como la calidad del agua, el aire y el suelo o la domesticación o domiciliación de animales; *habitacionales* como la densidad y disponibilidad espacial; *demográficas* como la concentración poblacional; *urbanas* como el transporte; *sanitarias* como el estado nutricional, el acceso a los sistemas de salud o la morbilidad y mortalidad; y *sociales* como las condiciones socioeconómicas, condiciones de trabajo, educación, recreación o patrones de consumo (Forattini, 1992).

Así, en los últimos tiempos se ha avanzado desde distintos ámbitos disciplinarios en la construcción de un **concepto de salud integral**, que tiene relación con el ambiente natural (ecología, geografía), el ambiente macrosocial (condiciones concretas de existencia, sector social) y el microsociales (familia, grupos de pertenencia), incluyendo el plano sociocultural (normas, valores, religión, creencias, conocimientos, representaciones) y la historia personal (Follér, 1992;

Videla, 1993). Desde este concepto de salud, toda acción enfocada al tema de la salud se volverá más eficaz y operativa si es capaz de incluir todos los aspectos subjetivos, simbólicos y sociales a los cuales está ligada (Follér, 1992; Videla, 1993; Rozemberg, 1994).

El abordaje de las investigaciones y acciones sanitarias desde esta óptica integral implica la superación de distinto tipo de **obstáculos**.

Por un lado, están presentes los **obstáculos metodológicos**. Como ya se esbozó en la introducción, las distintas vertientes metodológicas no son fáciles de integrar. Almeida Filho (1992) se pregunta cómo podría integrarse información cualitativa no cuantificada a las investigaciones epidemiológicas, esencialmente cuantitativas.

El mismo autor sostiene que habría "varias y creativas formas de integración de las técnicas cualitativas a la investigación epidemiológica". Por ejemplo: utilizar abordajes cualitativos como fuente de elementos para la validación de instrumentos cuantitativos, o como fuentes de hipótesis y modelos teóricos (Almeida Filho, 1992).

La integración de técnicas sería más valiosa que el intento de cuantificar toda la información cualitativa, ya que ésta puede perder su fuerza explicativa original y no aumentar el rigor y la precisión (Almeida Filho, 1992). El autor concluye que "se trata de un desafío fascinante" que vale la pena enfrentar.

También Breilh (1996, 1997) propone la complementación de técnicas cuali y cuantitativas, intentando una "convergencia de tres cauces de innovación y profundización metodológicas": el modelaje matemático de sistemas lineales, no lineales o caóticos; el conocimiento de procesos microsociales a través de métodos provenientes de la antropología y las técnicas cualitativas de análisis del discurso; y el conocimiento de procesos macrosociales (economía política y sociología).

Estos obstáculos metodológicos podrían salvarse a partir de la **conjunción de diferentes disciplinas científicas** sobre un mismo objeto en sus distintos niveles, volviendo más flexibles los límites impuestos por la sistematización rígida de las disciplinas.

En este sentido, viene planteándose cada vez con mayor frecuencia el trabajo interdisciplinario, que se realiza "entre o sobre las fronteras que separan distintas disciplinas". Este tipo de trabajo exige respetar el área de competencia de cada disciplina, pero a la vez superar las "disputas explicativas" entre las distintas

disciplinas, replantear los problemas a partir de la definición del mismo visto desde cada disciplina, integrar al análisis conjuntos de datos distintos, a veces incompatibles entre sí (Goldvarg, 1993).

En los últimos años también se ha planteado la categoría de abordaje **transdisciplinario**, entendido como la "integración en un mismo espacio teórico de los conocimientos de varias disciplinas científicas" para el estudio de objetos de naturaleza compleja (Suárez, 1994). Según el mismo autor, se observa la "tendencia a que un mismo especialista adquiera conocimientos de varias disciplinas y se convierta en sí mismo en un especialista transdisciplinario". La transdisciplinariedad se concibe como "un estadio superior en el camino hacia la integración teórica y metodológica" en la investigación sanitaria y "la posibilidad de que un mismo especialista sea capaz de abarcar conocimientos de varias disciplinas debe también contribuir a lograr abordajes más integrales y potentes" (Suárez, 1994). Según el mismo autor, el trabajo en equipo incorpora la riqueza que aportan las distintas aproximaciones humanas al fenómeno y la vitalidad que aportan las historias personales y las experiencias de los diferentes especialistas.

Vasconcellos & Ribeiro (1994) agregan que la transdisciplina "rompe con el carácter de acción conjugada, donde cada miembro del equipo "hace su parte" aisladamente, superando la simple sumatoria de conocimientos (...) y facultando a todos los miembros del equipo a la apropiación de los diversos conocimientos en juego".

Un planteo semejante al de la transdisciplina es el de **análisis multirreferencial**, definido como una "lectura plural, bajo diferentes ángulos, en función de sistemas de referencia distintos (...) irreductibles unos a otros de los objetos que se quiere aprehender". Estas lecturas se hacen necesarias para aquellos objetos de conocimiento que "desde el punto de vista del saber" incluyen los campos de varias disciplinas científicas, y "desde el plano de la acción" revelan la necesidad de "múltiples competencias (...) tanto para la inteligencia práctica como para la gestión de situaciones concretas" (Ardoino, 1994).

La **construcción de equipos** que trabajen con este tipo de enfoque es un proceso complejo y que requiere un cierto tiempo, en el que se ponen en juego ciertas capacidades cognitivas y afectivas para poder sostener actitudes y miradas descentradas de la propia disciplina, que toleren la diversidad, que puedan repensar la territorialidad disciplinaria, y aprehender discursos ajenos a la propia formación (Goldvarg, 1993).

Sin embargo, Suárez (1994) plantea que "el precio en tiempo empleado que parece necesario pagar en el trabajo en equipo, se resarce con la mayor profundidad de análisis y riqueza de opiniones en las soluciones científicas de los problemas que éste aporta, consiguiendo resultados más sólidos" (Suárez, 1994)

Además de los obstáculos metodológicos, también se presentan **obstáculos institucionales** para este tipo de abordaje, ya que el contexto institucional en el que se desarrolla la investigación generalmente obstaculiza la integración disciplinaria. Estos obstáculos tenderán a ser superados a medida que la presión social demande respuestas o soluciones a problemáticas que solo puedan resolverse desde este tipo de abordajes, lo que puede resultar en la apertura de los cauces institucionales necesarios. De hecho, cada vez es más frecuente que equipos interdisciplinarios intervengan en ciertas situaciones aunque más no sea como comisiones temporarias formadas *ad hoc*.

En síntesis, la investigación que se presenta aquí intentó una mirada que no se agote en un único enfoque disciplinar, para dar cuenta de las múltiples facetas del problema ambiental-sanitario de los basurales extensos en las áreas urbanas.

Por un lado, se aportaron evidencias acerca del impacto del basural estudiado sobre la calidad del agua subterránea en las inmediaciones. Este impacto incluye:

- el aumento en los niveles medios de ciertos parámetros tales como alcalinidad, dureza, cloruro, hierro y manganeso entre otros, en los sitios de muestreo cercanos; y
- la detección de contaminantes de alta toxicidad como el cianuro y el mercurio, aunque existen en el área otras fuentes de contaminación además de la cava. Este último resultado es importante en el sentido de que no había sospecha alguna de que pudiera presentarse este tipo de contaminación en el área de estudio, y permitirá implementar las medidas de control y protección que se consideren necesarias.

Por otro lado, los resultados indican que para la población canina del área el contacto con el basural aportaría un riesgo adicional a la transmisión de leptospirosis, aunque en el área existen otros factores de riesgo lo suficientemente intensos como para mantener seroprevalencias relativamente elevadas en la población. Esto representa un riesgo para la población humana residente, ya que la

población canina es un reservorio de la infección y puede contaminar el ambiente doméstico, peridoméstico (lote o jardín) o las mismas calles, que son un lugar de juego para la población infantil.

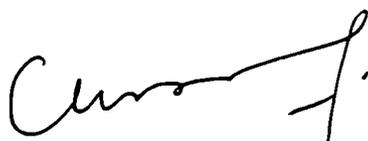
Por último, la investigación tuvo en cuenta algunos aspectos sociales ligados a la presencia del basural: las percepciones de la población, las acciones de las distintas instituciones ligadas a la temática, los vecinos que trabajaban en el basural. Particularmente, se apuntó a desarrollar mecanismos de intercambio de información con los actores sociales involucrados, de manera que pudieran apropiarse de la información que les fuera necesaria.

La investigación se consideró una intervención epidemiológica en el sentido de que los resultados de la investigación se combinaron con el accionar de distintas instituciones locales en favor del saneamiento del área, fortaleciendo dichas acciones al dotarlas de una base cognitiva más sólida.

Finalmente, una visión integral de este tipo requiere también de una mirada crítica permanente sobre el **contexto de la producción científica** de nuestro tiempo. La visión del mundo predominante en una sociedad y la posición de los científicos en dicha sociedad influenciarán las teorías que ellos desarrollan, las preguntas que se formulan, los datos que colectan, los métodos analíticos que emplean, y las formas en que interpretan y comunican sus resultados (Susser, 1989; Krieger, 1994). Según esta postura la ciencia es a la vez indivisiblemente, inherentemente objetiva y parcial, juez y parte.

Sus **aspectos objetivos** surgen de las metodologías comunes aplicadas por distintos investigadores en situaciones comparables, en tanto que sus **aspectos parciales** surgen de los valores y las visiones del mundo que promueven algunas preguntas y silencian otras. Esta posición implica el intento de evitar caer en la trampa de confundir los supuestos científicos con verdades absolutas y mantener la humildad frente a la complejidad de lo que se pretende conocer (Krieger, 1994).

Finalmente, podríamos pensar que aunque aún se carezca de un **esquema teórico completamente satisfactorio que enlace verdaderamente "los conocimientos biológicos y sociales acerca de la salud, la enfermedad y el bienestar"** (Krieger, 1994), la búsqueda de la salud tiende a ser reconocida como una **empresa social** antes que meramente técnica, y como un **derecho humano esencial** (W.H.O., 1978; Black & Smith, 1992).



Bibliografía

- Abdussalam M: 1976, Situación mundial del problema de la leptospirosis. En: VIII Reunión Interamericana sobre el control de la fiebre aftosa y otras zoonosis. *Publicación Científica Nro. 316*, O.P.S, Washington D.C.: 142-150.
- Acha P y Szyfres B: 1989, Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales, 2da. Edición, Organización Panamericana de la Salud. *Publicación Científica Nro. 503*. Washington D.C.
- Ackerman M, Campanario P y Maia P: 1996, Saúde e meio ambiente: análise de diferenciais intra-urbanos, Município de São Paulo, Brasil. *Rev. Saúde Pública* **30**(4): 372-82.
- Agostini A, Franco A, Sommerfelt I, Arando de Lema J y Kistermann J: 1986, Aspectos de la demografía canina y felina en el Partido de Gral. San Martín, Provincia de Buenos Aires. 1980. *Rev.Med.Vet.* **67**(1): 32-37.
- Aguirre W, Botargues A, Dorta G y Tunes J: 1967, Relación entre la infección leptospírica suina y la presencia de anticuerpos en los obreros de la carne. *Rev.Fac.Cs. Vet. La Plata* **9**(21): 141-143.
- Aguirre W, Dorta G y De Grieco L: 1968, Leptospirosis canina. *Rev.Fac.Cs. Vet. La Plata* **10**(22): 57-65.
- Alexander A, Gleiser C, Malnati P & Yoder H: 1957, Observations on the prevalence of leptospirosis in canine populations of the United States. *Am.J. Hyg.* **65**: 43-56.
- Allassia M, Lichtenstein O y Cambiaso M: 1991, Experiencia de intervención en una comunidad marginal. Monografía presentada durante 5to. año de la carrera de Psicología Social, Primera Escuela Privada de Psicología Social Enrique Pichon Rivière.
- Allen T & Hoekstra T: 1992, *Toward a unified ecology. Complexity in Ecological Systems*. Columbia University Press. New York.
- Almeida Filho N: 1992, *A Clínica e a Epidemiologia*. APCE-ABRASCO.
- Almeida Filho N: 1996, Antinomias e "suturas" epistemológicas entre biológico-social e individual-colectivo no ambito da epidemiologia social. *Rev.Saúde Pública* **30**(4): 383-391.
- American Public Health Association: 1991, *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. 17th Ed. New York, American Public Health Association.
- Ananyin V: 1965, Spatial structure of leptospiral foci in the USSR. En: Symposia Csav, Theoretical Questions of Natural Foci of Diseases, Proceedings of a Symposium

- held in Prague, Nov. 1963. Publishing House. Czechoslovak Academy of Sciences, Czechoslovakia: 63-67.
- Anderson B & Minette H: 1986, Leptospirosis in Hawaii: shifting trends in exposure, 1907-1984. *Int.J.Zoon.* 13(2): 89-92.
 - Anderson R: 1964, The Public Health Aspects of Solid Wastes Disposal. *Publ.Hlth.Rep.* 79(2): 93-96.
 - Arango de Lema J, Mazzonelli G y Agostini A: 1992, Propuesta de un modelo de encuesta epidemiológica para la detección de casos humanos de leptospirosis. Buenos Aires, 1990. Presentado al Primer Encuentro sobre Epidemiología organizado por el Club de Epidemiólogos, 12 al 13 de noviembre, Buenos Aires. Manuscrito inédito.
 - Ardoino J, Guattari F, Lapassade G y otros: 1979, *La intervención institucional*. Edit. Plaza y Janes.
 - Ardoino J: 1994, Hacia la Multirreferencialidad. Trad.: Carrillo M, C.O.P., UIA.
 - Arredondo A: 1992, Análisis y reflexión sobre Modelos Teóricos del Proceso Salud-Enfermedad. *Cad.Saúde Publ., R de Janeiro*, 8(3): 254-261.
 - Arvin E & Flyvbjerg J: 1992, Groundwater pollution arising from the disposal of creosote waste. *JIWEM* 6: 646-652.
 - Audibert M, Coulibaly D, Doumbo O, Kodio B, Soula G & Traore S: 1993, Social and Epidemiological aspects of Guinea Worm Control. *Soc.Sci.Med.* 36(4): 463-474.
 - Avila-Pires F: 1983, *Princípios de ecologia humana*. Editora da Universidade, CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), Porto Alegre.
 - Babudieri B: 1952, Studio di due ceppi di Leptospire acquisite isolate in Argentina ed in Brasile. *Rev.Inst.Ad.Lutz* 12: 93-96.
 - Babudieri B: 1958, Animal reservoirs of leptospires. *Ann.N.Y.Acad.Sci.* 70: 393-413.
 - Bach R y González Videla L: 1996, Monitoreo de la calidad hídrica en el entorno de rellenos sanitarios. Algunos comentarios sobre la experiencia en nuestro país. Presentado en: Curso Regional de Especialización en residuos Sólidos Peligrosos, Buenos Aires:333-349. Fuente AIDIS.
 - Baedecker M & Apgar M: 1984, Hydrogeochemical Studies at a Landfill in Delaware. Id 01144-3601/B15/001591, Biblioteca CEAMSE. Fuente: *Nat.Acad.Press*, Washington DC: 127-138.
 - Beck A: 1973, *The Ecology of Stray Dogs*. York Press, Baltimore.
 - Beck A: 1975, The Public Health Implications of Urban Dogs. *Am.J.Publ. Hlth.* 65 (12): 1315-1318.
 - Bennett S & Everard C: 1991, Absence of epidemicity of severe leptospirosis in Barbados. *Epidemiol.Infect.* 106: 151-156.

- Bey R & Johnson R: 1982, Leptospiral vaccines in dogs: Immunogenicity of whole cell and outer envelope vaccines prepared in protein-free medium. *Am. J.Vet.Res.* **43**(5): 831-834.
- Bey R & Johnson R: 1982, Immunogenicity and humoral and cell-mediated immune responses to leptospiral whole cell, outer envelope, and protoplasmatic cylinder vaccines in hamsters and dogs. *Am. J.Vet.Res.* **43**(5): 835-840.
- Bey R & Johnson R: 1986, Current Status of Leptospiral Vaccines. *Prog.Vet. Microbiol.Immun.* **2**: 175-197.
- Bielsa L, Abramovich B y Vigil R: 1978, Influencia de los rellenos sanitarios en la calidad del agua subterránea. En: 5to. Congreso Argentino de Saneamiento, 14 al 20 de mayo, Santa Fe: 599-624
- Black D & Smith C: 1992, The Black Report. En: *Inequalities in Health*, Edited by P. Townsend & N. Davidson, Penguin Books, London (Revised and updated).
- Blenden D: 1976, Aspectos epidemiológicos de la leptospirosis. En: VIII Reunión Interamericana sobre el control de la fiebre aftosa y otras zoonosis. *Publicación Científica Nro. 316*, O.P.S, Washington D.C.: 160-168.
- *Boletín Climatológico*, Fuerza Aérea Argentina, Servicio Meteorológico Nacional: 1990 a 1997, Vol. II-VIII, Datos para la Estación Aero Ezeiza.
- Brandling-Bennett A & Pinheiro F: 1996, Infectious Diseases in Latin America and the Caribbean: are they really emerging and increasing? *Emerg.Infect.Dis.* **2**(1): 59-61.
- Breilh J: 1996, Hacia una transformación de la epidemiología: Avances conceptuales y metodológicos. Presentado en: 1er. Congreso Portugués de Epidemiología, octubre, Fac. Medicina de la Univ. de Oporto, Portugal.
- Breilh J: 1997, *Nuevos conceptos y técnicas de investigación. Guía pedagógica para un taller de metodología*. Ediciones CEAS, Ecuador, 3era. Ed. Pgs. 54-57, 103-106, 188.
- Briceño-León R: 1990, *La casa enferma*. Sociología de la Enfermedad de Chagas. Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, Consorcio de Ediciones Capriles C.A. Caracas: 11, 29-30.
- Bronfman M y Gleizer M: 1994, Participación Comunitaria: Necesidad, Excusa o Estrategia? O de qué hablamos cuando hablamos de Participación Comunitaria. *Cad. Saúde Públ.*, Río de Janeiro **10**(1): 111-122.
- Broughton E & Scarnell J: 1985, Prevention of renal carriage of leptospirosis in dogs by vaccination. *Vet.Rec.* **117**(12): 307-311.
- Brown J, LeFebvre R & Pan M: 1991, Protein and antigen profiles of prevalent serovars of *Leptospira interrogans*. *Infect.Immun.* **59**(5): 1771-1777.

- Brunner K & Meyer K: 1949, Streptomycin in the Treatment of *Leptospira* Carriers. Experiments in Hamsters and Dogs. *Proc.Soc.Exptl.Biol.Med.* 70: 450-452.
- Brunstein F: 1989, *Agua potable en el Gran Buenos Aires: un drama popular*. Colección Conflictos y Procesos de la Historia Argentina Contemporánea 36, Centro Editor de América Latina.
- Cacchione R, Cedro V, Bulgini M, Cascelli I y Martínez E: 1962, Leptospirosis canina en la República Argentina. Difusión. Morbilidad. *Rev.Inv.Gan.* 14: 125-132.
- Cacchione R, Cedro V, Bulgini M y Martínez E: 1962, Leptospiras de agua. Aislamiento de leptospiras saprófitas en la República Argentina. *Rev.Inv.Gan.* 14: 153-158.
- Cacchione R, Cascelli E, Bulgini M y Martínez E: 1964, Contribución al estudio de la leptospirosis humana en la Argentina. *Rev.Inv.Agrop.* Serie 4(4): 27-37.
- Cacchione R, Bulgini M, Cascelli E y Martínez E: 1967, Leptospirosis en animales silvestres. Estado actual de sus investigaciones, aislamiento y clasificación de cepas argentinas. *Rev.Fac.C.Vet. La Plata* III° Epoca IX(20): 37-55.
- Cacchione R: 1973, Enfoques de los estudios de leptospirosis humana y animal en América Latina. 1°) Introducción, Argentina, Bolivia y Brasil. *Rev. Asoc.Arg.Microbiol.* V(1): 36-53.
- Cacchione R, Cascelli E, Saraví M, Martínez E y Rosenberg F: 1975, Leptospirosis en perros de la ciudad de Buenos Aires y del Gran Buenos Aires. *Rev.Med.Vet.* 56(4-5-6): 295-308.
- Cacchione R, Cascelli E, Saraví M y Martínez E: 1977, Brote de leptospirosis en niños de Longchamps, Pcia. de Buenos Aires, Argentina: diagnóstico de laboratorio. *Rev.Asoc.Arg.Microbiol.* 9(3): 126-128.
- Calventus J: 1996, Etnografía y Psicología Social (Chile). Trabajo presentado en la Mesa Redonda sobre Investigación en Psicología Social en el marco de las 1as. Jornadas Latinoamericanas de Psicología Social y 3eras. Jornadas de Homenaje al Dr. E. Pichon Riviére, 24 al 27 de octubre, Buenos Aires.
- Caminoa R, Lapenta L y Gilardi R: 1990, Brote de leptospirosis humana en un matadero del Partido de Azul. *Acta Bioq.Clín.Latinoam.* XXIV(1): 61-66.
- Caminoa R, Bergagna H, Monteiro J y Gallicchio O: 1998, Leptospirosis canina en Neuquén. Estudio serológico durante 1996. En: 2° Congreso Argentino de Zoonosis y 1° Congreso Argentino y Latinoamericano de Enfermedades Emergentes, 13 al 17 de abril, Buenos Aires, B6: 78.
- Campbell J, Parker A, Rees J & Ross C: 1983, Attenuation of potential pollutants in landfill leachate by lower greensand. *Waste Management & Research* 1: 31-52.

- Canter L, Knox R & Fairchild D: 1987, *Ground Water Quality Protection*. 1st Printing, Lewis Publishers Inc., Michigan, 89-90.
- Carlos E, Kundin W, Watten R, Tsai C, Irving G, Carlos E & Directo A: 1971, Leptospirosis in the Philippines: canine studies. *Am.J.Vet.Res.* **32**: 1451-1454.
- Carme B, Utahia A, Tuira E & Teuru T: 1979, Filarial elephantiasis in French Polynesia: a study concerning the beliefs of 127 patients about the origin of their disease. *Trans.Roy.Soc.Trop.Med.Hyg.* **73**(4): 424-426.
- Castellanos P: 1990, On the Concept of Health and Disease. Description and Explanation of the Health Situation. Trabajo presentado en: IV Congreso Latinoamericano y V Congreso Mundial de Medicina Social, Medellín, Colombia, Julio 1987. Publicado en: *Epidemiological Bulletin*, Pan American Health Organization **10**(4): 1-8.
- CDC/OMS: 1990, *EpiInfo Versión 5: Manual para el usuario*.
- CDC: 1997, Outbreak of Leptospirosis among White-Water Rafters - Costa Rica, 1996 (Report). *MMWR* **46**(25): 577-579.
- C.F.I. (Consejo Federal de Inversiones): 1995, *El Conurbano Bonaerense. Relevamiento y Análisis*. Coord. Gral.: Arq. Magariños N y Arq. Garay A. Com. Nac. Área Metropolitana de Bs.As., Minist.del Interior.
- Childs J, Schwartz B, Ksiazek T, Graham R, LeDuc J & Glass G: 1992, Risk Factors Associated with Antibodies to Leptospire in Inner-City Residents of Baltimore: a Protective Role for Cats. *Am.J.Publ.Hlth.* **82**(4): 597-599.
- Coe J: 1970, Effect of solid waste disposal on ground Water Quality. *Jour. Amer.Water Works Assoc.* **62**(12): 776-783.
- Cole J, Sangster L, Sulzer C, Pursell A & Ellinghausen H: 1982, Infections with *Encephalitozoon cuniculi* and *Leptospira interrogans*, serovars *grippityphosa* and *ballum*, in a kennel of Foxhounds. *J.Am.Vet.Med.Assoc.* **180**(4): 435-437.
- Coleman W: 1983, *La Biología en el Siglo XIX. Problemas de forma, función y transformación*. Breviarios del Fondo de Cultura Económica, México.
- Conde García L, Alvarez A & Martin F: 1989, Epidemiological studies on toxocariasis and visceral larva migrans in a zone of western Spain. *Ann.Trop. Med.Parasitol.* **83**(6): 621.
- Correa M y Mearim A: 1971, Leptospirose no Brasil - Levantamento bibliográfico de 1917 a 1970. *Rev.Inst.Adolfo Lutz* **31**: 87-101.
- Costa D (Organizadora): 1990, *Epidemiologia Teoria e Objeto*. Autores: Costa D, Breilh J, Goldberg M, Barreto M, Almeida Filho N, Rosário Costa N y Mendes Gonçalves R. Editado por Hucitec-Abrasco, São Paulo.
- Cox D & Snell E: 1989, *The analysis of binary data*. 2nd Ed., Chapman and Hall, London.

- Custodio E y Llamas M: 1976, *Hidrología subterránea*, 1era. Ed., Edit. Omega, Barcelona: 1924-1926.
- da Silva A, Quadra A, Quadra J y Cordeiro H: 1974, Aspectos epidemiológicos das leptospiroses humanas no Grande Rio, Brasil. *Bol.Of. Sanit.Panam.* 77(2): 122-133.
- D.E.C.: 1984, El trabajo de los psicólogos sociales en la comunidad, Depto. de Extensión a la Comunidad de la 1era. Escuela Privada de Psicología Social E. Pichon Rivière. Ediciones Cinco. Apunte para los alumnos de la carrera.
- De Rosa E, Rubel D, Tudino M, Viale A & Lombardo R: 1996, The leachate composition of an old waste dump connected to groundwater: influence of the reclamation works. *Environm.Monit. and Assessm.* 40: 239-252.
- Di Liscia M y Novacovsky I: 1988, Participación comunitaria para la erradicación de la diarrea infantil. *Cuad.Méd.Soc.*, Rosario 43: 61-68.
- di Pace M, Federovisky S, Hardoy J y Mazzucchelli S: 1992, *Medio ambiente urbano en la Argentina*. Centro Editor de América Latina S.A.
- Dirección de Minería de la Provincia de Buenos Aires: 1996. Exposición de un representante de la institución En: 1º Simposio Regional sobre Recuperación de Ambientes Degradados: Cavas, Tosqueras, su problemática. 5 de junio, Universidad de Quilmes, Buenos Aires.
- Dunn F: 1979, Le rôle dud comportement humain dans la lutte contre les maladies parasitaires. *Bull.Org.Mond.Santé* 57(6): 887-902.
- Eberhard M, Walker E, Addiss D & Lammie P: 1996, A survey of Knowledge, Attitudes, and Perceptions (KAPs) of Lymphatic Filariasis, Elephantiasis, and Hydrocele among residents in an endemic area in Haiti. *Am.J.Trop.Med.Hyg.* 54(3): 299-303.
- Ehrig H: 1983, Quality and quantity of sanitary landfill leachate. *Waste Management & Research* 1: 53-68.
- EPA, Center for Environmental Research Information: 1985. Seminar Publication: *Protection of Public Water Supplies from Ground Water Contamination*, EPA/625/4-85/016, Cincinnati: 107-139.
- Espino R, Malajov Y, Cornide R y Suplico A: 1989, Posición taxonómica de cepas de *Leptospira* aisladas de bovinos, porcinos y roedores sinantrópicos de la república de Cuba. *Rvta.Cub.Cienc.Vet.* 20(1): 89-94.
- Essex Water Co.: 1974, *Enduring Pollution of Groundwater by Nitrophenols in Groundwater Pollution in Europe*. Water Information Center, Port Washington , New York: 308-309.
- Estévez L, González M, Naranjo M, Rodríguez Y, Batista N, Yi R, Oliva R, González I y Herrera B: 1995, Evaluación del crecimiento de *L.interrogans* en un medio libre de

- proteínas. Evaluación de la capacidad protectora de una preparación vacunal con antígenos desarrollados en este medio. En: 1er. Congreso Argentino y 1er. Congreso Latinoamericano de Zoonosis, 14 al 17 de agosto, Buenos Aires, G13: 75.
- Estudio Geotécnico Atterberg: 1993, Estudio de suelos y pozos de monitoreo, Cava San Nicolás, Florencio Varela.
 - Everard C, Green A & Glosser J: 1976, Leptospirosis in Trinidad and Grenada, with Special Reference to the Mongoose. *Trans.Roy.Soc.Trop. Med.Hyg.* 70: 57-61.
 - Everard C, Cazabon E, Dressen D & Sulzer C: 1979, Leptospirosis in dogs and cats on the island of Trinidad: West Indies. *Int.J.Zoon.* 6: 33-40.
 - Everard C, Jones C, Inniss V, Carrington D & Vaughan A: 1987, Leptospirosis in Dogs on Barbados. *Isr.J.of Vet.Med.* 43(4): 288-295.
 - Everard C, Cawich F, Gamble P & Everard J: 1988, Prevalence of leptospirosis in Belize. *Trans.Roy.Soc.Trop. Med.* 82: 495-499.
 - Everard C, Maude G & Hayes J: 1990, Leptospiral infection: a household serosurvey in urban and rural communities in Barbados and Trinidad. *Ann.Trop.Med.Paras.* 84(3): 255-266.
 - Exler H: 1974, *Defining the Spread of Groundwater Contamination Below a Waste Tip in Groundwater Pollution in Europe.* Water Information Center, Port Washington , New York: 215-241.
 - Faine S: 1982, *Guidelines for the Control of Leptospirosis*, W.H.O., Geneva.
 - Farrington N & Sulzer K: 1982, Canine leptospirosis in Puerto Rico. *Int.J.Zoon.* 9: 45-50.
 - Fasoli H: 1997, Contaminantes inorgánicos: para muestra, dos botones. *Ambiente y Sociedad*, Publicación de la Fundación CONAPAS 2(7): 46-48.
 - Feigin R, Lobes L, Anderson D & Pickering L: 1973, Human Leptospirosis from Immunized Dogs. *Ann.Int.Med.* 79(6): 777-785.
 - Ferraro S, Cascelli E, Cacchione A, Saravi M y Martínez E: 1980, Encuesta de leptospirosis en población humana de 1 a 19 años de edad, pertenecientes a la zona oeste del Gran Buenos Aires, Argentina. *Rev.Arg.Enf.Transm.* Nros. 3-4: 131-136.
 - Fleiss J: 1981, *Statistical methods for rates and proportions.* John Wiley & Sons, 2nd. ed., New York: 44-45.
 - Flintoff F: 1978, Consideraciones y criterios fundamentales para el establecimiento de una política nacional de gestión de desechos sólidos. En: Simposio Regional sobre Residuos Sólidos - O.P.S., 13 al 17 de febrero, Santo Domingo, Rep. Dominicana.
 - Follér M: 1992, Social Determinants of Health and Disease: the Role of small-scale Projects illustrated by the Koster Health Project in Sweden and Ametra in Peru. *Cad. Saúde Públ., Rio de Janeiro*, 8(3): 229-239.

- Fonaroff A: 1976, Percepciones culturales y trastornos nutricionales: estudio de casos de Jamaica. *Bol.Ofic.Sanit.Panam.* **80**(2): 135-149.
- Forattini, O: 1992, *Ecologia, Epidemiologia e Sociedade*. S. Paulo, Artes Medicas, Editora da Univ. de São Paulo: 353-362..
- Förstner U & Carstens A: 1989, In-Situ experiments on changes of solid heavy metal phases in aerobic and anaerobic groundwater aquifers. *Environm.Techn.Lett.* **10**: 823-832.
- Friedmann E: 1988, Esos seres que nos acompañan. *El Correo de la Unesco*, año **XLI**(2): 11-13.
- Fukuda Tsuneshige C, Heysen M y Liceras de Hidalgo J: 1973, Epidemiología de la leptospirosis canina en la Provincia del Callao-1971. *Inst.Zoon.e Invest.Pecuar.* **II** (1 y 2): 6-28.
- Fuller W: 1980, Influence of Leachate Quality on Soil Attenuation of Metals, Disposal of Hazardous Wastes. In: Proceedings of 6th Annual Symposium, EPA 600/9-80-010, U.S. E.P.A., Ohio: 108-117.
- Galvão L (ECO, OPS/OMS): 1993, Evaluación de la exposición. Conferencia en: Seminario sobre Evaluación de Riesgos Ambientales, 14 al 16 de abril, Buenos Aires.
- Gillet J: 1985, The behaviour of *Homo sapiens*, the forgotten factor in the transmission of tropical disease, Meeting of Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene. *Trans.Roy.Trop.Med.Hyg.* **79**: 12-20.
- Girardi C: 1992, Relevamiento Geohidrológico para la determinación del grado de contaminación en la zona denominada "Cava San Nicolás y alrededores". Dpto. Estudio del Recurso, Subdirección de Hidrogeología y Suelos, AGOSBA.
- Gitton X, André-Fontaine G, André F & Ganiere J: 1992, Immunoblotting study of antigenic relationships among eight serogroups of *Leptospira*. *Vet. Microbiol.* **32**: 293-303.
- Gitton X, Buggin Daubié M, André F, Ganiere J & André-Fontaine G: 1994, Recognition of *Leptospira interrogans* antigens by vaccinated or infected dogs. *Vet. Microbiol.* **41**(1/2): 87-97.
- Goldberg M: 1990, Este oscuro objeto da Epidemiologia. En: *Epidemiologia Teoria e Objeto*, Editado por Hucitec-Abrasco, São Paulo: 87-136.
- Goldvarg N: 1993, Dificultades y posibilidades de la interdisciplina. El análisis situacional: su aplicación interdisciplinaria. *Claves en Psicoanálisis y Medicina*, Año III, Nro. 5: 86-87.

- González Bonorino F: 1965, Mineralogía de las fracciones arcilla y limo del Pampeano en el área de la Ciudad de Buenos Aires. *Rev.Asoc.Geol.Arg.* **XX**: 67-148.
- González M, Sierra G, Hidalgo C, Estévez L, Naranjo M, Rodríguez Y, Yi R y González I: 1995, Vacuna humana trivalente de leptospiras inactivadas y adsorbidas en gel de hidróxido de aluminio. Controles de calidad. En: 1er. Congreso Argentino y 1er. Congreso Latinoamericano de Zoonosis, 14 al 17 de agosto, Buenos Aires, G12: 73.
- Gordon Smith C, Turner L, Harrison J & Broom J: 1961, Animal leptospirosis in Malaya 1. Methods, Zoogeographical Background and Broad Analysis of Results. *Bull.Wld.Hlth.Org.* **24**: 5-21.
- Gordon Smith C, Turner L, Harrison J & Broom J: 1961, Animal leptospirosis in Malaya 2. Localities sampled. *Bull.Wld.Hlth.Org.* **24**: 23-34.
- Gordon Smith C & Turner L: 1961, The Effect on the Survival of Leptospire in Water. *Bull.Wld.Hlth.Org.* **24**: 35-43.
- Gratzl E, Kölbl O & Hromatka L: 1962, The Change in the Epidemiology and Clinical Manifestations of Canine Leptospirosis in Vienna since 1956. *J.Small Anim.Pract.* **5**: 331-349.
- Gürtler R: 1988, Estudios sobre la transmisión del *Trypanosoma cruzi* a niños y perros en un área rural, con énfasis en el rol de los reservorios caninos: un seguimiento de dos años. Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires.
- Hagiwara M: 1993, Aspectos Clínicos e Epidemiológicos da Leptospirose Animal. En: Anais do 3º Encontro Nacional em Leptospirose, 19 al 22 de octubre, Rio de Janeiro, Brasil, P-06: 58.
- Hanks T: 1967, *Solid Wastes/Disease Relationships*. Dept. of Health and Welfare, Cincinnati, U.S.A.
- Hanson L: 1982, Leptospirosis in domestic animals: The public health perspective. *J.Am.Vet.Med.Ass.* **181**(12): 1505-1509.
- Hartman E, Van Houten M, Van Der Donk J & Frik J: 1984, Determination of specific anti leptospiral immunoglobulins M and G in sera of experimentally infected dogs by ELISA. *Vet.Immun.Immunopath.* **7**: 43-51.
- Hartman E, Van Den Ingh T & Rothuizen J: 1986, Clinical, pathological and serological features of spontaneous canine leptospirosis. An evaluation of the IgM and IgG specific ELISA. *Vet.Immun.Immunopath.*, **13**: 261-271.
- Hathaway S: 1981, Leptospirosis in New Zealand: an ecological view. *N.Z Vet.J.* **29**: 109-112.
- Heath S & Johnson R: 1994, Leptospirosis. *J.Am.Vet.Med.Ass.* **205**(11): 1518-1523.

- Hellstrom J & Marshall R: 1978, Survival of *Leptospira interrogans* serovar *pomona* in an acidic soil under simulated New Zealand conditions. *Res.Vet.Sci.* **25**(1): 29-33.
- Herrmann J, Bellenger E, Perolat P, Baranton G & Girons I: 1992, Pulsed-Field Gel Electrophoresis of NotI Digests of Leptospiral DNA: a New Rapid Method of Serovar Identification. *J.Clin.Microbiol.* **30**(7): 1696-1702.
- Henry R & Johnson R: 1978, Distribution of Genus *Leptospira* in soil and water. *Appl.Environm.Microbiol.* **35** (3): 492-499.
- Hernández M, González N, De Felippi R, Ruiz de Galarreta A: 1991, Investigación geohidrológica en el área Santa Catalina (Pdo. de Lomas de Zamora, Buenos Aires). Manuscrito inédito.
- Hirsch R: 1980, Leptospirosis. Consideraciones sobre su posible inclusión dentro del grupo de las enfermedades profesionales. *Rev.Arg.Enf.Transm.* Nro.2: 65-81.
- Hosmer D & Lemeshow S: 1989, *Applied Logistic Regression*. N.Y. Wiley and Sons INC.
- Huang W, Campredon R, Abrao J, Bernat M & Latouche C: 1994, Variations of heavy metals in recent sediments from Piratininga Lagoon (Brazil): Interpretation of geochemical data with the aid of Multivariate Analysis. *Environm.Geol.* **23**: 241-247.
- Hutter E: 1972, Leptospirosis canina. *Rev.Med.Vet.* **53**(4): 303-312.
- Huttly S, Blum D, Kirkwood B, Emeh R, Okeke N, Ajala M, Smith G, Carson D, Dosunmu-Ogunbi O & Feachem R: 1990, The Imo State (Nigeria) Drinking Water Supply and Sanitation Project, 2. Impact on dracunculiasis, diarrhoea and nutritional status. *Trans.Roy.Soc.Trop.Med.Hyg.* **84**: 316-321.
- Irala J, Navajas R y del Castillo A: 1997, Intervalos de confianza anormalmente amplios en regresión logística: interpretación de resultados de programas estadísticos. *Rev. Panam. Salud Pública* **1**(3): 230-234.
- Kargbo D: 1994, Chemical contaminant reactions and assessment of soil cleanup levels for protection of groundwater. *Environm.Geol.* **23**: 105-113.
- Katz S & Wallace A: 1974, An Anthropological Perspective on Behavior and Disease. *Am.J.Publ.Hlth.* **64**(11): 1050-1052.
- Keenan K, Alexander A & Montgomery Ch: 1978, Pathogenesis of Experimental *Leptospira interrogans* serovar *bataviae* Infection in Dogs: Microbiological, Clinical, Hematologic, and Biochemical Studies. *Am.J.Vet. Res.* **39**(3): 449-454.
- Kilbourne E: 1996, The emergence of "emerging diseases": a lesson in holistic epidemiology. *Mt.Sinai J.Med.* **63**(3-4): 159.
- Kjeldsen P: 1993, Groundwater Pollution Source Characterization of an Old Landfill. *J.of Hydrol.* **142**: 349-371.

- Klein R, Weller S, Zeissig R, Richards F & Ruebush T: 1995, Knowledge, beliefs, and practices in relation to malaria transmission and vector control in Guatemala. *Am.J.Trop.Med.Hyg.* 52(5): 383-388.
- Kleinbaum D, Kupper LL & Morgenstern H: 1982, *Epidemiologic Research. Principles and Quantitative Methods*:70-92. Lifetime Learning Publications, Wadsworth Inc., U.S.A.
- Knox K & Jones P: 1979, Complexation characteristics of sanitary landfill leachates. *Wat.Res.* 13: 839-846.
- Krabbenhoft D & Babiarz C: 1992, The role of groundwater transport in aquatic mercury cycling. *Wat.Resources Researche* 28: 3119-3128.
- Krieger N: 1994, Epidemiology and the web of causation: has anyone seen the spider? *Soc.Sci.Med.* 39(7): 887-903.
- Kuhn T: 1971, *La estructura de las revoluciones científicas*, 10a. Edición, 1993, Breviarios del Fondo de Cultura Económica, México.
- Kuller L: 1991, Epidemiology is the Study of "Epidemics" and their Prevention. *Am.J.Epidem.* 134(10): 1051-1056.
- Labeé J, Castronuovo A, Labeé C y Velásquez J: 1995, Morbilidad de *Dirofilaria immitis* en canes de los partidos de Lanús y Lomas de Zamora. En: 1er. Congreso Argentino y 1er. Congreso Latinoamericano de Zoonosis, 14 al 17 de agosto, Buenos Aires, W5: 187.
- Lacoste C y Collasius D: 1996, Instrumentos de diagnóstico ambiental: índice de calidad de agua. *Gerencia Ambiental* 3(24): 286-290.
- Liceras de Hidalgo J, Hidalgo R y Flores M: 1981, Leptospirosis en Tingo María, Depto. de Huanuco, Perú. I. Estudio en el hombre y animales domésticos. *Bol.Ofic.Sanit.Panam.* 90(5): 431-439.
- López C, Rubel D, De Rosa E y Lombardo R: 1994, Influencia de distintos métodos de disposición final de residuos sobre la contaminación de los acuíferos subyacentes. En: XVII Reunión Argentina de Ecología, organizado por la Asociación Argentina de Ecología, Abril, Mar del Plata, Resumen M5: 322.
- Lövgren L & Sjöberg S: 1989, Equilibrium approaches to natural water systems-7. Complexation reactions of copper(II), cadmium(II) and mercury(II) with dissolved organic matter in a concentrated bog-water. *Wat.Res.* 23(3): 327-332.
- Mackintosh C, Blackmore D & Marshall R: 1980, Isolation of *Leptospira interrogans* serovars *tarassovi* and *pomona* from dogs. *N.Z.Vet.J.* 28: 100.
- Mackintosh C, Schollum L, Harris R, Blackmore D, Willis A, Cook N & Stoke J: 1980, Epidemiology of leptospirosis in dairy farm workers in the Manawatu. Part I: A

- cross-sectional serological survey and associated occupational factors. *N.Z.Vet.J.* **28**: 245-250.
- Málaga H: 1993, Salud y Calidad de Vida. Cuad. Esc.Salud Públ., Caracas Nro. 59: 19-26.
 - Manoharan R, Liptak S, Parkinson P & Mavinic D: 1989, Denitrification of a high ammonia leachate using and external carbon source. *Environm.Technol.Lett.* **10**: 707- 716.
 - *Manual de Controle da Leptospirose*:1989, Ministerio da Saúde, Divisão Nacional de Zoonoses, Brasilia.
 - *Manual de Leptospirosis*, Comisión Científica permanente sobre Leptospirosis: 1994, Editada por: Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorios de Diagnóstico.
 - Mathess G: 1976, Self purification of ground water contaminated with landfill leachate, Frankfurt, Germany. In: *Aquifer Contamination and Protection (Studies and Reports in Hidrology)* - UNESCO. 1980. Project 8.3 of International Hydrological Programme: 369.
 - McIntyre W & Seiler H: 1953, Epidemiology of canicola fever. *J.Hyg.* **51**: 330-339.
 - Mello D, Pripas S, Fucci M, Santoro M e Pedrazzani E: 1988, Helminthoses intestinais. I. Conhecimentos, atitudes e percepção da população. *Rev Saúde Públ., S.Paulo* **22**(2): 140-9.
 - Menges R, Galton M & Habermann R: 1960, Culture and Serologic Studies on Four Dogs Inoculated with two Leptospiral Serotypes, *L.pomona* and *L.canicola*. *Am.J.Vet.Res.* **XXI**(81): 371-376.
 - Merien F, Baranton G & Perolat P: 1995, Comparison of Polymerase Chain Reaction with Microagglutination Test and Culture for Diagnosis of Leptospirosis. *J.Infect.Dis.* **172**: 281-285.
 - Misao T, Hiroyoshi S, Katsuta K, Nishihara Y, Kobayashi Y, Kuwashima K & Aso M: 1956, Canicola fever in Japan. *Am.J.Hyg.* **63**: 294-307.
 - Meyer C: 1973, *Polluted Groundwater, Some Causes, Effects, Controls and Monitoring*. U.S. EPA Report 600/4/73-oob .
 - *Mi Ciudad* (periódico local, Florencio Varela): 1994, De eso no se habla. Nota de tapa del Nro.1062, año 41, mes de mayo.
 - Municipalidad Gral. San Martín: 1990, Diagnóstico de la leptospirosis. Toma de Muestras, Informe de la Dirección de Control de Zoonosis.
 - Myers D, Potenza J & Cotrino V: 1973, Swine leptospirosis in Argentina. *Rev.Asoc.Arg.Microbiol.* **5**: 29-33.
 - Myers D: 1980, Leptospiral antibodies in stray dogs of Moreno, Province of Buenos Aires, Argentina. *Rev.Arg.de Microbiol.* **12**(1): 18-22.

- Myers D: 1985, Leptospirosis: Manual de métodos para el diagnóstico de laboratorio. *Nota Técnica N°30*, CEPANZO, OPS/OMS.
- Nagalkerke N: 1991, A note on general definition of the coefficient of determination. *Biometrika* 78: 691-692.
- Nielsen J, Cochran G, Cassells J, Phil B & Hanson L: 1991, *Leptospira interrogans* serovar *bratislava* infection in two dogs. *J.Am.Vet.Med.Ass.* 199(3): 351-352.
- Ng B & Kelly J: 1975, Anthroozoonotic helminthiasis in Australasia: Part 3. Studies on the prevalence and public health implications of helminth parasites on dogs and cats in urban environments. *Int.J.Zoon.* 2(2): 77.
- Norman G y Streiner D: 1996, *Bioestadística*. Mosby/Doyma Libros S.A., Madrid: 67-68, 127, 129-135.
- Okazaki W & Ringen L: 1957, Some Effects of Various Environmental Conditions on the Survival of *Leptospira pomona*. *Am.J.Vet.Res.* 18: 219-223.
- O.M.S.: 1973, Evaluation of Environmental Health Programs. Citado en Avila-Pires F: 1983.
- O.P.S., Organización Panamericana de la Salud: 1981, Actualidades: Decenio del Agua Potable y del Saneamiento Ambiental. *Bol. Of. Sanit. Panam.* 90(5): 454-455.
- O.P.S., Organización Panamericana de la Salud: 1985, *Guías para la calidad del agua potable*. Washington D.C.
- O.P.S., Organización Panamericana de la Salud: 1988, *El desafío de la Epidemiología. Problemas y lecturas seleccionadas*. Discusión y recopilación por Buck C, Llopis A, Nájera E y Terris M. *Publicación Científica Nro. 505*. Washington D.C.
- O.P.S., Organización Panamericana de la Salud: 1994, Las Condiciones de Salud en las Américas, Volumen I. *Publicación Científica Nro. 549*. Washington D.C.: 281-305.
- Oliveira W: 1978, Implicações socioeconómicas, Ambientais é de Saude dos Resíduos Solidos. En: Simposio Regional sobre Resíduos Sólidos - O.P.S., 13 al 17 de febrero, Santo Domingo, Rep. Dominicana.
- Oxford University: 1994, *A Dictionary of Epidemiology*. Centre for the Epidemiology of Infectious Diseases. UK, Copyright 1994, 1995.
- *Página 12*, Suplemento Verde: 1991, El negocio de lo que queda. Año 1, Nro. 24: 4.
- *Página 12*, Suplemento Verde: 1994, Corrupción y contaminación en un municipio bonaerense por Remeseira C. Año 4, Nro. 185: 2-3.
- Pavlovsky E: 1966, *Natural nidity of transmissible diseases*. Board of Trustees of University of Illinois, U.S.A.
- Pearce N: 1996, Traditional Epidemiology, Modern Epidemiology, and Public Health. *Am.J.Publ.Hlth.* 86(5): 678-683.

- Pereira M: 1985, Leptospirose em área urbana do Município do Rio de Janeiro. Tesis de Maestría, Instituto Oswaldo Cruz, Río de Janeiro.
- Pereira M & Andrade J: 1990, Human leptospirosis in a slum area in the City of Rio de Janeiro, Brazil. Serological and epidemiological study. *Mem.Inst.Osv.Cruz* 85(1): 47-52.
- Perlmutter N, Lieber M & Frauenthal H: 1963, Movement of Waterborne Cadmium and Hexavalent Chromium Wastes in South Farmingdale, Nassau County, Long Island, New York. U.S. Geological Survey Professional Paper 475-C: 179-184.
- Pestana de Castro A, Santa Rosa C y Caldas A: 1962, Isolamento de *L. canicola* de suínos abatidos em matadouro. *Arq.Inst.Biol.* 29: 193-197.
- Pestana de Castro A, Santa Rosa C, Troise C y Caldas A: 1962, Leptospirose canina em São Paulo: inquérito sorológico e isolamento da *Leptospira icterohaemorrhagiae*. *Arq.Inst.Biol.* 29: 199-205.
- Philippe P: 1997, lista electrónica Epidemio-L, Listproc@CC.Umontreal.Ca, Canadá.
- Pianka E: 1982, *Ecología Evolutiva*. Editorial Omega, Barcelona.
- Pohland F & Harber S: 1986, *Critical Review and Summary of Leachate and Gas Production from Landfills*, U.S. EPA Report/600/2-86/073:20-25.
- Qasim S & Burchinal J: 1970, Leaching from simulates landfills. *J.Wat.Poll.Control Federation* 42(3): 371-379.
- Reichmann M, Villa Nova A, Cardoso S, Pinto H y Matsuo M: 1986, Pesquisa preliminar sobre reações sorológicas a *Leptospira sp* de cães errantes do Município de São Paulo. *Bol.Inf.Contr.Zoon.Urb.* 9(1): 19.
- Reilly J, Ferris D & Hanson L: 1968, Experimental Demonstration of the Enteric Route of Infection with *Leptospira grippotyphosa* in Wild Carnivores. *Am.J.Vet.Res.* 29(9): 1849-1854.
- Reilly J, Hanson L & Ferris D: 1970, Experimentally induced predator chain transmission of *Leptospira grippotyphosa* from rodents to wild Marsupialia and Carnivora. *Am.J.Vet.Res.* 31(8): 1443-1448.
- Reinhard K: 1963, Leptospirosis. In: *Diseases transmitted from animals to man*. Compiled and edited by Thomas Hull, Charles Thomas Publisher, Springfield, Illinois, USA, Fifth Ed.: 624-651.
- Riera M, Trento P, Castillo A y Salinas P: 1995, Leptospirosis: prevalencia de anticuerpos en una población canina de la ciudad de Córdoba. En: 1er. Congreso Argentino y 1er. Congreso Latinoamericano de Zoonosis, 14 al 17 de agosto, Buenos Aires, G16: 78.

- Ritzi R, Wright S, Mann B & Chen M: 1993, Analysis of temporal variability in hydrogeochemical data used for multivariate analyses. *Ground Water* 31(2): 221-229.
- Romero A: 1990, El desarrollo histórico de la epidemiología en América Latina. En: Anais do 1er. Congresso Brasileiro de Epidemiologia, 2 al 6 de septiembre, UNICAMP, Campinas, São Paulo: 81-107.
- Rozemberg B: 1994, Representação Social de Eventos Somáticos Ligados à Esquistossomose. *Cad. Saúde Públ., R. de Janeiro* 10(1): 30-46.
- Rubel D y De Rosa D: 1993, Informe sobre los análisis de mercurio en el agua de un pozo domiciliario de la zona de la Cava San Nicolás. Entregado a los vecinos de la zona. Inédito.
- Rubel D: 1993, Informe sobre los resultados de los análisis de mercurio en aguas de la zona de la Cava San Nicolás. Período Julio-Octubre de 1993. Entregado a los vecinos de la zona. Inédito.
- Rubel D y Mendoza E: 1997, Talleres grupales sobre el control de la vinchuca con una comunidad campesina de Santiago del Estero: reflexiones, respuestas e interrogantes. Trabajo presentado en: VII Congreso Latinoamericano de Medicina Social, 17 al 21 de marzo, Buenos Aires, T-B6-262: 72.
- Rubel D, Seijo A, Cernigoi B, Viale A y Wisnivesky-Colli C: 1997, *Leptospira interrogans* en una población canina del gran Buenos Aires: variables asociadas con la seropositividad. *Rev. Panam. de Salud Públ.* 2(2): 102-105.
- Ruebush T, Weller S & Klein R: 1992, Knowledge and beliefs about malaria on Pacific coastal plain of Guatemala. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 46(4): 451-459.
- Rugiero H y Cacchione R: 1964, La leptospirosis en la República Argentina. *Rev. Invest. Pec. Bs.As.* INTA 1(10): 123-138.
- Ryu E: 1976, An International Survey of Leptospiral Agglutinin of Dogs by RMAT. *Int. J. Zoon.* 3: 33-60.
- Sala J: 1972, Contribución al conocimiento geohidrogeológico de las cuencas intermedias comprendidas entre el Arroyo Jiménez y el Arroyo El Gato, E.A.S.N.E, C.F.I.: 8-10.
- Santa Cruz JN: 1972, Estudio sedimentológico de la Formación Puelches en la Provincia de Buenos Aires. *Rev. Asoc. Geol. Arg.* XXVII: 5-60.
- Santa Rosa C, Sulzer C, Yanaguita R & Da Silva A: 1980, Leptospirosis in wildlife in Brazil: isolation of serovars *canicola*, *pyrogenes* and *grippotyphosa*. *Int. J. Zoon.* 7: 40-43.

- Savino E y Rennella E: 1944, Estudios sobre Leptospiras. III. Presencia de leptospiras en los perros de la ciudad de Buenos Aires. *Rev.Inst.Bact. Malbrán* 12(2): 215-226.
- Savino E y Rennella E: 1945, Estudios sobre *Leptospira*. XI. La leptospirosis humana como enfermedad profesional. *Rev.Inst.Bact. Malbrán* 13(1): 315-319.
- Scanziani E, Calcaterra S, Tagliabue S, Luini M, Giusti A & Tomba M: 1994, Serological findings in cases of acute leptospirosis in dog. *J.Small Anim.Pract.* 35: 257-260.
- Scanziani E, Crippa L, Giusti A, Luini M, Pacciarini M, Tagliabue S & Cavalletti E: 1995, *Leptospira interrogans* serovar *sejroe* infection in a group of laboratory dogs. *Labor.Anim.* 29: 300-306.
- Schlesselman J: 1987, *Case-control studies*. New York, Oxford, University Press:194-195, 203-206.
- Schmidt D, Winn R, Keefe T: 1989, Leptospirosis: Epidemiological Features of a Sporadic Case. *Arch.Intern.Med.* 149(8): 1878-1880.
- Schuller R, Dunn A & Beck W: 1983, The Impact of Top-Sealing at the Windham Connecticut Landfill. Proceedings 9th Annual Research Symposium on Land Disposal of Hazardous Waste, EPA-600/9-83-018: 334-342.
- Scott J: 1954, The Effects of Selection and Domestication Upon the Behaviour of the Dog. *J.Nat. Cancer Instit.* 15(3): 739-758.
- Seijo A, Waisman J: 1985, Estudio de un foco de leptospirosis en el Conurbano bonaerense. *Rev.Patol.Infect.y Torácica, Hosp.Muñiz* 11(3): 25-28.
- Seijo A, Bonifacio B, Cernigoi B, Zoccoli E, Garcilazo M, Dambrosi A y Martínez A: 1993, Brote de leptospirosis en las Fuerzas Armadas Argentinas. *Infect.Microbiol.Clin.* 5(1): 2-6.
- Seijo A: 1994. Leptospirosis humana. En: *Manual de Leptospirosis*, Comisión Científica permanente sobre Leptospirosis. Editada por: Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorios de Diagnóstico. Págs. 25-32.
- Seijo A: 1995, Leptospirosis: Actualizaciones sobre epidemiología y clínica. En: VII Congreso Argentino de Microbiología, 8 al 11 de mayo, Buenos Aires, MR28.
- Seijo A, Deodato B y Cernigoi B: 1995. Leptospirosis humana: distribución geográfica en la Rep. Argentina y análisis de variables epidemiológicas de la casuística del Servicio de Zoonosis del Hospital FJ Muñiz. En: 1er. Congreso Argentino y 1er. Congreso Latinoamericano de Zoonosis, 14 al 17 de agosto, Buenos Aires, G2: 60.
- Seijo A, Deodato B, Espinosa M, Cernigoi B, Parma A: 1998, Aislamiento de leptospiras en fuentes ambientales de Buenos Aires. En: 2º Congreso Argentino de Zoonosis y 1º Congreso Argentino y Latinoamericano de Enfermedades Emergentes, 13 al 17 de abril, Buenos Aires, C19:122.

- Shenberg E, Birnbaum S, Rodrig E & Torten M: 1977, Dynamic changes in the epidemiology of canicola fever in Israel. *Am.J.Epidem.* **105**(1): 42-47.
- Shenberg E, Gerichter Ch & Lindenbaum I: 1982, Leptospirosis in man, Israel, 1970-1979. *Am.J.Epidem.* **115**(3): 352-358.
- Sieswerda L: 1997, lista electrónica Epidemio-L, Listproc@CC.Umontreal.Ca, Canadá.
- Silva L, Penna M e Beraldo P: 1993, Sistema de Informações Epidemiológicas e a Situação Epidemiológica da Leptospirose no Contexto do Sistema Único de Saúde. En: Anais do 3º Encontro Nacional em Leptospirose, 19 al 22 de octubre, Rio de Janeiro, Brasil, C-01: 11.
- Smith C & Turner L: 1961, The effect of pH on the survival of leptospire in water. *Bull.Wld.Hlth.Org.* **24**: 35-43.
- Sokal R & Rohlf F: 1979, Biometría. Edit. Blume, 1era. Edición, Madrid: 265-273.
- Stehr-Green J & Schantz P: 1987, The Impact of Zoonotic Diseases Transmitted by Pets on Human Health and the Economy. *Vet.Cl.N.Am.:Small Anim.Pract.* **17**(1): 1-15.
- Stiebel C: 1994, Leptospirosis canina. En: *Manual de Leptospirosis*, Comisión Científica permanente sobre leptospirosis. Editada por: Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorios de Diagnóstico. Págs. 19-22.
- Suárez J: Sistemas de vigilancia de situación de salud según condiciones de vida. Una propuesta desarrollada en Cuba. Trabajo inédito presentado en: 3er. Congreso Panamericano de Epidemiología, 17 al 21 de octubre, Córdoba.
- Sundharagiati B, Boonpacknavig S, Harinasuta C & Pholpothi T: 1966, Seasonal incidence of canine leptospirosis in Bangkok. *Trans.Roy.Soc.Trop.Med.Hyg.* **60**(3): 366-368.
- Susser M: 1989, Epidemiology today: "A thought-Tormented World". *Int.J.Epid.*, G.Br. **18**(3): 481-488.
- Susser M & Susser E: 1996, Choosing a Future for Epidemiology: II. From Black Box to Chinese Boxes and Eco-Epidemiology. *Am.J.Publ.Hlth.* **86**(5): 677-677.
- Szyfres B: 1976, La leptospirosis como problema de salud humana y animal en América Latina y el Area del Caribe. En: VIII Reunión Interamericana sobre el control de la fiebre aftosa y otras zoonosis. O.P.S, Washington D.C. *Publicación Científica Nro. 316*: 125-141.
- Terpstra W, Ligthart G & Schoone G: 1985, ELISA for the detection of Specific IgM and IgG in Human Leptospirosis. *J.Gen.Microbiol.* **131**: 377-385.
- Terpstra, W: 1993, Problems in the Diagnosis of Human Leptospirosis and Prospects for Future Development. En: Anais do 3º Encontro Nacional em Leptospirose, 19 al 22 de octubre, Rio de Janeiro, Brasil, C-06: 29.

- Terris M: 1979, The Epidemiologic Tradition - The Wade Hampton Frost Lecture. *Publ. Hlth.Rep.* 94(3): 203-209.
- Thiermann A: 1980, Canine leptospirosis in Detroit. *Am.J.Vet.Res.* 41(10): 1659-1661.
- Thiermann A, Handsaker A, Foley J, White F & Kingscote B: 1986, Reclassification of North American leptospiral isolates belonging to serogroups Mini and Sejroe by restriction endonuclease analysis. *Am.J.Vet.Res.* 47(1): 61-66.
- Topacio T, Gavino L, Famatiga E & Suva M, 1974: Leptospirosis in animals and man in the Philippines. VIII. Serological incidence in native dogs. *Int.J. Zoon.* 1: 32-42.
- Torres H: 1996, *Buenos Aires en su contexto metropolitano*. Colección CEA-CBC, U.B.A. Coordinación: Slapak S: 109-128.
- Torres H, Fernández M, Fraga S, Lerchundi L, Morano C y Tella G: 1997, Transformaciones socioterritoriales recientes en una metrópoli latinoamericana. El caso de la aglomeración Gran Buenos Aires. Trabajo presentado en el 6° Encuentro de Geógrafos de América Latina, Territorios en redefinición. Lugar y Mundo en América Latina, Buenos Aires.
- Treml F, Hejlíček K, Svoboda M & Mahelková K: 1989, Vyskyt Leptospirových Protilátek u Psu Brnenske a Mimobrnenske Aglomerace. *Veterinární Medicína* 34(LXII): 121-129.
- Turner L: 1968, Leptospirosis II. Serology. Special Article. *Trans.Roy.Soc.Trop.Med. Hyg.* 62(6): 880-899.
- Tyler Miller Jr. G: 1994, *Ecología y Medio Ambiente*. Edición en castellano Grupo Editorial Iberoamérica S.A. de C.V.: 606 y sigs.
- Ulriksen de Viñar M: 1991, Programa "Docente en Comunidad", Montevideo. *Medio Ambiente y Urbanización - Hábitat y Salud* 9(36): 49-61.
- UNESCO, *Aquifer Contamination and Protection (Studies and Reports in Hidrology)*:1980. Project 8.3 of International Hydrological Programme: 208/9, 217-220.
- van der Broek A, Thrusfield M, Dobbie G & Ellis W: 1991, A serological and bacteriological survey of leptospiral infection in dogs in Edinburgh and Glasgow. *J.Small Anim.Pract.* 32: 118-124.
- Van Der Hoeden J, Shenberg E & Torten M: 1967, The epidemiological complexity of *Leptospira canicola* infection in man and animals in Israel. *Isr.J.Med.Sci.* 3(6): 880-884.
- Vasconcellos L & Ribeiro F: 1994, *Investigação Epidemiológica e Intervenção Sanitaria em Saúde do Trabalhador - O Planejamento segundo Bases Operacionais*. Trabajo

inédito presentado en: 3er. Congreso Panamericano de Epidemiología, 17 al 21 de octubre, Córdoba.

- Vega S: 1988, *Evaluación epidemiológica de riesgos causados por agentes químicos ambientales. Tomo I: Generalidades y Toxicología*. Buenos Aires, Ministerio de Salud y Acción Social, Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, Organización Panamericana de la Salud.
- Venkataraman K & Nedunchellian S: 1990, Seasonal incidence of canine leptospirosis in Madras City. *J.Vet. Anim.Sci.* **21**(2): 145-146.
- Venkataraman K & Nedunchellian S: 1993, Seroepidemiology of canine leptospirosis in Madras City. *Indian J.Anim.Sci.* **63**(2): 150-152.
- Videla M: 1993, *Prevención. Intervención Psicológica en Salud Comunitaria*. Colección Texto y Contexto. Ediciones Cinco, 2da. Edición.
- Warren L & Zimmerman A: 1994, The influence of temperature and NaCl on Cadmium, Copper and Zinc partitioning among suspended particulate and dissolved phases in an urban river. *Wat.Res.* **28**(9): 1921-1931.
- W.H.O.: 1977, *World Health Assembly*, WHA Resolution 30.43. Geneva.
- W.H.O. : 1978, Declaration of Alma Ata. Primary Health Care. *The Lancet* **II** (8098): 1040-1041.
- W.H.O. : 1988, Report of WHO Consultation on Dog Ecology Studies related to Rabies Control. WHO/ Rab.Res./ 88.25, Geneva: 1-35.
- Wilkin P: 1995, Emisiones y lixiviados de vertederos. *Prevención de la Contaminación* **3**(2): 52-54.
- Williams H, Murphy W, McCroan J, Starr L & Ward M: 1956, An epidemic of canicola fever in man with the demonstration of *Leptospira canicola* infections in dogs, swine and cattle. *Am.J.Hyg.* **64**: 46-58.
- Wisnivesky C: 1982, Dinámica de la transmisión de la enfermedad de Chagas en la vivienda rural. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, U.B.A.: 105.
- Yasuda P, Santa Rosa C y Yanaguita R: 1980, Variação sazonal na prevalência de leptospirose em cães de rua da cidade de São Paulo, Brasil. *Rev.Saúde Públ.* **14**: 589-596.
- Yasuda P y Santa Rosa C: 1981, Correlação entre soroaglutinação e isolamento de leptospiras em cães. *Rev. Microbiol. (S.Paulo)* **12**(2): 35-37.
- Zanoni A: 1972, Groundwater Pollution and Sanitary Landfills - A Critical Review. *Ground Water* **10**: 3-13.

GLOSARIO

***Emergentes:** el término emergentes aplicado a enfermedades infecciosas (zoonóticas o no), es una categoría que comprende: a) reemergencia de enfermedades infecciosas por el aumento en la población bajo condiciones sanitarias deficientes; b) reemergencia de enfermedades infecciosas causada por mutación de un agente conocido; c) síndromes definidos recientemente asociados al descubrimiento de nuevos agentes y d) enfermedades causadas por agentes zoonóticos preexistentes. (Brandling-Bennett & Pinheiro, 1996; Kilbourne, 1996)

***Infección subclínica:** una infección en la cual los síntomas son suficientemente leves o inaparentes como para no poder ser diagnosticados de otra manera que por confirmación positiva de la habilidad para transmitirla o por serología (Oxford University, 1994).

***Informantes-clave:** han recibido esta denominación aquellos individuos de la comunidad que concentran gran cantidad de información respecto del aspecto particular que constituye el objetivo de una investigación (Calventus J: 1996).

***Odds ratio** (OR o razón de chances en el texto): puede traducirse como razón de productos cruzados o razón de chances. Es una comparación de la presencia de un factor de riesgo para la enfermedad en una muestra de sujetos enfermos y sanos o controles. El número de enfermos que estuvieron o están expuestos al factor de riesgo (I_e) sobre aquellos no expuestos (I_o) se divide por los individuos sin enfermedad expuestos (N_e) sobre aquellos sanos no expuestos (N_o). Entonces, $OR = (I_e/I_o)/(N_e/N_o) = I_e N_o / I_o N_e$. Esta medida es utilizada en estudios de casos y controles o estudios transversales, donde se evalúan los riesgos retrospectivamente en individuos con la enfermedad y sin ella. Se lo conoce también como odds ratio de exposición (Oxford University, 1994).

***Operacionalización:** proceso por el cual las hipótesis de partida o los procesos o atributos y sus interacciones se transforman en relaciones entre variables accesibles a la comprobación a través de la investigación, ya sea cualitativa o cuantitativa, por experimentación u observación (Breilh, 1997).

***Paradigma:** un paradigma guía el quehacer científico propio de cada rama, a la manera de la antigua máxima Aristotélica: quien no sabe lo que busca, no lo reconocerá cuando lo encuentre. Surge históricamente a partir de una serie de preguntas, pero también incluye un conjunto de reglas para formular respuestas legítimas a sus cuestiones o interrogantes. De este modo, es un producto-instrumento, siempre inacabado, que organiza el raciocinio a manera de encuadre o estructura, delimitando y enfocando el objeto de conocimiento, actuando como una matriz para las proposiciones teóricas. El vigor del paradigma consiste en su capacidad de apertura sobre su propia estructura, con capacidad de incorporar des-construcciones.

El paradigma tiene como función incorporar la metafísica en la ciencia, operando a través de las creencias de los científicos que la practican. Se manifiestan a través de metáforas y analogías, supuestos, valores enraizados y normas bien definidas que suelen ser implícitas en la práctica científica habitual. Un paradigma es lo que comparten los miembros de la comunidad científica en un contexto histórico dado, una concepción del mundo, de lo que se considera aceptable, adecuado, una forma especial de ideología. Está constituido por generalizaciones simbólicas que buscan referencias empíricas, y desde este punto de vista podría considerarse que todo paradigma es generalizador y por consiguiente, propone objetos-modelos ontológicos en el campo científico particular en el que opera. Los procesos de simbolización involucrados en el paradigma se encuentran en la base de la sintaxis y la semántica de los modelos teóricos, y son una condición necesaria para la estabilidad, contrastabilidad y comunicabilidad de los objetos-modelo. Tales procesos ocurren a través de un largo y sinuoso movimiento de construcción de consenso en el interior de la propia práctica científica, a un nivel inconsciente para la mayoría de los científicos. Finalmente, se construye el paradigma, un convencionalismo, provisorio pero esencial para la maduración de un campo científico (Kuhn, 1971 y Almeida Filho, 1992).

ANEXO

Etapas históricas en el desarrollo del aglomerado Buenos Aires

1er. Período (1870-1930): se consolida como metrópoli periférica durante el auge del período agroexportador; su crecimiento se basa en el flujo migratorio del exterior.

2do. Período (1940-1960): en el contexto del proceso de industrialización sustitutivo de importaciones y de políticas tendientes a la redistribución del ingreso, el crecimiento metropolitano se basa en las migraciones internas, con una marcada expansión de la periferia, que supera el núcleo central y la primera corona que ya se encontraba consolidada a su alrededor. Conjuntamente, vastos sectores sociales acceden a la propiedad de la vivienda: aparece la propiedad horizontal y los loteos económicos periféricos (el porcentaje de propietarios en el Gran Buenos Aires aumenta del 43% al 67%). Las villas miseria se localizan en terrenos vacantes, particularmente el anillo que "sigue las cuencas inundables de los ríos Matanza-Riachuelo y Reconquista".

En la ocupación del nuevo espacio suburbano, "la segunda corona" alrededor de la Capital, interviene también el desarrollo de la nueva industria liviana.

3er. Período (1960-1970): al cambiar de sentido o desaparecer las políticas estatales que "afectaban los procesos de estructuración urbana" la tasa de crecimiento metropolitano disminuye, se estabiliza la proporción propietarios/inquilinos. El "modelo de estructuración socio-espacial" muestra "señales de agotamiento".

4to. Período (1980-1989): en el contexto de una crisis estructural, se producen "cambios importantes en relación con la tensión entre centro y periferia urbanos".

5to. Período (1990 en adelante): en el contexto de la globalización (caracterizada por la "concentración del capital financiero, la desregulación de los mercados y servicios, la flexibilización laboral y el redimensionamiento del estado"), aparecen nuevas pautas de organización territorial:

- a) *espacios estratégicos*, reestructurados sobre la base de una fuerte concentración de inversiones, que incluyen nuevos ámbitos de comercialización (concentración espacial de productos, servicios, y esparcimiento). Esta reestructuración impone cambios drásticos en la comercialización, los patrones de consumo y la vida cotidiana. También imponen "transformaciones de los procesos residenciales", ya sea por la colonización de zonas centrales deterioradas por sectores de altos ingresos o bien por la aparición de nuevas áreas residenciales en áreas de extrema periferia. La localización de estos nuevos ámbitos puede entonces "reforzar localizaciones existentes" o favorecer "patrones de dispersión regional";
- b) relativo abandono de amplias *zonas residuales*, que carecen de interés para el modelo predominante.

Fuente: Torres y col. (1997).

Análisis químicos del lixiviado de la Cava San Nicolás

Parámetro	n¹	Media	Mínimo	Máximo
pH	11	7,4	6,9	8,32
Conductividad ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	11	3.749	1.350	8.500
Sólidos totales ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	8	22.041	1.263	119.285
Alcalinidad ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	11	1.769	180	6.074
Dureza ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	11	819	335	1.880
Cloruro ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	10	727	116	1.901
Sodio ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	7	180	99	516
Potasio ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	7	245	118	668
Calcio ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	11	196	54	490
Magnesio ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	11	68	21	160
Sulfato ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	10	14	7	33
Nitrato ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	7	2	n.d.	15
Amonio ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	8	58	10	121
NTK ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	8	399	107	1.142
DQO ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	8	6.675	398	27.555
Cromo ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)	11	57	n.d.	170
Plomo ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)	11	41	n.d.	120
Mercurio ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)	11	0,2	n.d.	2
Cobre ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)	10	42	n.d.	140
Hierro ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)	11	5.760	50	35.000
Zinc ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)	11	130	n.d.	600

¹n: Número de muestras. NTK: nitrógeno total por Kjeldahl, DQO: demanda química oxígeno, n.d.: no detectable. Fuente: De Rosa et al., 1996.

Resultados de los análisis de agua

Sitio	Napa	Mes	Cu	Cd	Zn	Cr	Ni	Pb	HgT.	Mn	Fe tot
ABL	Pam	nov-93	0,016	0,009	0,042	nd	0,061	0,066		1,131	4,431
ABL	Pam	mar-94	0,009	0,006	0,147	nd	0,019	0,043		0,041	0,841
ABL	Pam	jun-94	0,008	nd	0,023	nd	0,019	0,041	0,005	0,011	0,161
ABL	Pam	jul-94	0,004	nd	0,012	0,011	0,023	0,041	nd	0,021	0,237
ABL	Pam	nov-94	0,049	0,012	0,245	0,028	0,033	0,073	nd	0,062	0,091
ABL	Pam	ene-97	0,004	0,011	0,02	0,014	0,045	0,084	nd	0,053	0,37
ARL	Pam	nov-93	0,006	0,009	0,053	0,009	0,034	0,075		0,022	0,374
ARL	Pam	mar-94	0,013	0,011	0,041	0,012	0,019	0,056		1,504	2,89
ARL	Pam	jun-94	0,016	nd	0,026	0,012	0,019	0,041	0,031	0,811	5,06
ARL	Pam	jul-94	0,009	nd	0,021	0,125	0,044	0,058	nd	0,021	6,42
ARL	Pam	nov-94	0,007	0,013	0,047	0,063	0,042	0,077	nd	1,885	3,76
ARL	Pam	ene-97	0,009	0,011	0,019	0,024	0,059	0,096	nd	1,133	1,96
AR	Pam	nov-93	0,003	0,004	0,059	nd	0,012	0,023		0,043	0,166
AR	Pam	mar-94	0,008	0,007	0,023	nd	0,019	0,047		nd	0,063
AR	Pam	jun-94	0,004	nd	0,011	nd	0,019	0,041	nd	nd	0,078
AR	Pam	jul-94	0,004	nd	0,055	nd	0,019	0,041	nd	0,007	0,056
AR	Pam	nov-94	0,004	0,011	0,013	nd	0,021	0,077	nd	nd	0,038
AR	Pam	oct-96	0,002	0,008	0,013	0,007	0,022	0,069	nd	0,006	0,033
AR	Pam	ene-97	0,003	0,009	0,017	0,024	0,033	0,065	nd	0,015	0,108
AB	Pam	nov-93	0,063	0,011	0,084	0,047	0,047	0,075		0,278	22,94
AB	Pam	mar-94	0,011	0,005	0,028	0,006	0,019	0,033		0,066	3,46
AB	Pam	jun-94	0,012	nd	0,018	0,008	0,019	0,041	nd	0,047	5,73
AB	Pam	jul-94	0,004	nd	0,021	nd	0,023	0,062	nd	0,055	2,66
AB	Pam	nov-94	0,086	0,007	0,043	0,043	0,029	0,091	nd	0,083	4,87
AB	Pam	oct-96	0,007	0,011	0,013	0,012	0,067	0,075	nd	0,025	0,95
ABL	Puel	nov-93	0,026	0,005	0,277	0,011	0,031	0,055		0,213	3,521
ABL	Puel	mar-94	0,009	0,006	0,479	nd	0,019	0,048		0,037	0,911
ABL	Puel	jun-94	0,028	nd	0,251	nd	0,019	0,041	nd	0,008	0,435
ABL	Puel	jul-94	0,004	nd	0,351	nd	0,022	0,041	nd	0,006	0,162
ABL	Puel	nov-94	0,004	0,013	1,125	0,031	0,023	0,077	nd	0,011	0,475
ABL	Puel	ene-97	0,008	0,008	0,716	0,01	0,029	0,063	nd	0,012	0,252
ARL	Puel	nov-93	0,007	0,006	0,269	0,006	0,026	0,046		0,042	1,44
ARL	Puel	mar-94	0,037	0,006	1,373	0,006	0,019	0,051		0,133	3,11
ARL	Puel	jun-94	0,012	nd	0,074	nd	0,019	0,041	0,008	0,053	2,51
ARL	Puel	jul-94	0,004	nd	0,252	0,007	0,019	0,041	nd	0,021	0,42
ARL	Puel	nov-94	0,004	0,009	0,021	0,025	0,028	0,11	nd	0,029	0,25
ARL	Puel	ene-97	0,021	0,008	0,246	0,011	0,034	0,077	nd	0,047	1,54
AR	Puel	nov-93	0,004	0,004	0,17	nd	0,015	0,029		0,047	0,81
AR	Puel	mar-94	0,012	nd	0,125	0,006	0,019	0,026		0,075	1,43
AR	Puel	jun-94	0,004	nd	0,08	nd	0,019	0,041	0,026	0,032	1,66
AR	Puel	jul-94	0,004	nd	0,09	nd	0,019	0,041	nd	0,016	0,44
AR	Puel	nov-94	0,024	0,008	0,12	0,011	0,025	0,089	nd	0,051	2,48
AR	Puel	oct-96	0,031	0,012	0,104	0,014	0,082	0,104	nd	0,055	1,08
AR	Puel	ene-97	0,004	0,008	0,112	0,012	0,037	0,081	nd	0,083	2,613
AB	Puel	nov-93	0,011	0,009	0,082	0,008	0,041	0,062		0,051	1,811
AB	Puel	mar-94	0,007	0,006	0,055	nd	0,019	0,041		0,018	0,543
AB	Puel	jun-94	0,004	nd	0,028	nd	0,019	0,041	0,013	0,011	0,651
AB	Puel	jul-94	0,004	0,004	0,031	0,009	0,019	0,043	nd	0,021	0,534
AB	Puel	nov-94	0,015	0,011	0,039	0,044	0,022	0,047	nd	0,018	0,424
AB	Puel	oct-96	0,004	0,012	0,029	0,01	0,089	0,095	nd	0,009	0,187

n.d.: no detectable. Las concentraciones se expresan en mg/l, salvo la conductividad (μ mhos/cm) y el pH. Los parámetros aparecen por sus respectivos símbolos químicos.

Sitio	Napa	Mes	Cond	Cl	Alc.	Dur.	pH	CN	PO4	SO4	Ca	Mg	Na	K
ABL	Pam	nov-93	2480	258	925	771	6,7	nd	0,057	104,00	439	332	292	35
ABL	Pam	mar-94	1708	42	744	301	7,2	0,065	nd	251,00	74	28	324	15
ABL	Pam	jun-94	997	41	850	145	7,1	nd	0,114	93,00	33	15	315	15
ABL	Pam	jul-94	1744	46	813	288	7,1	nd	0,067	82,00	87	17	331	13
ABL	Pam	nov-94	1920	50	848	327	6,8	nd	0,066	104,00	119	8	345	13
ABL	Pam	ene-97	1756	74	749	250	6,5	0,003	0,075	6,56	99	0	312	16
ARL	Pam	nov-93	1661	65	787	271	6,9	nd	0,056	35,00	84	61	300	16
ARL	Pam	mar-94	2574	254	677	568	6,7	nd	0,057	0,00	176	31	312	41
ARL	Pam	jun-94	1384	243	1094	763	6,8	nd	0,051	0,00	245	49	300	54
ARL	Pam	jul-94	2400	248	864	728	6,8	nd	0,067	19,00	244	41	304	36
ARL	Pam	nov-94	2920	297	1055	830	6,5	nd	0,098	35,00	320	8	220	34
ARL	Pam	ene-97	2302	197	811	588	5,8	nd	0,086	5,96	206	34	290	30
AR	Pam	nov-93	1076	42	440	114	7,8	nd	0,029	28,00	69	11	243	10
AR	Pam	mar-94	1170	35	420	113	7,7	nd	0,049	172,00	27	11	240	11
AR	Pam	jun-94	651	28	469	113	7,3	nd	0,039	38,00	28	10	220	9
AR	Pam	jul-94	1072	34	446	124	7,6	nd	0,058	48,00	36	6	222	12
AR	Pam	nov-94	1208	30	463	120	7,3	nd	0,075	89,00	31	10	210	13
AR	Pam	oct-96	1206	29	449	120	7,9	nd	0,064	26,00	38	2	226	13
AR	Pam	ene-97	1182	30	446	125	7,3	nd	0,071	8,96	41	6	227	12
AB	Pam	nov-93	1287	46	446	208	8	nd	0,082	132,00	36	29	250	13
AB	Pam	mar-94	1638	31			7,6	0,009	0,042	0,00				11
AB	Pam	jun-94	733	30	589	126	7,9	nd	0,105	0,00	33	11	240	16
AB	Pam	jul-94	1168	30	544	91	7,4	nd	0,082	7,00	30	4	238	12
AB	Pam	nov-94	1344	38	552	131	7,3	nd	1,181	37,00	29	30	242	13
AB	Pam	oct-96	1263	34	554	108	7,9	0,004	0,134	47,00	25	11	245	13
ABL	Puel	nov-93	830	25	469	128	7,3	nd	0,048	24,00	70	14	194	12
ABL	Puel	mar-94	1100	28	482	146	7,6	nd	0	41,00	28	18	220	11
ABL	Puel	jun-94	651	26	543	111	7,1	nd	0,082	36,00	28	10	220	10
ABL	Puel	jul-94	1088	32	468	141	7,4	nd	0,068	28,00	40	10	222	13
ABL	Puel	nov-94	1248	29	509	150	7,2	nd	0,791	44,00	31	16	220	13
ABL	Puel	ene-97	1276	133	502	162	7,2	nd	0,062	11,90	54	7	227	14
ARL	Puel	nov-93	1076	42	491	135	7,3	nd	0,073	35,00	34	49	218	11
ARL	Puel	mar-94	994	43	418	155	7,3	nd	0	9,00	31	19	174	12
ARL	Puel	jun-94	489	26	441	112	7,1	nd	0,049	9,00	28	19	165	10
ARL	Puel	jul-94	960	48	434	152	7,3	nd	0,141	13,00	49	7	186	13
ARL	Puel	nov-94	1120	50	471	173	7,1	nd	0,129	22,00	42	17	173	14
ARL	Puel	ene-97	1241	61	500	211	6,3	nd	0,066	3,55	83	1	193	16
AR	Puel	nov-93	994	48	453	112	7,6	nd	0,111	30,00	61	10	236	10
AR	Puel	mar-94	1076	20	470	99	7,6	0,008	0,056	166,00	29	27	202	10
AR	Puel	jun-94	570	17	476	96	7,5	nd	0,154	40,00	35	20	210	10
AR	Puel	jul-94	976	20	437	103	7,5	nd	0,074	29,00	25	10	186	11
AR	Puel	nov-94	1056	23	458	98	7,2	nd	0,181	96,00	24	9	190	13
AR	Puel	oct-96	1081	22	471	104	7,9	nd	0,145	25,00	24	16	198	13
AR	Puel	ene-97	1045	16	397	112	7,3	nd	0,132	19,80	35	25	206	12
AB	Puel	nov-93	1158	63	447	90	7,2	nd	0,099	26,00	21	36	234	10
AB	Puel	mar-94	1310	61	537	142	7,5	0,008	0,101	23,00	26	19	240	10
AB	Puel	jun-94	814	64	520	133	7,3	0,003	0,071	12,00	28	15	300	9
AB	Puel	jul-94	1280	69	466	114	7,3	nd	0,097	25,00	44	1	251	13
AB	Puel	nov-94	1296	50	506	103	7,3	nd	0,151	19,00	30	7	242	12
AB	Puel	oct-96	1432	39	609	126	7,7	0,029	0,084	55,00	42	1	281	13

Los niveles medios se calcularon considerando 0 las muestras con niveles n.d. del parámetro correspondiente.

Autovalores y vectores para los Análisis de Componentes Principales

Acuífero Pampeano (Figura 3.4.)

	Autovalores	Porcentaje Varianza	% acumulado
1	7,46717	43,9	43,9
2	2,56882	15,1	59,0
3	1,67909	9,9	68,9

Vectores

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Alcalinidad	0,2988	-0,1671	0,2386
Calcio	0,3422	-0,1024	-0,0689
Cadmio	0,1242	0,4153	-0,0547
Cloruro	0,3438	-0,1138	-0,1411
Conductividad	0,3329	0,0571	0,0505
Cromo	0,1714	0,2134	-0,0174
Cobre	0,0219	0,4385	0,2574
Dureza	0,3531	-0,1050	-0,0161
Hierro	0,0704	0,3233	-0,0742
Potasio	0,3094	-0,1810	-0,0867
Magnesio	0,1946	-0,0333	-0,0773
Manganeso	0,2980	-0,0298	-0,1982
Sodio	0,1653	-0,1053	0,5736
Níquel	0,1965	0,3314	-0,1850
Plomo	0,1291	0,4719	-0,1289
pH	-0,2888	0,0768	-0,1254
Zinc	0,0349	0,1881	0,6262

Acuífero Puelche (Figura 3.5.)

	Autovalores	Porcentaje Varianza	% acumulado
1	3,29881	36,7	36,7
2	2,09987	23,3	60,0
3	0,95660	10,6	70,6

Vectores

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Alcalinidad	0,1604	0,5119	0,0274
Calcio	0,4064	-0,1707	0,0612
Cloruro	0,3392	0,2277	-0,4815
Conductividad	0,2983	0,3301	0,0728
Potasio	0,4477	-0,1631	0,3182
Magnesio	-0,3106	-0,0945	-0,6598
Sodio	0,0354	0,6273	-0,1328
pH	-0,3255	0,3126	0,3870
Dureza	0,4483	-0,1455	-0,2330

Acuífero Puelche (Figura 3.6)

	Autovalores	Porcentaje Varianza	% acumulado
1	2,82386	35,3	35,3
2	2,36452	29,6	64,9
3	1,14774	14,3	79,2

Vectores

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Cadmio	0,5321	-0,1727	-0,1594
Cromo	0,3844	-0,1873	-0,3999
Cobre	0,2662	0,4293	0,0039
Hierro	0,1415	0,5671	0,1845
Manganeso	0,1774	0,5600	0,1269
Níquel	-0,4151	-0,1737	0,4708
Plomo	0,5097	-0,1701	0,1580
Zinc	-0,1210	0,2378	-0,7196

Cuestionario utilizado para el estudio sobre leptospirosis canina

Casa N° Manzana N°..... Familia Nro. integrantes \geq 15 años

Dirección Nro. integrantes $<$ 15 años

Nro. de perros

Nombre		
Sexo		
Edad		
Raza		
Edad de ingreso a la casa		
Origen y modo de adquisición		
Razón de cría		
Vacunas		
Enfermedades en el último año		
¿Sale de la casa?		
¿Caza? ¿Qué animal/es?		
¿Iba a la tosquera? (frecuencia)		
Estado reproductivo y nro. de pariciones		
Tiempo residencia de la familia		
Observación de roedores (tipo-frecuencia)		
Otros animales domésticos, ¿cuáles?		
Presencia y tipo de zanja		
Servicio recolector de basura (tipo, frec.)		
Si no tiene: destino de la basura		
¿Vendió cosas de la tosquera?		

Se presenta con un diseño diferente al original por motivos de espacio. Para todas las preguntas abiertas se dispuso un espacio en blanco suficiente para escribir textualmente las respuestas.

Tablas de contingencia para los análisis estadísticos del Capítulo 4

a) Tablas de contingencia para los test de asociación realizados a partir de los datos del primer muestreo, Florencio Varela, 1992.

Aclaración: la variable independiente en el análisis aparece en negrita. Se incluyen abajo de cada tabla los valores del estadístico χ^2 y el valor p, el OR y los límites del intervalo de confianza (I.C.) al 95%. Los límites del I.C. se calcularon por el método de Cornfield (CDC/OMS: 1990, EpiInfo Versión 5: Manual para el usuario).

Sexo	Serología (+)	Serología (-)	
Hembra	37	43	80
Macho	90	53	143
	127	96	223
$OR_{\text{hembra, (+)}} = 0,51 - I.C.: 0,28 < OR < 0,92 - \chi^2 = 5,80; p < 0,05$			

Edad (años)	Serología (+)	Serología (-)	
0 (cachorro)	12	24	36
1 año o más	108	66	174
	120	90	210
$OR_{\text{cachorro, (+)}} = 0,31 - I.C.: 0,13 < OR < 0,70 - \chi^2 = 10,01; p < 0,01$			

Cont. con la calle	Serología (+)	Serología (-)	
No sale	8	14	22
Sale	119	81	200
	127	95	222
$OR_{\text{no sale, (+)}} = 0,39 - I.C.: 0,14 < OR < 1,06 - \chi^2 = 4,31; p < 0,05$			

Cont. con el basural	Serología (+)	Serología (-)	
Sin contacto	77	70	147
Con contacto	48	25	73
	125	95	220
$OR_{\text{sin contacto, (+)}} = 0,57 - I.C.: 0,31 < OR < 1,07 - \chi^2 = 3,54; p = 0,059$			

Comportam. caza	Serología (+)	Serología (-)	
Sí	31	15	46
No	95	80	175
	126	95	221
$OR_{caza\ sí, (+)} = 1,74 - I.C.: 0,83 < OR < 3,68 - \chi^2 = 2,54; p = 0,111$			

Caza roed.	Serología (+)	Serología (-)	
Sí	10	5	15
No	116	90	206
	126	95	221
$OR_{caza\ roed.\ sí, (+)} = 1,55 - I.C.: 0,47 < OR < 5,43 - \chi^2 = 0,61; p = 0,435$			

Anim. domésticos	Serología (+)	Serología (-)	
Sí	91	62	153
No	36	34	70
	127	96	223
$OR_{anim.\ sí, (+)} = 1,39 - I.C.: 0,75 < OR < 2,56 - \chi^2 = 1,26; p = 0,261$			

Aves de corral	Serología (+)	Serología (-)	
Sí	31	30	61
No	72	24	96
	103	54	157
$OR_{aves\ sí, (+)} = 0,34 - I.C.: 0,16 < OR < 0,72 - \chi^2 = 9,60; p < 0,01$			

Edad	No sale a la calle	Sale a la calle	
0 (cachorro)	10	26	36
1 año o más	12	165	177
	22	191	213
$OR_{cachorro,\ no\ sale} = 5,29 - I.C.: 1,87 < OR < 14,98 - \chi^2 = 14,17; p < 0,01$			

Zanja	Serología (+)	Serología (-)	
Ausente	16	21	37
Transitoria	53	43	96
Permanente	56	31	87
<i>OR niv. crec. expos.¹: 1,00 - 1,62 - 2,37 - χ^2 tend.lineal=4,839; p < 0,05</i>			

¹ OR para los niveles crecientes de exposición.

Para los animales con más de una salida diaria a la calle:

Zanja	Serología (+)	Serología (-)	
Ausente	8	14	22
Presente	79	44	123
	87	58	145
<i>OR zanja aus., (+) = 0,32 - I.C.: 0,11 < OR < 0,89 - χ^2 = 6,00; p < 0,05</i>			

Para los animales menores de 4 años:

Cont. con la calle	Serología (+)	Serología (-)	
ninguna salida	6	13	19
una o algunas	54	36	90
muchas ¹	10	3	13
<i>OR niv. crec. expos.²: 1,00 - 3,25 - 7,22 - χ^2 tend.lineal= 7,085; p < 0,01</i>			

¹ El perro permanece más tiempo en la calle que en la casa.

² OR para los niveles crecientes de exposición.

Para los animales machos:

Cont. con el basural	Serología (+)	Serología (-)	
Sin contacto	53	41	94
Con contacto	37	11	48
	90	52	142
<i>OR sin contacto, (+) = 0,38 - I.C.: 0,16 < OR < 0,91 - χ^2 = 5,83; p < 0,05</i>			

b) Tablas de contingencia para los test de asociación realizados a partir de la estratificación de los datos del primer muestreo según el sexo de los animales, Florencio Varela, 1992.

Aclaración: al igual que en las tablas que se muestran en a) la variable independiente en el análisis aparece en negrita. Se incluyen abajo de cada tabla los valores del estadístico χ^2 y el valor p, el OR y los límites del intervalo de confianza (I.C.) al 95%. Los límites del I.C. se calcularon por el método de Cornfield (CDC/OMS: 1990, EpiInfo Versión 5: Manual para el usuario). En este caso se incluyen además los valores del estadístico χ^2 ponderado de Mantel-Haenzsel y el test de χ^2 de Woolf para evaluar la interacción entre el sexo y la variable independiente considerada en cada caso (CDC/OMS, 1990).

Machos			Hembras				
Comp.caza	Serol. (+)	Serol. (-)	Comp.caza	Serol. (+)	Serol. (-)		
Sí	20	9	29	Sí	11	6	17
No	70	43	113	No	25	37	62
	90	52	142		36	43	79
OR _{caza sl, (+)} = 1,37 y 0,52 < OR < 3,62			OR _{caza sl, (+)} = 2,71 y 0,78 < OR < 9,72				
$\chi^2 = 0,49$; p = 0,485			$\chi^2 = 3,16$; p = 0,075				
χ^2 ponderado = 2,19; p = 0,139			y χ^2 Woolf = 0,90; p = 0,34				
No hay interacción entre las variables sexo y caza							

Machos			Hembras				
Caza roed.	Serol. (+)	Serol. (-)	Caza roed.	Serol. (+)	Serol. (-)		
Sí	6	3	9	Sí	4	2	6
No	84	49	133	No	32	41	73
	90	52	142		36	43	79
OR _{caza r.sl, (+)} = 1,17 y 0,24 < OR < 6,28			OR _{caza r. sl, (+)} = 2,56 y 0,36 < OR < 22,03				
$\chi^2 = 0,04$; p _{Fisher} = 1,000			$\chi^2 = 1,15$; p _{Fisher} = 0,403				
χ^2 ponderado = 0,34; p = 0,563			y χ^2 Woolf = 0,46; p = 0,49				
No hay interacción entre las variables sexo y comp. de caza de roedores							

Machos			Hembras				
Anim.dom.	Serol. (+)	Serol. (-)	Anim.dom.	Serol. (+)	Serol. (-)		
Sí	61	32	93	Sí	30	30	60
No	29	21	50	No	7	13	20
	90	53	143		37	43	80

$OR_{anim.sí.(+)} = 1,38$ y $0,64 < OR < 2,99$ $OR_{anim.sí.(+)} = 1,86$ y $0,58 < OR < 6,11$
 $\chi^2 = 0,80$; $p = 0,372$ $\chi^2 = 1,34$; $p = 0,247$
 χ^2 ponderado = 1,56; $p = 0,212$ y χ^2 Woolf = 0,21; $p = 0,64$
No hay interacción entre las variables sexo y presencia de anim. domésticos

Machos			Hembras				
Zanja	Serol. (+)	Serol. (-)	Zanja	Serol. (+)	Serol. (-)		
Presente	78	40	118	Presente	6	8	14
Ausente	10	13	23	Ausente	31	34	65
	88	53	141		37	42	79

$OR_{zanjaaus.(+)} = 0,39$ y $0,14 < OR < 1,08$ $OR_{zanja aus.(+)} = 0,82$ y $0,22 < OR < 3,05$
 $\chi^2 = 4,17$; $p < 0,05$ $\chi^2 = 0,11$; $p = 0,744$
 χ^2 ponderado = 2,61; $p = 0,106$ y χ^2 Woolf = 0,95; $p = 0,33$
No hay interacción entre las variables sexo y presencia de zanja

Machos			Hembras				
Zanja	Serol. (+)	Serol. (-)	Zanja	Serol. (+)	Serol. (-)		
Ausente	10	13	23	Ausente	6	8	14
Transitoria	39	25	64	Transitoria	14	18	32
Permanente	39	15	54	Permanente	17	16	33

χ^2 para la tendencia lineal = 5,619; $p < 0,05$ χ^2 para la tendencia lineal = 0,413; $p = 0,521$
OR niveles crec. de expos.¹: 1,00-2,03 -3,38 OR niveles crec. de expos.: 1,00- 1,04 - 1,42

¹ OR para los niveles crecientes de exposición.

Para los animales menores de 4 años

Machos			Hembras				
Cont. calle	Serol. (+)	Serol. (-)	Cont. calle	Serol. (+)	Serol. (-)		
0 salidas	4	6	10	0 salidas	2	7	9
1 o algunas	35	18	53	1 o algunas	19	18	37
muchas ¹	8	1	9	muchas ¹	2	2	4
χ^2 para la tendencia lineal = 4,961; p<0,05			χ^2 para la tendencia lineal = 1,670; p=0,196				
OR niveles crec. de expos. ² :1,00-2,92-12,00			OR niveles crec. de expos.:1,00- 3,69 - 3,50				

¹ El perro permanece más tiempo en la calle que en la casa.

² OR para los niveles crecientes de exposición.

Machos			Hembras				
Cont. calle	Serol. (+)	Serol. (-)	Cont. calle	Serol. (+)	Serol. (-)		
No sale	5	6	11	No sale	3	8	11
Sale	85	46	131	Sale	34	35	69
	90	52	142		37	43	80
OR _{no sale, (+)} = 0,45 y 0,11 < OR < 1,81			OR _{no sale, (+)} = 0,39 y 0,07 < OR < 1,83				
$\chi^2 = 1,64$; p _{Fisher} = 0,211			$\chi^2 = 1,82$; p = 0,177				
χ^2 ponderado = 2,66; p = 0,103 y χ^2 Woolf = 0,03; p = 0,871							
No hay interacción entre las variables sexo y contacto con la calle (sexo es una variable de confusión)							

Machos			Hembras				
Basural	Serol. (+)	Serol. (-)	Basural	Serol. (+)	Serol. (-)		
Sin contacto	53	41	94	Sin contacto	24	29	53
Contacto	37	11	48	Contacto	11	14	25
	90	52	142		35	43	78
OR _{sin cont., (+)} = 0,38 y 0,16 < OR < 0,91			OR _{sin cont., (+)} = 1,05 y 0,36 < OR < 3,09				
$\chi^2 = 5,83$; p < 0,05			$\chi^2 = 0,01$; p = 0,916				
χ^2 ponderado = 2,94; p = 0,086 y χ^2 Woolf = 2,54; p = 0,111							
No hay interacción entre las variables sexo y contacto con el basural (sexo es una variable de confusión)							

Machos			Hembras			
Edad (años)	Serol. (+)	Serol. (-)	Edad (años)	Serol. (+)	Serol. (-)	
0(cachorro)	5	13	0(cachorro)	7	11	18
1 o más	81	36	1 o más	27	30	57
	86	49		34	41	75
$OR_{\text{cachorro, (+)}} = 0,17$ y $0,05 < OR < 0,57$ $\chi^2 = 11,51$; $p < 0,01$			$OR_{\text{cachorro, (+)}} = 0,71$ y $0,21 < OR < 2,37$ $\chi^2 = 0,39$; $p = 0,531$			
χ^2 ponderado = 7,18; $p < 0,01$ y χ^2 Woolf = 3,25; $p = 0,072$						
Posible interacción entre las variables sexo y edad						

Machos			Hembras			
Edad (años)	No sale	Sale	Edad (años)	No sale	Sale	
0(cachorro)	6	12	0(cachorro)	4	14	18
1 o más	5	115	1 o más	7	50	57
	11	127		11	64	75
$OR_{\text{sale, 1 o +}} = 11,50$ y $2,56 < OR < 53,65$ $\chi^2 = 18,02$; $p_{\text{Fisher}} < 0,01$			$OR_{\text{sale, 1 o +}} = 2,04$ y $0,42 < OR < 9,60$ $\chi^2 = 1,07$; $p_{\text{Fisher}} = 0,444$			
χ^2 ponderado = 10,18; $p < 0,01$ y χ^2 Woolf = 3,17; $p = 0,075$						
Posible interacción entre las variables sexo y edad						