

Graciela Sarita Nolla Souza

“Usos agrícolas intensivos de suelos y su relación a la calidad de las aguas que infiltran al Sistema Acuífero Guaraní en la zona periurbana de la ciudad de Rivera, Uruguay”

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Gestão e Auditoria Ambiental do Curso de pósgraduação da Universidad de León.

Área de Concentração: Gestão de Recursos hídricos

Orientadora: Dra Naná Minini Medina
Co-orientador: Lic. Alberto Manganelli Ms

Rivera, Uruguay
2010

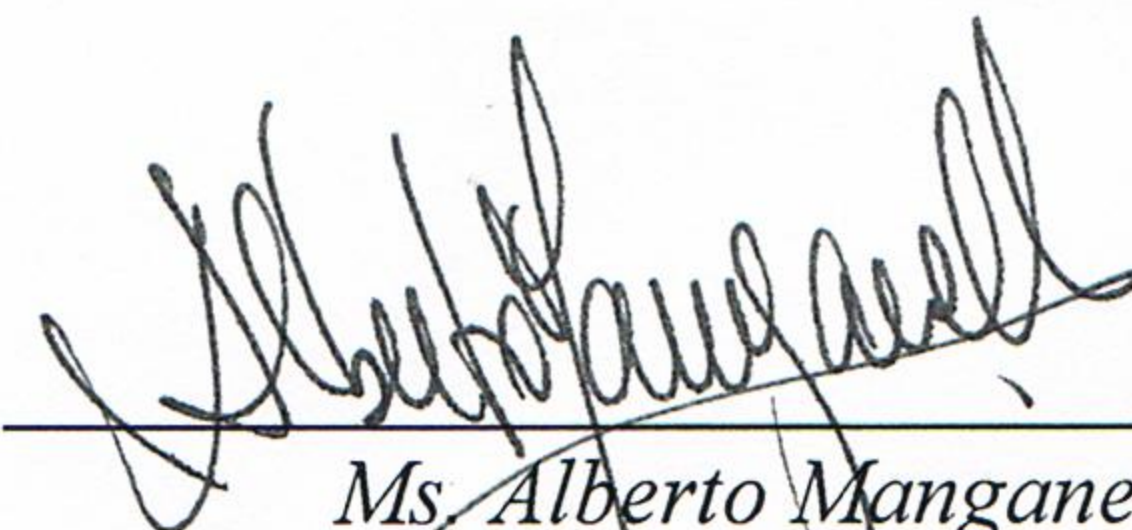
**USOS AGRÍCOLAS INTENSIVOS DE SUELOS Y SU RELACIÓN A LA CALIDAD
DE LAS ÁGUAS QUE INFILTRAN AL SISTEMA ACUÍFERO GUARANI EM LA
ZONA PERIURBANA DE LA CIUDAD DE RIVERA, URUGUAY**

Graciela Sarita Nolla Souza

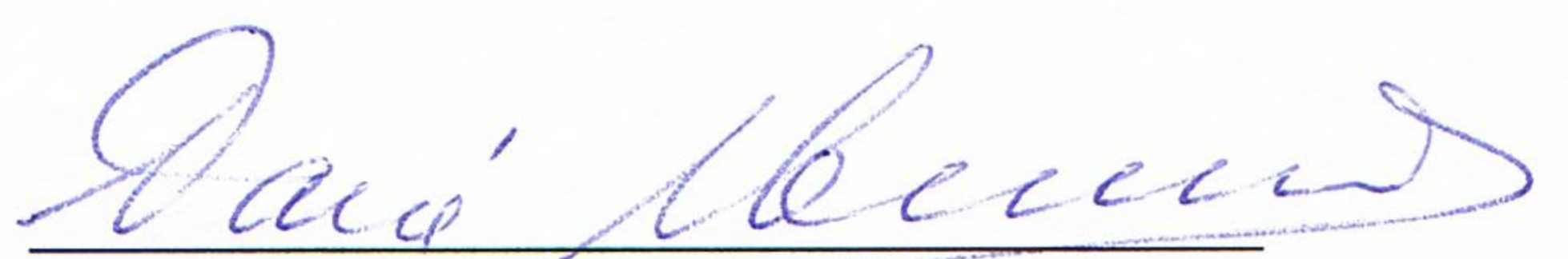
Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de *Máster en Gestión y Auditorías Ambientales* na área de concentração em *Gestão Integral da Água* Universidade de Leon, fomentado pela *Fundação Universitária Iberoamericana - FUNIBER*, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de:

MESTRE EM GESTÃO E AUDITORIA AMBIENTAL

Dra. Naná Mininni Medina
Orientadora



Ms. Alberto Manganelli
Co-orientador



Dra. Naná Mininni Medina
Diretora FUNIBER/Brasil

AGRADECIMIENTOS

A la ong. Raikatú, que guió mis primeros pasos en el tema ambiental.

A mi Co- orientador de Tesis, el Lic. Alberto Manganelli Ms.

A los Ingenieros Agrónomos: Patricia Barreto Ms., PhD. Omar Casanova y PhD. José Zamalvide quienes me orientaron en suelos y dinámica del Nitrógeno

Al Téc. en gestión de RRNN Edwin da Costa, quien me transmitió sus conocimientos en el uso del programa Arc View 3.3

A la Ing. Agr. Ana Cazarián, quien verificó la traducción al inglés del resumen e hizo fundamentales correcciones en el mismo.

A todos quienes han hecho posible con sus aportes y respuestas, el presente trabajo

RESUMEN

En el presente trabajo se pretendió evaluar el riesgo potencial de contaminación de las aguas que infiltran al Acuífero Guaraní aflorante en la zona Periurbana de la ciudad de Rivera, (27.230 Hás) como consecuencia de las actividades agrícolas intensivas que allí se desarrollan.

Para esto, se planteó la descripción de los procesos de producción, con identificación y cuantificación de procedimientos y sustancias químicas utilizadas. Se estimó un índice del riesgo actual de la situación y se propuso medidas de mitigación de los potenciales riesgos de las actividades.

La metodología utilizada fue la realización de encuestas, y posterior proceso en Excel, de productores intensivos en un radio de 10 km de la ciudad capital. Los datos fueron colocados en un SIG, en Arc View.

Se concluye que el desarrollo de las actividades agrícolas intensivas a escala geográfica es escaso (1% del área) y afecta el 1,7% de la recarga del área considerada, como consecuencia del aporte de carga hidráulica extra de las que utilizan riego (Horticultura, Vivero forestal y Fruticultura).

En la descripción de los procesos, se destacan las carencias en la calidad constructiva de las fuentes de agua de los predios (70% de pozos de construcción precaria, no registrados), su predominante mala localización en términos de distancia a contaminantes (75% menores a 50 mts) y desfavorable relación topográfica (79% aguas abajo o a la misma altura respecto a los contaminantes generados en la actividad predial). Por lo que el 93% de los predios tiene un índice de riesgo de contaminación de la fuente alto y medio. Viveros y horticultores son quienes utilizan mayores caudales de agua para riego, siendo los horticultores quienes en peor estado la devuelven.

La sustancia química contaminante que predomina es el nitrato. El mayor aporte por metro cuadrado esta dado por las salas de ordeño sin tratamiento de efluentes. No hay tambos de gran escala. Los horticultores son en orden de magnitud de aporte, los que siguen. Las mayores superficies de aporte de nitrato, corresponde a cultivos anuales con ausencia de rotaciones agrícolas y períodos de barbechos en suelo desnudo prolongados. El lavado de nitratos, no se puede cuantificar exactamente sin realizar balances de nitrógeno a nivel predial.

Otra sustancia contaminante identificada, con características de comportamiento ambiental inadecuadas es el agrotóxico Piridina, que debe ser sustituido por similares con menor peligrosidad.

En base a lo expuesto se estima que el 88% de los horticultores, y 69% de Tabacaleros y Tamberos tienen un índice de riesgo medio a alto en sus procesos, mientras que todos los fruti-viticultores y el vivero forestal tienen índice de riesgo medio.

Palabras Clave: Descripción procesos, Riesgo, contaminación potencial.

ABSTRACT

This work intended to assess the potential risk of water pollution that infiltrate the outcropping Guarani Aquifer in the surroundings of Rivera city (27.230 hectares), as a result of intensive agricultural activities.

To do this, the description of production processes, identification and quantification of chemical substances and procedures was raised. An index of the current risk situation was estimated and actions to mitigate the potential risks of activities were proposed.

The methodology used was carrying out surveys and its subsequent process in Excel, of the intensive farmers within a radius of 10 km from the capital city. The data was placed in a GIS in Arc View.

It is concluded that the development of intensive agricultural activities is low (1% of the area). It affects 1.7% of considered recharge area, as a result of the contribution of extra hydraulic loading by the use of irrigation in horticulture, forestry nursery and fruit tree.

In the descriptions of the process constructive deficiencies of wells are pointed out (70% of unregistered, precarious building wells); its predominant bad location in terms of distance to contaminants (75% under the distance of 50 meters) and unfavorable topographic relationship (79 per cent water down or to the same height above the pollutants generated property activity). 93% of the farmers had a high or middle pollution risk of water source. Nurseries and horticulturists are those using bigger flows of water for irrigation, being horticulturists the ones who return water in the worst state.

The pollutant chemical substance which prevails is nitrate. The largest contribution per square meter is given by milking premises without effluent treatment. There are no large-scale dairy farmers. The horticulturists follow in terms of size to the contribution. Major areas of nitrate contribution correspond to annual crops, with absence of agricultural rotations and periods of prolonged bare soil state. The lixiviation of nitrate can not be exactly quantified without studies of balances of nitrogen in the premises.

Another polluting substance identified with inadequate environmental performance characteristics is the pesticide pyridine, which should be replaced by similars.

Based on the presented material it was estimated that 88% of the horticulturists and 69% of tobacco and dairy farmers have a medium to high risk index in their processes. All fruit-growers and the forest nursery have medium risk index.

Keywords: Process description, risk, potential contamination.

LISTA DE ILUSTRACIONES

Figuras

Figura 1- Localización del Departamento y su Capital.....	1
Figura 2- Localización de Contaminación por Nitratos en Pozos de Abastecimiento Público en Rivera.....	8
Figura 3- Extensión del SAG y localización Zona de Estudio.....	32
Figura 4- Delimitación del Área de Estudio.....	33
Figura 5- Delimitación de Zona de Estudio.....	34
Figura 6- Mapa Zona Urbana y Suburbana Incluida en Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Microrregión de Rivera.....	34
Figura 7- Explotaciones Lecheras.....	39
Figura 8- Explotaciones Hortícolas.....	40
Figura 9- Localización de Microindustrias Lácteas.....	42
Figura 10- Cuencas en Zona de Estudio.....	53
Figura 11- Localización de Tamberos en la Zona.....	54
Figura 12- Tipos de Suelos en Tambos.....	55
Figura 13- Localización de Productores de Tabaco Burley, Cuencas y Suelos.....	56
Figura 14- Localización de Productores de Tabaco Virginia, Cuencas y Suelos.....	56
Figura 15- Localización de Viñedos de Mayor Escala con sus Bodegas.....	58
Figura 16- Resumen de Localización de Actividades Agrícolas Intensivas en Zona de Estudio.....	59
Figura 17- Localización de Predios Encuestados.....	61
Figura 18- Acercamiento a Localización de Predios Encuestados en Periferia Urbana.....	62
Figura 19- Acercamiento a Predios Encuestados en Cuenca de Curticeiras.....	62
Figura 20- Riesgo de Contaminación de la Fuente en Carta SGM H-7.....	97
Figura 21- Riesgo de Contaminación de la Fuente en Carta SGM H-8.....	98
Figura 22- Riesgo de Contaminación de los Procesos en Carta SGM H-7.....	99
Figura 23- Riesgo de Contaminación de los Procesos en Carta SGM H-8.....	100

Gráficas

Gráfica 1- Unidades Productivas por Rubro en Área de Estudio.....	60
Gráfica 2- Importancia Relativa en Área de los Diferentes Rubros Encuestados.....	63
Gráfica 3- Caracterización de Fuentes de Agua de los Predios.....	65
Gráfica 4- Profundidades de lo Pozos en Uso de los Predios Encuestados.....	65
Gráfica 5- Distancia entre los Pozos y los Contaminantes.....	66
Gráfica 6- Caracterización de las Fuentes de Contaminación.....	67
Gráfica 7- Distancia Promedio a Contaminante según Tipo de Contaminante.....	67
Gráfica 8- Comparación del Consumo de Agua para Producción entre Rubros.....	69
Gráfica 9- Importancia Relativa por Rubro de su Consumo Anual de Agua.....	69
Gráfica 10- Importancia Relativa de la Carga Hidráulica aportada por Rubro.....	70
Gráfica 11- Distancia entre Salas de Ordeño y Fuentes de Agua.....	73
Gráfica 12- Nutrientes Utilizados en Fertiriego por los Productores Encuestados.....	76
Gráfica 13- Proporciones de Usos de Suelos de Tambos.....	79

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1- Áreas Intensivas en Metros Cuadrados Encuestadas, Discriminadas por Uso.....	63
Cuadro 2- Gasto de Agua para Producción Promedio por Rubro.....	68
Cuadro 3- Aporte de Agua en mm Anuales de Cada Rubro.....	70
Cuadro 4- Aportes de Nitrógeno por Metro Cuadrado por Rubro.....	81
Cuadro 5- Utilización Predial de Agrotóxicos.....	82
Cuadro 6- Importancia en Área de los Agrotóxicos Utilizados.....	87
Cuadro 7- Estimación de Índices de Riesgo de Contaminación de la Fuente.....	93
Cuadro 8- Estimación de Índices de Riesgo de Contaminación del Proceso.....	97

SUMARIO

1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
.	.
3.- MARCO GENERAL	3
3.1 Conceptos generales	3
3.1.1 Importancia del agua para la vida y la producción de alimentos.....	3
3.1.2 Importancia relativa de las reservas de agua dulce en la naturaleza.....	6
3.1.3 Aguas subterráneas y Acuíferos.....	6
3.1.4 Recarga.....	9
3.1.5. Concepto de susceptibilidad y vulnerabilidad de un Acuífero.....	10
3.1.6 Contaminación de aguas subterráneas a causa de Actividades Humanas.....	11
3.1.6.1 Acción del suelo sobre la retención de contaminantes.....	14
3.1.6.2 La actividad agrícola, el uso de sustancias químicas y la interacción del suelo con las mismas.....	15
3.1.6.3 Comportamiento de Nitratos en suelos y aguas.....	15
3.1.6.4 Plaguicidas en suelos y aguas.....	20
3.1.7 Contaminantes del agua relacionados a la actividad Agrícola en Uruguay.....	24
3.1.8 Instituciones relacionadas a la gestión del agua, agricultura y ambiente. Legislación en Uruguay.....	28
3.1.9 Propuestas para prevenir la contaminación agrícola en Uruguay.....	29
3.1.9.1 Tambos.....	29
3.1.9.2 Regulación del uso de agrotóxicos	31
3.2 Descripción del contexto	32
3.2.1 Ubicación del SAG y zona de estudio en el mismo.....	32
3.2.2 Localización y características de la Zona de estudio.....	33
3.2.3 Características del SAG en zona de estudio	35
3.2.4 Otros datos relevantes de la zona.....	36
3.2.5 Características de los suelos.....	37
3.2.6 Enumeración de los usos generales de suelos sobre área de trabajo: urbanos, agrícolas, industriales.....	38
3.2.6.1 Uso urbano.....	38
3.2.6.2. Usos agrícolas intensivos de la zona.....	39
3.2.6.3. Industrias.....	41
3.2.7 Contexto socio-económico.....	42
3.2.8 Antecedentes y justificación del estudio.....	43
4.- MATERIALES Y MÉTODOS	45
4.1 Delimitación de Zona de Estudio	46
4.2 Tipo de Estudio	46
4.3 Local y Fuente de Datos	48
4.4 Técnicas, Instrumentos y Equipos de Recolección, Registro y Análisis de Datos	49
4.5 Proceso de la información en Excel	50
4.6 Metodología en Arc. View 3.3	51
5.- RESULTADOS	52
5. 1. Estudios preliminares a salida a campo	52

5.1.1. Acercamiento a la importancia de los rubros agrícolas intensivos del área de estudio.....	52
5.1.1.1 Superficie de la zona de estudio.....	52
5.1.1.2. Lecheros sobre el SAG aflorante en la zona delimitada de estudio.....	53
5.1.1.3. Tabacaleros.....	55
5.1.1.4. Viticultores y Bodegas en área de estudio.....	57
5.1.1.5 Resumen de localización de la totalidad de predios Agrícolas intensivos del área de estudio.....	58
5.2 Encuestas y su representatividad.....	59
5.3 Proceso de los datos obtenidos de las encuestas.....	60
5.3.1. Descripción de los procesos.....	60
5.3.1.1 Datos generales.....	60
5.3.1.2 Fuentes de agua.....	64
5.3.1.3. Uso del Agua.....	68
5.3.1.3.1 Consumo Doméstico.....	68
5.3.1.3.2 Cuantificación del Uso para la producción.....	68
5.3.1.4 Saneamiento.....	71
5.3.1.5. Proceso de residuos domésticos.....	71
5.3.1.6. Efluentes y residuos de la producción.....	72
5.3.1.7 Uso de Agroquímicos asociados a las producciones.....	73
5.3.1.7.1. Fertilizantes.....	74
5.3.1.7.2. Agrotóxicos.....	82
5.3.1.7.2.1. Lista de plaguicidas utilizados.....	82
5.3.1.7.2.2. Almacenamiento de agrotóxicos.....	88
5.3.1.7.2.3. Realización de la aplicación de tóxicos.....	88
5.3.1.7.2.4. Cuidados personales en utilización.....	88
5.3.1.7.2.5. Descarte de envases vacíos.....	89
5.3.1.7.2.6. Antecedentes de usos de plaguicidas.....	89
5.3.2.- Determinación del riesgo.....	89
5.3.2.1 Riesgo de contaminación de la fuente.....	90
5.3.2.2 Riesgo de contaminación del acuífero.....	94
6.- DISCUSIÓN.....	100
7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	117
8.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122
APENDICES.....	130
APENDICE 1: FORMULARIO DE ENCUESTAS.....	130
APENDICE 2: FUENTES DE AGUA.....	133
APENDICE 3: FERTILIZANTES NITROGENADOS Y CARGA HIDRÁULICA POR RIEGO.....	136
ANEXO: RECOMENDACIONES TÉCNICAS EMPRESA MONTE PAZ, AÑO 2008.....	140

“Usos agrícolas intensivos de suelos y su relación a la calidad de las aguas que infiltran al Sistema Acuífero Guaraní en la zona periurbana de la ciudad de Rivera, Uruguay”

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio se desarrolla en la zona periurbana de la ciudad de Rivera, la que se encuentra ubicada en el departamento homónimo, al noreste de la República Oriental del Uruguay (Figura 1).



Figura 1- Localización del Departamento y su Capital

Fuente: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Uruguay-Rivera.svg>

El área de estudio, es una zona rural que abarca la cuenca alta del Arroyo Cuñapirú y el Arroyo Curticeriras, se encuentra incluida en la faja de afloramiento de las areniscas correspondientes al denominado Sistema Acuífero Guaraní (SAG), que tiene una extensión de 2.900 km² en el departamento de Rivera y es considerada zona de ingreso de aguas al mismo.

El Sistema Acuífero Guaraní subyace en territorios de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, por lo que se constituye en un recurso hídrico subterráneo transfronterizo. Por este motivo en el año 2000 se elaboró un proyecto conjunto entre los cuatro países con el objetivo de aumentar el conocimiento del SAG y elaborar un marco de acción conjunto para la protección del recurso.

En el año 2003 dio comienzo el Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní (PSAG), el cual entre varios componentes definió como área piloto, la zona de Rivera-Santana do Livramento. El área definida para el presente trabajo se encuentra contenida en el área piloto.

Estudios previos dentro del PSAG, fueron enfocados en las consecuencias de los usos urbanos sobre el área aflorante, tanto en Rivera como en Santana do Livramento,

sobre la calidad de las aguas, concluyendo que la falta de saneamiento era una fuente importante de contaminación por nitratos.

En el presente trabajo, se pretende, hacer un aporte en lo que respecta a otro tipo de actividades antrópicas, las actividades agrícolas intensivas, citadas en la bibliografía como fuente de contaminantes para aguas subterráneas, que no fueron enfocadas en los estudios previos.

La selección de zona de estudio con mayor posibilidad de potencial concentración de contaminantes provenientes de actividades agrícolas intensivas, condujo a la zona periurbana, en la que se concentran las siguientes actividades: horticultura con riego, producción de leche para remisión a agroindustria, monocultivo de Tabaco , frutivicultura, que incluye producción de uva para elaboración de vinos en bodegas situadas en los establecimientos y producción de Duraznos con riego y vivero forestal. En la zona propuesta es donde existe la mayor concentración, ya que a mayores distancias del centro poblado las actividades agrícolas que se desarrollan no coinciden con el concepto de intensivas.

Como primer paso para definir la pertinencia de estudios más detallados, se propone en el presente trabajo la descripción de los procesos de producción agropecuaria intensiva en la zona periurbana, con el objetivo de brindar información sobre los agrotóxicos y fertilizantes utilizados sus dosis respectivas para las producciones de Tabaco, leche, horticultura intensiva y viña. Se busca delimitar una línea de base en cuanto a áreas utilizadas en dichas producciones y caracterización sociocultural del público involucrado en éstas actividades. Se releva si existe sistemas de tratamientos de efluentes en los tambos sobre el Acuífero aflorante, cantidad de agua utilizada, y ganado en producción por establecimiento, para estimar el riesgo que implica la ausencia del mismo. Se caracterizan los sistemas de saneamiento domésticos que existen y se hace referencia a los tratamientos de los residuos sólidos en los predios. Dichas descripciones son llevadas a cabo a partir de encuestas realizadas en la zona delimitada, que comprende un círculo de 10 km alrededor de la ciudad sobre suelos arenosos. Los productores encuestados fueron seleccionados por encontrarse incluidos en zona de alta vulnerabilidad intrínseca del SAG y por su escala de producción, tomando los mayores en los diversos rubros. Con la información disponible se realiza un análisis de riesgo de la potencial contaminación del Acuífero en esta zona, basado en fundamentos teóricos extraídos de la revisión bibliográfica.

El presente trabajo pretende describir la actual situación ambiental, económica y social de los usos agrícolas intensivos, que se concentran en el área de estudio, y realizar un análisis del riesgo de potencial contaminación del Acuífero Guaraní en área de afloramiento a consecuencia de los mismos. Jerarquizando la importancia cuantitativa de los distintos contaminantes identificados.

Se elaboró un SIG con las localizaciones geográficas de todas las explotaciones y numerosos pozos relevados; asociados a las descripciones de los procesos. Dichos datos pueden orientar a quien desee profundizar los estudios o generar datos científicos como base para la planificación del desarrollo económico y social locales, tomando en cuenta la protección de la calidad de las aguas subterráneas. Se puede concluir que aún existen muchas variables que se pueden mejorar en los procesos productivos agrícolas intensivos y su realidad social para la protección de la calidad de las aguas del SAG.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el riesgo potencial de contaminación de las aguas que infiltran al Acuífero Guaraní aflorante en la zona Periurbana de la ciudad de Rivera, como consecuencia de las actividades agrícolas intensivas que allí se desarrollan, procurando tomar en cuenta la importancia social de las mismas.

La finalidad del trabajo es conocer la realidad de las actividades agrícolas intensivas en la zona y los procesos productivos utilizados.

2.2 Objetivos específicos

1. Describir los procesos utilizados en la producción agrícola intensiva periurbana sobre el SAG aflorante.
2. Identificar y cuantificar en los mismos, los procedimientos (u omisiones de procedimientos) y sustancias químicas utilizadas
3. Realizar discusión sobre el grado de riesgo actual de la situación
4. Enumerar medidas de mitigación de potenciales riesgos en las actividades citadas

3.- MARCO GENERAL

3.1 Conceptos generales

3.1.1 Importancia del agua para la vida y la producción de alimentos

La importancia que el recurso natural agua dulce está cobrando en los últimos años a nivel mundial, se puede constatar a través de la preocupación que muestran diferentes organismos internacionales respecto al tema.

La Asamblea General de las Naciones Unidas a partir de 1993, ha declarado el día 22 de marzo de cada año el Día Mundial del Agua, en conformidad con las

recomendaciones de la Conferencia de la Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo.

Las recomendaciones hechas, en el capítulo referido al agua se centraron en políticas y opciones para acelerar la implementación de los compromisos internacionales en el área del agua, los servicios sanitarios y los asentamientos humanos. Se pide entre otras cuestiones, que se acelere el avance hacia el logro de las metas de acceso al agua para el año 2015 a través del aumento de los recursos y la utilización de una amplia gama de instrumentos políticos como la regulación, las herramientas basadas en los mercados, la recuperación de costos, los subsidios dirigidos a los pobres y los incentivos económicos para los productores de pequeña escala; la mejora de la demanda de agua y la administración del recurso, especialmente en la agricultura; y la aceleración de la provisión de asistencia técnica y financiera a los países que necesitan ayuda para alcanzar la meta de 2015 sobre gestión integrada de recursos hídricos.

Las Naciones Unidas también han organizado la década internacional para la acción “Agua para la Vida” comprendida entre el año 2005 y 2015, la misma se centra en la implementación de programas y proyectos y en el fortalecimiento de la cooperación en asuntos del agua en todos los niveles. Entre sus prioridades se incluyen: el acceso a los servicios sanitarios; la prevención de desastres; la contaminación; los asuntos de aguas transfronterizas; agua, servicios sanitarios y género; desarrollo de capacidades; financiamiento; y gestión integral de recursos hídricos. África, es la región prioritaria para la acción. (NACIONES UNIDAS, 2003)

El Consejo Mundial del Agua organiza en forma trienal el Foro Mundial del Agua, una reunión de jefes de estado, técnicos y empresas para discutir diferentes temas relacionados con el agua desde el año 1997. Los objetivos del Foro son: aumentar la importancia del agua en la agenda política; apoyar la profundización de la discusión para lograr la solución a los asuntos globales del agua en el siglo XXI; formular propuestas concretas; y generar un compromiso político.

En el resumen del IV Foro Mundial, realizado en México el año 2005, se afirma que “El agua dulce es un recurso finito, imperativo para el desarrollo sostenible, el crecimiento económico, la estabilidad política y social, la salud y la erradicación de la pobreza”. (INSTITUTO INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE, 2006)

UNESCO, para el día mundial del Agua (2009), publica la siguiente síntesis sobre la realidad mundial de los recursos hídricos en su página web:

“Casi el 40 por ciento de la población mundial vive en cuencas hidrográficas comunes de dos o más países. En las 263 cuencas hidrográficas transfronterizas del planeta está comprendido el territorio de 145 países y cubren casi la mitad de la superficie terrestre de la Tierra. Los grandes depósitos de agua dulce también circulan silenciosos por debajo de las fronteras en los acuíferos subterráneos transfronterizos, de los que se conocen más de 270 a nivel mundial.

Los retos que se enfrentan:

Todos los Gobiernos quieren asegurar que sus ciudadanos tengan el agua necesaria para llevar una vida sana, feliz y productiva. Con el crecimiento demográfico y de la economía, en los países aumenta la demanda de agua dulce.

Existe suficiente agua dulce para satisfacer las necesidades de la población mundial, pero el suministro no está distribuido en forma uniforme y muchas veces no se administra adecuadamente. Muchos países ya afrontan una escasez de agua cada vez mayor. Para el año 2025, 1 800 millones de personas vivirán en países o regiones con absoluta escasez de agua, y dos tercios de la población mundial podrían sufrir condiciones difíciles.

En algunas zonas, la disponibilidad de agua de buena calidad se ha reducido por la contaminación de desechos humanos, industriales y agrícolas. Las cifras son perturbadoras. Todos los días, dos millones de toneladas de desechos humanos se eliminan en corrientes de agua. En los países desarrollados, el 70 por ciento de los desechos industriales se eliminan sin tratamiento del agua, y contaminan el suministro utilizable de agua. Desde 1900, se ha perdido la mitad de las tierras húmedas del mundo, nuestra principal fuente de agua dulce. Es decisivo poner fin al deterioro de los ecosistemas de tierras húmedas transfronterizas a fin de garantizar un suministro estable de agua para el hogar, la agricultura y la industria.

El cambio climático sin duda repercutirá en los recursos hídricos y en su ordenación. Con el aumento de la temperatura, es previsible que se modifiquen las pautas de la lluvia, y que aumente en muchas zonas el riesgo de inundaciones, sequía y otros desastres relacionados con el clima. Ya se están derritiendo glaciares y campos de hielo, los inmensos depósitos de agua dulce almacenada en las montañas y las regiones polares.” (UNESCO, 2009)

En respuesta a los problemas globales relacionados al agua surge el concepto de gestión integral de recursos, que busca resolver algunas de las causas fundamentales de la crisis de gestión, a saber, la ineficacia y los conflictos que surgen del desarrollo y uso no coordinado de los recursos hídricos. (MORIARTY PATRICK. et. al. 2006; apud INSTITUTO INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE, 2006).” Este enfoque de manejo integral consiste en que el recurso agua debe utilizarse para satisfacer necesidades básicas (garantizando el acceso al agua como derecho humano), para mejorar la salud y como insumo para la producción (produciendo más trabajo y por ende mayores ingresos)” (Foro mundial del agua, Kyoto, 2003; apud INSTITUTO INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE, 2006)

El enfoque ecosistémico profundiza la Gestión integral de recursos hídricos con elementos como la participación de todos los sectores de la sociedad, la conservación y utilización de la diversidad biológica y su integración, además de aportes económicos en términos de los servicios ambientales y las externalidades. (GUERRERO, EDUARDO. et. al., 2006 apud INSTITUTO INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE, 2006)

En el Foro del agua para las Américas, Foz do Iguazú 2008, 35 países reunidos, dentro de las recomendaciones para la región incluye la siguiente:

“La promoción de la inclusión social y la erradicación de la pobreza a través del acceso universal al suministro del agua y al saneamiento, así como a través del uso productivo del agua, por medio del uso de la hidroelectricidad, la irrigación para la producción de alimentos, la transportación, el turismo y actividades recreativas, en el contexto del desarrollo sostenible”.

Dentro de las especificidades de cada región, se puede constatar la consideración del uso múltiple del agua de modo eficiente y racional, incorporando la conservación

ambiental, la protección y la reclamación como acciones necesarias hacia el mejoramiento de la disponibilidad del agua. (INSTITUTO INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE, 2006)

3.1.2 Importancia relativa de las reservas de agua dulce en la naturaleza

El agua dulce del planeta es el 3% del total del agua existente en el mismo, dentro de este porcentaje se discrimina un 70% bajo la forma de hielo en casquetes polares (no disponible para su uso). Del 30% restante: el 1 % corresponde a aguas superficiales (ríos, arroyos, lagos) mientras que el 99% está presente en acuíferos. (FUNDACIÓN CANAL DE ISABEL II, apud MANGANELLI, 2004), esto pone de manifiesto la importancia cuantitativa del agua subterránea como fuente de agua dulce.

Un dato relevante aportado por la FAO (2007) es que la producción de alimentos y otros productos agrícolas absorbe el 70% de las captaciones de agua dulce de ríos y napas subterráneas.

La dinámica del agua a nivel global no es estática, sino que se encuentra en permanente cambio: cambios de estado y traslados en el espacio como consecuencia de las modificaciones de temperatura y corrientes de aire atmosféricos, que actúan a niveles locales con influencia de la topografía, geología, suelos y vegetación. A este concepto se le denomina ciclo del agua.

A nivel global el volumen de agua que interviene en el ciclo es constante, aunque la actividad humana puede introducir cambios a través de sus actividades: el calentamiento Global, modificaciones topográficas, cambios en la cobertura vegetal, etc., lo que implica una alteración cuantitativa en los volúmenes de agua movilizados y su mayor o menor concentración a niveles locales.

En forma adicional, la utilización del agua en las actividades humanas implican también un cambio en su calidad original a través de la devolución al ambiente de aguas con sustancias disueltas. La naturaleza de dichas sustancias varía según cual sea la actividad que utilizó dicha agua: Agrícola, Industrial, Doméstica.

Estos hechos conducen nuevamente a la importancia de la gestión integrada del recurso, subrayando la importancia de la participación de los sectores de la sociedad que son usuarios, apelando a su responsabilidad en lo que respecta al uso. Los usuarios deben contemplar la eficiencia de uso en cantidad y la calidad en lo que respecta a su devolución al ambiente.

3.1.3 Aguas subterráneas y Acuíferos

Lamond et al, (1999); refiriéndose al concepto de agua subterránea, afirman que la misma es agua que se encuentra por debajo de la superficie de la tierra saturando completamente los espacios entre las partículas de suelo. La parte superior de la zona saturada es denominada Nivel freático. Aunque dicha agua es retenida en formaciones geológicas, existe algún movimiento. Las zonas saturadas que sostienen suficiente agua y permiten su movimiento para abastecer pozos, se denominan Acuíferos.

Desde el punto de vista geológico, Montaña (en MANUAL GESTIÓN... DINAMA, 2008) define acuífero como un estrato o formación geológica, que permite la circulación del agua por sus poros o grietas y su aprovechamiento en cantidades económicamente apreciables. En función de la localización del agua, se encuentran Acuíferos porosos: cuando el agua ocupa poros existentes entre los granos de arena de formaciones sedimentarias. Acuíferos fisurados: compuestos por rocas duras que desarrollan porosidad secundaria por presencia de fracturas, fallas o diaclasas. Acuíferos Kársticos: porosidad son huecos formados por disolución de rocas carbonatadas.

Pueden estar abiertos al medioambiente de la superficie (no confinados), parcialmente conectados a la superficie (confinados) o totalmente desconectados (fósiles). (MANGANELLI, 2004)

Los no confinados son también denominados Acuíferos libres o freáticos; en los mismos, su límite superior se corresponde con la superficie freática y todos los puntos se encuentran a la misma presión atmosférica. (MONTAÑO en MANUAL GESTIÓN... DINAMA, 2008)

El Acuífero Guaraní

En publicación del Fondo de Universidades (OEA, PSAG, 2007) se presenta al Sistema Acuífero Guaraní como un reservorio transfronterizo de aguas subterráneas que subyace el territorio de cuatro países sudamericanos: Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay. Lo describe como un conjunto de rocas arenosas, depositadas entre 200 y 130 millones de años atrás, que abarcan en total una superficie aproximada de 1.200.000 km². En un 10% del territorio se encuentra aflorante y en el resto cubierto por basaltos y otras formaciones sedimentarias más modernas. Ubicado al sudeste de América del sur, entre los 12° y 35° latitud sur y 47° y 65° longitud oeste. La distribución por país es: Argentina, 225.500 km²; Brasil, 840.000 km²; Paraguay, 71.700 km²; y Uruguay, 58.500 km². Dicha área cuenta con una población de 23 millones de habitantes de los cuales más de la mitad se abastecen del mismo.

En lo que respecta al Uruguay, el informe GEO (PNUMA, 2008), en el capítulo que trata sobre Aguas subterráneas menciona que el mayor acuífero del Uruguay es el sistema

acuífero Guaraní, que se extiende por 50000 km² (casi 1/3 del área del país), continuando hacia Argentina, Brasil y Paraguay. En la zona Noreste es fuente de agua para muchas ciudades (Rivera, Artigas, Tranqueras, etc.) y predios rurales, mientras que en el litoral actualmente su uso es exclusivamente turístico termal. El agua ingresa en la zona noreste (Rivera, Tacuarembó) donde las areniscas que contienen el acuífero se encuentran en superficie, posteriormente circulan hacia el oeste. El mencionado informe caracteriza el grado de conocimiento de dicho Acuífero como medio.

Según Collazo, Auge y Montañó (2005) la extracción de agua de los acuíferos en Uruguay representa un % muy bajo de la recarga, pero se han detectado problemas locales, o a futuro, tanto en lo referente a la sobreexplotación como en la aptitud para algunos usos. Respecto al Acuífero Guaraní. Se ha reportado contaminación antrópica en Rivera por carencia de saneamiento, siendo que de su subsuelo se extrae agua para el consumo público. Mas detalle sobre la contaminación referida aportan Pérez y Rocha (2002), que determinaron zonas de contaminación por Nitrato en pozos de agua de abastecimiento público, en áreas suburbanas de la ciudad de Rivera. Las mismas se pueden ver en color rosado en la siguiente figura (Figura 2), elaborada por Raikatú (2004) en base al citado trabajo.

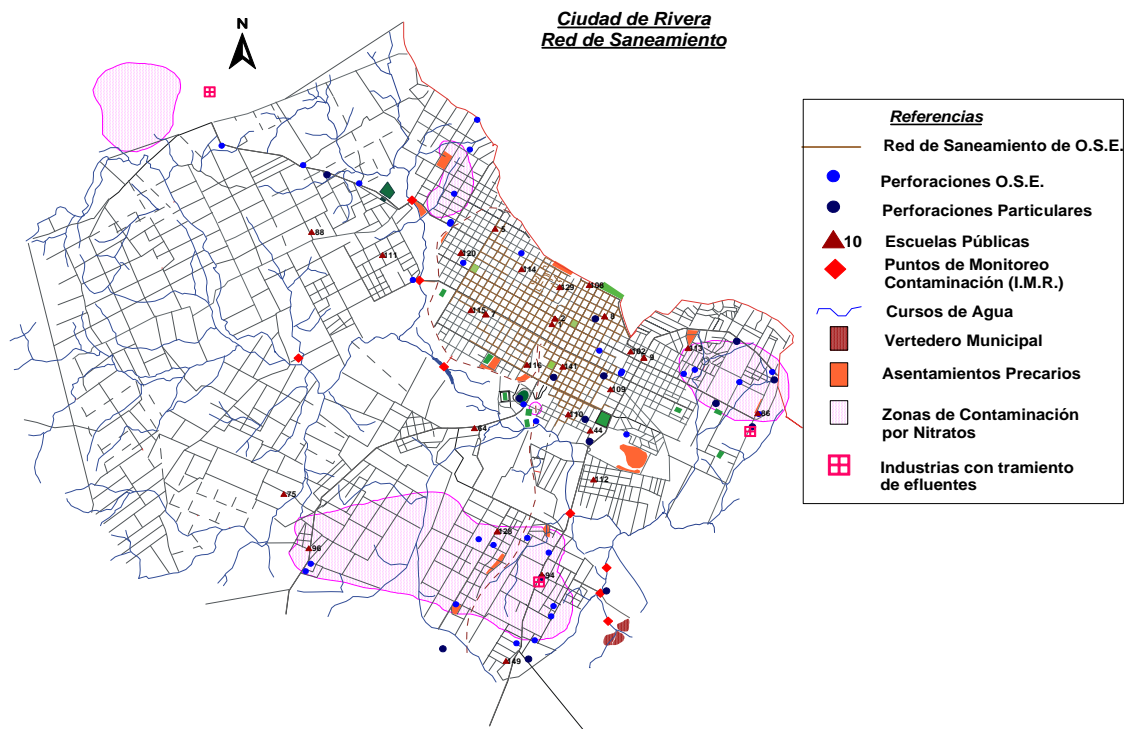


Figura 2- Localización de Contaminación por Nitratos en Pozos de Abastecimiento Público en Rivera
Fuente: Mapa proporcionado por ong. Raikatú

3.1.4 Recarga

La cantidad de agua que penetra al suelo y eventualmente recarga las aguas subterráneas varía con las estaciones y la localización topográfica. La mayor parte de la recarga ocurre durante años o estaciones húmedas, cuando los niveles freáticos se elevan. En áreas con suelos porosos puede ocurrir anualmente una recarga considerable, especialmente cuando hay altas precipitaciones. (LAMOND et al, 1999)

Cuando ocurren las precipitaciones, el agua que tiene contacto con la superficie del suelo puede seguir dos caminos principales: infiltración o escurrimiento (hay otros destinos del agua como por ejemplo la evaporación). El primer fenómeno es muy importante ya que las plantas dependen del agua infiltrada en el suelo para su desarrollo y existencia, y por otra parte la recarga y reserva subterránea de una región depende de la infiltración profunda. Cuando el agua penetra en el suelo, en un primer momento queda retenida hasta que se alcanza la capacidad de campo; luego que ocurre saturación el agua deriva a zonas más profundas incrementando el volumen de agua subterránea retenida por los acuíferos.

La capacidad de infiltración de un suelo puede ser definida como la máxima cantidad de agua de lluvia o de riego que el suelo puede absorber en la unidad de tiempo. La infiltración es la entrada vertical del agua en el perfil del suelo.

El proceso de infiltración depende de varias variables tales como: intensidad y duración de la precipitación o de la aplicación de agua; propiedades físicas del suelo como textura (contenido de arcillas expansivas), estructura, tamaño de los poros, profundidad de la capa permeable, contenido de materia orgánica, grado de agregación, etc.; cobertura vegetal (existencia, condición y cantidad de protección); contenido de humedad inicial y grado de saturación; características físico-químicas del agua que se infiltra; pendiente del terreno; temperatura del suelo y del agua; etc. (MUSGRAVE, 1995 y MORALES, 1996; apud COLLAZO, AUGE y MONTAÑO, 2005).

Los últimos autores citados afirman que en posiciones topográficas altas la cantidad de agua infiltrada y la tasa de infiltración es mayor, por existir menor humedad inicial en el suelo al momento de ocurrir las precipitaciones.

Escurrecimiento: El escurrimiento es la proporción de las aguas de las precipitaciones que no infiltra por el terreno, deslizándose en forma superficial a favor de la pendiente en dirección a zonas bajas donde se concentra en cursos superficiales de agua. Dentro de los cálculos hidrológicos que se hacen para estimar escurrimiento, se incluye el factor cobertura del suelo como importante para determinar la proporción de agua que escurre respecto a la que infiltra. Para estimar coeficiente de escurrimiento, el mismo aumenta al aumentar el % de pendiente, y también en relación a la cobertura vegetal, siendo mayor en cultivos, luego en

pasturas y menor en bosques. Los distintos tipos de suelos tienen también diferentes potenciales de escurrimiento, característica por la que se agrupan en diferentes grupos hidrológicos. (GARCÍA, 2007).

Rodríguez (2005), hace el siguiente aporte sobre el agua:

“El agua químicamente pura, es un líquido difícil de obtener, debido a que es solvente universal y prácticamente todas las sustancias son solubles en ella. A causa de esta propiedad el agua se contamina frecuentemente por las sustancias con las que entra en contacto.”

Integrando los conceptos previos, se concluye que cualquier sustancia que se encuentre en la superficie al momento de ocurrir las precipitaciones, se diluirá en el agua de lluvia, siguiendo los caminos de escurrimiento o infiltración.

Foster et al, (2006) resumiendo los aportes de los conceptos anteriormente expuestos, agregando la función que cumplen los suelos afirman:

“La mayor parte del agua subterránea se origina del exceso de lluvia que filtra directa o indirectamente en la superficie del suelo. Como consecuencia, las actividades que se desarrollan en la superficie pueden amenazar la calidad del agua subterránea. La contaminación de los acuíferos ocurre en los puntos en que la contaminación generada en el subsuelo por emisiones y lixiviados es inadecuadamente controlada en ciertos componentes que exceden la capacidad de atenuación natural de los suelos y capas de cobertura.”

3.1.5. Concepto de susceptibilidad y vulnerabilidad de un Acuífero

En base a lo anterior, surge el concepto de vulnerabilidad de las aguas subterráneas (ROBINS et al 1997, apud WORRAL y BESIEN, 2004), que se ha tornado central en la consideración del riesgo de contaminación de las mismas.

Palmer y Lewis (1998) y el National Research Council (1993) (apud WORRAL y KOLPIN, 2005; WORRAL y BESIEN, 2004) en referencia al término vulnerabilidad afirman que constituye la susceptibilidad del agua subterránea a la contaminación por contaminantes superficiales o subsuperficiales. La vulnerabilidad depende de la combinación de factores de uso de suelo y variables de los diferentes suelos, lo que sumado a las diversas condiciones hidrogeológicas proporcionarán diferentes niveles de vulnerabilidad y requerirán diferentes grados de protección. Destacan que en esta definición el concepto de vulnerabilidad no depende de la naturaleza del contaminante.

La US Environmental Agency (1993), citada por los mismos autores, distingue entre sensibilidad de acuíferos y vulnerabilidad, considerando la sensibilidad independiente de los usos de suelos y características de los contaminantes, mientras que la vulnerabilidad incluye las condiciones de uso de suelo y características de los contaminantes.

Foster et al (2006) mencionan que los acuíferos pueden ser más o menos vulnerables a la contaminación en función de características del subsuelo que pueden retener, transformar o retardar la llegada de los contaminantes, pero esta atenuación

depende de los tipos de contaminantes y los procesos asociados a un ambiente hidrogeoquímico.

La Agencia De Control De La Contaminación De Minnessota (1999) en relación a la contaminación por nitratos, comenta que la sensibilidad de los acuíferos a la contaminación por este último depende del tiempo que le lleva al agua trasladarse de un punto hacia la napa freática o acuífero, pero que en el transcurso de dicho traslado puede ocurrir el proceso de denitrificación. Enfatiza la importancia de conocer las características químicas del acuífero para estimar su grado de contaminación. Hace referencia a que en acuíferos multicapa, con pozos a diferentes profundidades, existiendo entre las capas una zona de transición con características químicas particulares, la misma favorece la denitrificación del nitrato de la capa superior por lo que la inferior no es afectada. Basándose en lo expuesto concluyen que si solo la capa superior se contamina, los pozos de agua para consumo deben ser profundos para extraer agua del acuífero no sensitivo subyacente. Subraya la importancia de la calidad de la construcción de los mismos para evitar ingresos de agua del acuífero superficial de aguas recientes contaminadas hacia el profundo.

Según Foster et al. (2006) para evaluar la contaminación hay que considerar la interacción entre dos variables:

1- Características intrínsecas del Acuífero, dadas por su constitución geológica y las capas que lo constituyen que determinan la mayor vulnerabilidad del mismo.

2- Carga contaminante que ha sido o es volcada al medio por la actividad humana. Son datos que se deben relevar de las zonas que se desea proteger. Los mismos autores aclaran que el movimiento del agua y transporte de contaminantes de la superficie es un proceso lento, puede llevar años o décadas.

Lafleur et al. (2008) combinan los conceptos de sensibilidad intrínseca, que no dependería de los usos de suelos, con los usos reales de suelos, a efectos de determinar el riesgo de realizar determinadas actividades en zonas de alta sensibilidad intrínseca.

3.1.6 Contaminación de aguas subterráneas a causa de Actividades Humanas

Foster et al., (2006) distinguen dos tipos de problemas de contaminación por actividades humanas: Contaminación del acuífero y contaminación de la fuente de captación de agua subterránea.

La contaminación del acuífero se debe a la protección inadecuada de acuíferos vulnerables contra emisiones y lixiviados urbano-industriales e intensificación de cultivos agrícolas. Dentro de los contaminantes citados se incluyen: microorganismos patógenos, nitratos y amonio, hidrocarburos aromáticos, y ciertos pesticidas. La preocupación con la

contaminación de acuíferos se concentra en los acuíferos freáticos o no confinados, donde la profundidad de la napa freática es rasa.

Agregan que para proteger los acuíferos contra la contaminación es necesario restringir , tanto en el presente como en el futuro, el uso del suelo, la emisión de efluentes y las prácticas de devolución al ambiente de los mismos. Indican que es posible manejar el suelo procurando la protección del agua. Para esto se debe clasificar y realizar el catastro sistemático de fuentes de potencial contaminación como paso fundamental en los programas de evaluación del peligro de contaminación y de protección de la calidad del agua subterránea.

Respecto a la contaminación de la fuente de captación, la misma se debe a que dicha captación se realiza de un modo inadecuado, lo que permite el ingreso de agua superficial o rasa contaminada a la fuente. Se cita como contaminantes principales microorganismos patógenos.

Existen dos medidas principales para la protección de la fuente de captación:

1-Perímetro de Protección de Pozos: Foster et al. (2006) explican sobre este concepto que la influencia de una actividad antrópica sobre la calidad del agua subterránea está dada en mayor medida, si existe proximidad de esta actividad con la fuente de abastecimiento de agua (pozo o naciente). Aclaran que la amenaza de contaminación depende específicamente de dos factores: Si la actividad se localiza dentro de la zona de captura o contribución de la fuente y del tiempo de tránsito horizontal del agua en el acuífero desde el local de la actividad hasta el punto de extracción del agua. El perímetro de protección de las fuentes debe ser protegido de contaminantes que se degradan con el tiempo, permitiendo que el mismo sea el suficiente para permitir ésta degradación (el tiempo de residencia en el subsuelo es la mejor medida de protección) y contra los no degradables (en este caso la protección se da a través de providenciar su dilución, o sea minimizando la emisión)

2- Procedimiento para realizar las perforaciones: En el Manual de Perforación... (PSAG ,2007) se presenta una completa guía para la construcción de pozos, tanto en areniscas como en el acuífero infrabasáltico, describiendo los métodos y maquinarias más adecuadas para cada tipo de subsuelo. Respecto a la construcción de pozos tubulares para captación de aguas subterráneas, se hace énfasis en que la ejecución debe ser realizada siguiendo normas de proyecto y construcción de pozos profundos. Para proyectos de riego subraya la relevancia de los volúmenes a extraer (lo que debería ser controlado) y la importancia de eliminar la posibilidad de contaminación por agrotóxicos y otros químicos comunes en áreas de riego.

Dentro del procedimiento descrito para construcción se hace referencia a la elección del sitio a perforar y planificación de caudales a extraer. Se señala que es imprescindible la

instalación de una columna de revestimiento a lo largo de toda la sección perforada, como consecuencia de las características litológicas. También es necesaria una tubería que aisle la formación productora de contaminantes superficiales y filtros en las zonas de producción. Para la captación en zonas de afloramiento de areniscas, se recomienda también la colocación de un sello de cemento de por lo menos 6 metros de profundidad, construido a lo largo de la parte externa del revestimiento inicial.

En el mismo manual, se explica también las condiciones en que se debe realizar los abandonos de pozos. Se resalta que se debe evitar la posibilidad de ingreso de cualquier líquido o sólido al mismo, y evitar la interconexión en profundidad con estratos que puedan tener fluidos de algún tipo.

En referencia a los puntos anteriores, Montañó (en MANUAL GESTIÓN... DINAMA, 2008) recomienda que el perímetro de protección del pozo nunca debe ser menor a 50 metros, donde no se debe realizar ninguna actividad. Además se debe construir una vereda de 50 cm alrededor del pozo para evitar encharcamiento. Los pozos tubulares deben tener tapa hermética. Respecto a la localización topográfica con relación a la fuente contaminante: si el pozo se encuentra en una cota más baja que la fuente de contaminación, se debe cambiar la ubicación del pozo.

Foster et al. (2006) Mencionan la importancia de la caracterización de la carga contaminante del subsuelo generada por una actividad humana, para lo que hay que considerar cuatro aspectos fundamentalmente:

- Clase del contaminante: definida por la persistencia: (según el convenio de Estocolmo para sustancias tóxicas, la vida media del producto químico persistente en el agua es superior a dos meses , en la tierra superior a seis meses y/o en los sedimentos es superior a seis meses)
- Intensidad de la contaminación: definida por la probable concentración del contaminante. Proporción de la recarga total afectada por la contaminación (FOSTER, 1991)
- El modo de descarga del contaminante en el subsuelo: Carga hidráulica asociada con el contaminante; profundidad bajo la superficie a la que el efluente es descargado o donde la lixiviación de residuos sólidos ocurre. (FOSTER e HIRATA, 1991)
- Duración de la aplicación de la carga contaminante.

Respecto a la contaminación de fuentes de aguas superficiales, refieren que una situación relativamente común es la presencia de aguas superficiales contaminadas en las áreas de estudio. Esos cursos presentan peligro para la calidad del agua subyacente y generan una carga contaminante en el subsuelo. El potencial de contaminación del agua subterránea en este caso dependerá de que el curso de agua superficial sea influente o

efluente con respecto al acuífero. (Cabe aclarar que la sobreexplotación puede alterar esta condición.) Por otra parte la calidad del agua que infiltra puede ser mejorada a través de la atenuación natural. En el caso de contaminantes móviles y persistentes difícilmente son removidos y constituirán los componentes mas importantes de la carga contaminante del subsuelo.

Hirata (1993, apud HIRATA y REBOUCAS, 2001) opina que, en muchos casos, un inventario de las actividades contaminantes, acompañado de una definición clara de los compuestos químicos implicados, los procesos desarrollados y las formas de distribución de las materias primas y los residuos, se vuelve más importante que la propia determinación de la vulnerabilidad dentro de un estudio de peligro de contaminación de acuíferos.

3.1.6.1 Acción del suelo sobre la retención de contaminantes

Foster e Hirata (1991): Explican que los perfiles de suelos atenúan gran número, pero no todos, los contaminantes del agua. Los procesos involucrados en la atenuación de contaminantes continúan en profundidad en la zona no saturada. Dichos procesos son: interceptación; atenuación de metales pesados y otros compuestos químicos inorgánicos por precipitación, sorción o intercambio de cationes, biodegradación de compuestos orgánicos sintéticos e hidrocarburos.

En el caso de contaminantes persistentes y móviles, la zona no saturada simplemente retarda la llegada del contaminante a la napa freática, los mismos se diluyen y dispersan asociados al flujo de agua subterránea en las zonas saturadas.

Entre los constituyentes inorgánicos nombrados como adversos a la salud humana se encuentra el Nitrato como el más ampliamente distribuido y problemático por su movilidad y estabilidad en sistemas aeróbicos subterráneos.

Los metales pesados como cromo, cadmio, estaño y mercurio se inmovilizan por precipitación en muchos acuíferos, pero pueden tener un transporte significativo en aguas subterráneas de bajo pH.

Aclaran que los acuíferos superficiales también son susceptibles de contaminación microbiológica.

Respecto al ingreso de contaminantes, el mismo depende de la tasa de flujo natural de agua en la zona no saturada, la que en casi todas las formaciones no exceden los 2 m/día a corto plazo. Es importante destacar que puede haber un orden de magnitud más alto si existe una carga hidráulica artificial, como por ejemplo riego o concentraciones artificiales de agua.

El horizonte de suelo más activo en la atenuación y eliminación de contaminantes es la zona biológicamente activa, como resultado de su mayor contenido en arcilla, materia orgánica y población bacteriana.

Se destaca que los procesos de retardación y transformación de contaminantes orgánicos, son significativamente más lentos o mínimos en suelos arenosos permeables en el afloramiento superficial de muchos Acuíferos.

3.1.6.2 La actividad agrícola, el uso de sustancias químicas y la interacción del suelo con las mismas

García (2008) resume los conceptos básicos fundamentales sobre los Químicos agrícolas (fitosanitarios), entre ellos incluidos los plaguicidas, de la siguiente manera:

“Los fitosanitarios son productos utilizados para combatir los parásitos y enfermedades de las plantas, proteger a los cultivos de los agentes dañinos, aunque no sean parásitos (malas hierbas, algas...) y mejorar cualitativa y cuantitativamente la producción. “

Por lo que en este concepto amplio se incluye plaguicidas, herbicidas y fertilizantes, definiéndose cada concepto de la siguiente manera:

- “Plaguicidas. Son sustancias o compuestos químicos que sirven para combatir los parásitos de los cultivos, del ganado, de los animales domésticos, del hombre y su ambiente.
- Herbicidas. Son sustancias que evitan el desarrollo de determinadas plantas no deseables.
- Fertilizantes. Productos químicos que aportan nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas.”

En la literatura revisada se puede constatar la preocupación que existe en relación a la contaminación de los compartimentos ambientales relacionados a la actividad agrícola, causada tanto por nitratos, como por agrotóxicos. (GUÍA IDENTIFICACIÓN... DINAMA, 2006) Es por este motivo que se sintetiza a continuación algunos aspectos importantes relevados.

3.1.6.3 Comportamiento de Nitratos en suelos y aguas

Prakasa Rao y Puttanna (2000) describen de la siguiente manera las conversiones de nitrógeno en los sistemas suelo-planta. Aclaran que el nitrógeno ocurre en el suelo bajo diferentes formas que se transforman unas en otras como resultado de varios procesos dinámicos, muchos de los cuales son mediados por microorganismos. Estos microorganismos forman parte de la materia orgánica viva del suelo, que está compuesta principalmente por bacterias y hongos (GARCÍA LAMOTHE et al, 2009); también existe una fracción de la materia orgánica descompuesta soluble y una descompuesta de menor

solubilidad y disponibilidad, que integran la materia orgánica del suelo. (QUINCKE et al, 2009).

Continuando con las afirmaciones de Prakasa Rao y Puttanna (2000), los microorganismos actúan en las transformaciones del nitrógeno de las siguientes maneras. La incorporación de amonio (NH_4^+) en compuestos orgánicos por asimilación microbial se denomina inmovilización, mientras que la oxidación de la materia orgánica que produce energía y N inorgánico es conocida como mineralización. Ambos procesos ocurren simultáneamente. En muchos suelos, el nitrógeno inorgánico en forma de amonio (NH_4^+) se transforma rápidamente en Nitrato, previo paso por nitrito, a través de un proceso denominado nitrificación, en el que intervienen bacterias aeróbicas.

El amonio es adsorbido en las arcillas y además tiene baja movilidad, en cambio el nitrato tiene alta movilidad. Las plantas absorben el nitrógeno bajo ambas formas minerales. El nitrato es muy soluble y poco interceptable, lo atrapan las raíces de las plantas, se lava en el suelo con irrigación o con el agua de lluvia o es arrastrado junto con el suelo en la erosión. Bajo algunas condiciones, dependiendo de la disponibilidad de carbono orgánico y en condiciones anaerobias, se puede convertir (por acción microbial) en Oxido nitroso a través de un proceso denominado denitrificación. Este proceso resulta en la liberación de nitrógeno gaseoso (N_2) Oxido nitroso (N_2O) y oxido nítrico (NO). Este último se convierte fácilmente en Nitrato, que retorna al suelo con la precipitación; el óxido nitroso se dirige a la estratosfera y destruye la capa de ozono. El nitrato es inmovilizado, pero brevemente, por los microorganismos del suelo. Los excesos de nitrato se lavan en el suelo con el agua que percola, esto ocurre más comúnmente en suelos arenosos.

Prakasa Rao y Puttanna, agregan que el problema del lavado de nitratos es un problema global, citan datos de límites admitidos de contaminación de agua y alimentos por Nitratos. Para vegetales, el nivel máximo admisible es de 1 mg/kg. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos admite niveles máximos en el agua de 45ppm de NO_3 ó 10 ppm de $\text{NO}_3\text{-N}$. Estos autores hacen mención a las consecuencias de altos niveles de ingesta de nitratos sobre la salud humana: entre otros, varios tipos de cáncer (de boca, colon, gastrointestinales) problemas neurológicos como Alzheimer, demencia vascular, hipertrofia de tiroides.

Casanova (información verbal, 2009) aclara sobre la dinámica del nitrato en suelos arenosos bajo las condiciones climáticas normales de la zona de estudio:

“Queda claro que las mayores pérdidas de nitrato se dan con suelo descubierto y muy escasa con cultivo creciendo. La peor situación o escenario es un suelo de textura gruesa (arenoso), laboreado, sin cultivo (barbecho), luego de un período largo de seca y/o al final del verano. Otro elemento determinante del peor escenario en la movilidad de los nitratos es la diferenciación textural. En la medida que el desarrollo del (horizonte) B es menor en espesor y contenido de arcilla será más propenso al lavado. Generalmente los suelos de esa zona (Rivera) tienen elevada diferenciación. Por último tomando en cuenta lo elevado de las precipitaciones en esa zona, mayores a 1400 mm, si hay acumulación de nitratos en superficie

y ocurrencia de lluvias lixiviantes (mayores a 50 mm por lo menos) es esperable que ocurra arrastre de nitratos. Hay un concepto que no es menor y es poco manejado, cuando los nitratos del suelo pasan al agua libre se concentran. Por ejemplo 10 ppm significan en el agua del suelo solo 10 a 30 % como máximo del volumen del suelo, cuando llegan a la napa pasan a ser el 100% o sea que si eran 10 pasan a concentrarse 10 veces y tendríamos 100 ppm por lo que la magnitud de la contaminación sería elevada.”

Diéguez (2008) por su parte analiza el ciclo del nitrógeno desde la óptica de la producción animal intensiva. Define el sistema suelo-planta animal, donde los movimientos y aportes de nitrógeno son los siguientes. El animal consume nitrógeno de los alimentos (pastura y ración) y excreta parte como heces y orina. El suelo tiene una reserva de nitrógeno mineral, que utilizan los vegetales y además es soporte físico de varias reacciones de transformación del nitrógeno relacionadas a la actividad de los microorganismos. Los vegetales aportan nutrientes a los animales e interactúan con el suelo. Hace énfasis en la diferencia entre gramíneas y leguminosas, ya que estas últimas tienen la posibilidad de realizar fijación biológica del nitrógeno atmosférico a través de la simbiosis con bacterias fijadoras en sus raíces.

Describe la influencia que tiene el clima en la dinámica del nitrógeno, que actúa acelerando las transformaciones con temperaturas medias a altas y alto contenido de humedad en el suelo. Por otra parte, las sequías o bajas temperaturas inmovilizan el nitrógeno y lo hacen menos disponible para el crecimiento vegetal.

En lo que respecta al Balance y Eficiencia de uso del nitrógeno en sistemas pastoriles aclara que éstos son intrínsecamente ineficientes, o sea que hay grandes pérdidas de nitrógeno al ambiente y muy poco es retenido por los animales, cuando se aplica fertilización nitrogenada en el sistema, se estima una utilización del 30%, el 70% restante se pierde al ambiente; ya sea como nitrógeno gaseoso (atmósfera) o como nitrato (aguas superficiales o subterráneas). Para mejorar la eficiencia en el balance de nitrógeno del sistema pastoril, recomienda sustituir la fertilización química por utilización de leguminosas, lo que mantiene la producción de carne en iguales niveles disminuyendo las pérdidas de nitrógeno.

Respecto a la eficiencia de utilización de fertilizantes en sistemas agrícolas, García Lamothe et al (2009) manejan que 30 a 40% del nitrógeno aplicado se recupera en el cultivo, 10% se pierde por erosión dirigiéndose a aguas superficiales y cerca de un 25% percola contaminando aguas subterráneas.

Carriquiry (2009) por su parte menciona que el exceso de nitratos afecta el bienestar y salud animal, menciona la intoxicación por nitratos y nitritos en el ganado. Hace referencia que las plantas verdes, en crecimiento acumulan nitratos, que corren riesgo de transformarse en Nitritos, lo que puede ocurrir en el tracto digestivo de los animales,

causando muerte por insuficiencia respiratoria. Las condiciones que favorecen la acumulación de nitratos en las plantas son:

Especie vegetal: del total de 90, se destacan avena, raigrás, alfalfa, trébol, sorgo, sudán, maíz, trigo, cebada.

Ingresos de nitrógeno: por fertilización, efluentes, corrales

Características del suelo como acidez, aereación, temperatura, deficiencias de fósforo, cobre o molibdeno. Ocurrencia de lluvias posteriores a períodos secos; falta de luz.

Motavalli y Cruz (2004) aclaran que el objetivo del manejo adecuado del nitrógeno en la agricultura es proveer la adecuada cantidad de nitrógeno a los cultivos, minimizando el riesgo de que los excesos contaminen los recursos hídricos. Las fuentes de nitratos citadas son entre otros, materia orgánica del suelo, fertilizantes y estiércol. Aclaran que debido a su fácil lavado en el suelo el grado de movilización del nitrato en el perfil es controlado por el movimiento del agua en el mismo. De esto se desprende que la cantidad de precipitaciones y/o irrigación; cobertura vegetal del suelo, textura, profundidad estructura, pueden afectar este movimiento. También mencionan pérdidas de nitrógeno por denitrificación, erosión de suelos que arrastran depósitos con sedimentos hacia fuentes superficiales, inmovilización temporaria en vegetales. Hacen la consideración adicional de que la contaminación también depende del volumen de agua que en definitiva ingresa a las napas subterráneas, en el cual se diluyen los nitratos y el grado en el cual las aguas subterráneas se recargan.

Lamond, Powell y Devlin (1999) agregan que en tierras agrícolas especialmente irrigadas se aplican mayores inputs de nitrógeno para incrementar rendimientos, la eficiencia de uso del nitrógeno es menor y el potencial de lavado del mismo, mayor. Brindan el detalle de que el amonio, forma en que se encuentra el N en la mayoría de los fertilizantes, se transforma rápidamente en nitratos en suelos a temperaturas por encima de los 10 grados Centígrados. Su aporte fundamental es la idea de que si los inputs de Nitrógeno exceden la cantidad utilizada por las plantas, hay acumulación del mismo en suelo y en consecuencia mayor posibilidad de ser lavado hacia el agua subterránea.

Esto coincide con García Lamothe et al (2009), quienes hacen énfasis en la importancia de la realización de estudios de los balances de nitrógeno, para determinar el impacto de los sistemas de producción sobre la evolución del stock de nitrógeno en el suelo y la consecuente sostenibilidad de las prácticas agrícolas. Incluyen dentro de los aportes de nitrógeno al suelo, el proporcionado por el mecanismo de fijación biológica de nitrógeno, que realizan las leguminosas. También hacen referencia a la estrecha relación entre el ciclo del nitrógeno y el del carbono, que depende de la Materia orgánica, en el suelo. Si el carbono en el suelo es limitante, hay mayor pérdida de nitrógeno por lavado ya que los microorganismos carecen de uno de los insumos fundamentales para sintetizar su materia orgánica, el carbono. Los mismos autores concluyen que para evitar pérdidas de nitrógeno, se debe reponer la diferencia entre el nitrógeno extraído por la cosecha y el que entra por

procesos naturales, mediante el uso de fertilizantes inorgánicos, orgánicos o fijación biológica; poniendo énfasis en la sincronización entre el aporte y la demanda del cultivo.

Lamond, Powell y Devlin (1999) también subrayan que el potencial de lavado de nitratos varía con los tipos de suelos, lluvia y riego; siendo muy alto en suelos arenosos, con altas precipitaciones o bajo condiciones de riego. Dentro de las medidas que disminuyen los riesgos de contaminación por nitratos mencionan las distancias de pozos de más de 100 metros de sistemas de saneamiento, almacenamiento o manipulación de fertilizantes, corrales. También aclaran que los pozos no deben encontrarse por debajo del nivel de las fuentes de contaminación. Los riesgos de los corrales son menores, si se toman precauciones de limpieza y canalización de efluentes, o son utilizados en forma no continua. Recomiendan que para determinar la dosis de fertilización con nitrógeno se debe hacer en base a las necesidades de los cultivos, considerando el aporte de las otras fuentes de nitrógeno que existen en el suelo y también hacen su aporte al cultivo. Otro aspecto importante es la frecuencia de aplicación, fundamentalmente en suelos muy permeables, donde aplicaciones fraccionadas aumentan la eficiencia de uso del nitrógeno y disminuyen pérdidas por lavado.

Para considerar el tema del balance se debe incluir entonces una idea de la demanda de nitrógeno por parte de los cultivos. Por este motivo, a título de ejemplo, se presentan a continuación los requerimientos de nitrógeno en el ciclo productivo, obtenidos en la bibliografía disponible para algunos cultivos. Datos a considerar solo como referencia; ya que para calcular realmente la necesidad de nitrógeno se debe tomar en cuenta un sinnúmero de aspectos concretos locales entre otros: historia previa de las chacras, contenido inicial de materia orgánica, etc.

Lechuga: 9 a 12 g/N por metro cuadrado por ciclo productivo, el ciclo es de 60 días, 15 días en almaciguera y 45 en suelo. (ALDABE, 2000) Utilizando estos datos, se concluye que en un año, período en el que se obtienen 6 cosechas de lechuga, hay una extracción de 60 g de N por metro cuadrado para esta producción.

Acelga: 8-10 g de N por metro cuadrado en ciclo, ciclo de 4 o 6 meses (ALDABE, 2000) extracción unos 25 g/m² por año.

Tabaco: La mayor absorción de nitrógeno se da entre los 21 y 56 días, (TESSENDERLO GROUP) el total requerido es de 160 kg de Nitrógeno por hectárea para una producción de hoja seca de 2500 kg/há (INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE., 2009) que es el rendimiento que se obtiene en la zona (información verbal técnicos Monte Paz, 2009)

Avena: Dado que no se encontró datos específicos de avena, se pone como referencia la necesidad del raigrás, cultivo similar, citada por García, Rufo y Daverede (1999) de 40- 60 Kg N/Há, para producción de 2000 kg MS.

García, Rufo y Daverede (1999) afirman que es recomendable comenzar un programa de fertilización a partir del análisis del sistema de manejo, tipo de suelo, características climáticas y niveles de producción actuales. La base del plan de fertilización es conocer la disponibilidad de nutrientes en los suelos en los que se está trabajando.

Los planes de fertilización deben considerar todos los nutrientes, a fin de lograr una fertilización balanceada, ya que una vez cubiertas las necesidades de un nutriente, otro nutriente puede presentarse como deficiente.

En casos de agricultura continua, se ha observado grandes caídas del % materia orgánica en el suelo (RUFFO y PARSONS, 2004) lo que perjudica el balance de carbono en el mismo. El carbono está estrechamente relacionado con el Nitrógeno en el suelo a través de la relación carbono/nitrógeno, que directamente influye en la fertilidad de los suelos y el desarrollo de los microorganismos importantes para las funciones relacionadas al ciclo del nitrógeno. (GARCÍA LAMOTHE et al, URQUIAGA et al, en SIMPOSIO EFECTOS AGRICULTURA...2009). Rufo y Parsons (2004) mencionan que con el fin de mejorar el balance de carbono, se utilizan cultivos de cobertura, que ocupan el suelo durante los períodos en que no se hace agricultura ;tradicionalmente se han utilizado para controlar erosión, pero pueden cumplir múltiples funciones dentro de los sistemas de producción: reducir la compactación, minimizar la lixiviación de nitratos residuales, incrementar el contenido de carbono (C) y nitrógeno (N) del suelo, controlar malezas y aportar N mineral al cultivo siguiente. Se trata de cultivos de ciclo corto, anuales, invernales o estivales. Una de las especies que se utiliza, citadas por los mismos autores es la avena.

De la revisión previa se concluye que el lavado de nitratos es mayor en suelos arenosos, por su escaso % de materia orgánica y microorganismos asociados. También se debe subrayar que es fundamental tener presente el balance de nitrógeno tomando en cuenta las diversas fuentes de ingresos de N al suelo y la cuantificación de la demanda de los cultivos, para establecer un plan de fertilización racional que minimice contaminación. Es fundamental que el manejo de suelos bajo agricultura, sea realizado de modo de contemplar la preservación y/o reposición de materia orgánica en el suelo, que es la que, en forma conjunta con la arcilla, interviene activamente en los procesos de amortiguación en el ingreso de sustancias químicas al perfil y solución del suelo.

3.1.6.4 Plaguicidas en suelos y aguas

García (2008) proporciona la siguiente clasificación de plaguicidas por su naturaleza química:

- “Organoclorados. Son insecticidas, herbicidas, fungicidas.
- Organofosforados. Insecticidas.

- Carbamatos. Insecticidas, herbicidas.
- Derivados de la urea. Herbicidas.
- Compuestos heterocíclicos. Herbicidas.
- Compuestos inorgánicos. Acciones diversas."

Los plaguicidas pueden ser mas o menos tóxicos, dependiendo del grado de toxicidad del mismo. Este se determina calculando la Toxicidad relativa a través de un ensayo de cálculo de la dosis letal 50 (DL50). Siendo la DL50 ó dosis letal media: "la cantidad de plaguicida capaz de causar la muerte al 50% de los individuos que constituyen el lote del ensayo".

Cabe destacar que si la dosis letal es baja, lo mismo implica que con muy escasa cantidad se puede eliminar la mitad de la población, por lo que son los más peligrosos en términos de dilución. Omaf (1991, apud FAO, 1997) afirma que valores de 0 a 10 son extremamente tóxicos.

A pesar de esto, García, aclara que si la degradación de un plaguicida ocurriera rápidamente, no habría que preocuparse con su alta toxicidad; surge el concepto de velocidad de degradación, altamente relacionado con el de persistencia, que se define como el tiempo que permanece el plaguicida en el suelo manteniendo su actividad biológica. FAO (1997) agrega que los plaguicidas modernos tienen vida mitades breves. Respecto a la velocidad de descomposición y desaparición de los plaguicidas, la misma está influenciada por las características propias de cada suelo.

El mismo organismo internacional observa que a veces los productos de la degradación de los plaguicidas pueden tener una toxicidad mayor, igual o menor que la del compuesto original. Aclara también el concepto de Destino (ambiental), o comportamiento de un plaguicida que depende de la afinidad natural del producto químico con respecto de uno de los cuatro compartimentos ambientales, que son, según Calamari y Barg (1993, apud FAO, 1997): materia sólida (materia mineral y carbono orgánico en partículas), líquido (solubilidad en aguas superficiales y aguas del suelo), forma gaseosa (volatilización) y biota. Este comportamiento recibe con frecuencia el nombre de "compartimentación" y comprende, respectivamente, la determinación de los siguientes aspectos del plaguicida: coeficiente de absorción del suelo (K_{OC}); solubilidad del plaguicida; Constante de Henry (H), y el coeficiente de partición n-octanol/agua (K_W). Estos parámetros son bien conocidos en el caso de los plaguicidas y se utilizan para prever su evolución ambiental.

La misma fuente menciona dentro de los procesos de degradación de plaguicidas, además de reacciones químicas y fotoquímicas, procesos biológicos: microbiológicos, que se desarrollan en suelos y aguas, y metabolismo de los plaguicidas ingeridos.

Respecto a la degradación de los plaguicidas en el suelo, Stephenson y Solomon, (1993, apud FAO 1997) comentan que muchos plaguicidas se disipan rápidamente en los

suelos. Se trata de un proceso de mineralización y el resultado es la conversión del plaguicida en compuestos más simples, como H_2O , CO_2 y NH_3 . Si bien parte de este proceso es resultado de reacciones químicas, por ejemplo hidrólisis y fotólisis, el principal instrumento de mineralización es el metabolismo y catabolismo microbiológico. La microbiota del suelo utiliza los plaguicidas como fuente de carbono y otros nutrientes. Algunos productos químicos, por ejemplo, el 2,4-D) se descomponen muy rápidamente en el suelo, mientras que otros resisten durante más tiempo (2, 4, 5-T). Otros productos químicos son muy persistentes y tardan mucho tiempo en descomponerse (Atrazina)

Tanto García (2008), como Arias Estévez et al. (2007) respecto a la acumulación de plaguicidas en el ambiente mencionan que se debe considerar, tanto a las características del plaguicida como las propiedades del medio en que se encuentra:

1. Propiedades del plaguicida: Estructura química, Volatilidad, Coeficiente de reparto, Solubilidad, Adsorción, Dosis, Presentación. Respecto a su aplicación, Arias-Estévez et al. agregan que se debe tener en cuenta: Método, época del año y hora del día, frecuencia y cantidad.

2. Características del suelo: Coloides del suelo, pH, Estructura y textura, Microorganismos; y del sitio como elevación, localización geográfica, cobertura vegetal (densidad, especies, etc.), usos de otros pesticidas y químicos, drenaje y características del riego en caso que se aplique, ambientes adyacentes y presencia de otros contaminantes.

3. Influencia del medio: Temperatura, Pluviometría, vientos.

Worral y Kolping (2004) aclaran que para entender la naturaleza de la contaminación de aguas subterráneas por pesticidas es necesario pensar en usos de suelos, tipos de suelos, clima, propiedades del acuífero en combinación con las propiedades intrínsecas de los pesticidas tales como solubilidad. En sus conclusiones explican como influyen distintos factores en el ingreso de pesticidas hacia aguas subterráneas en acuíferos poco profundos y describe los mecanismos de acción de los suelos. A mayor profundidad de la napa freática menor posibilidad de detección de residuos debido a mayor posibilidad de degradación o dilución del contaminante. Mayor drenaje de los suelos favorece el transporte de los pesticidas en profundidad. Cuanto mayor sea la cantidad de materia orgánica de los suelos, mayor la capacidad de adsorber moléculas y por lo tanto mas intercepción. Destacan que las propiedades mas importantes de los suelos son las de las capas superficiales, ya que es el primer punto de contacto entre el pesticida aplicado y el suelo, la capacidad de almacenaje de ésta capa es crítica para la contaminación.

Arias-Esteves et al. (2007), en su revisión hacen referencia a los factores que influyen en la contaminación del agua por pesticidas, vía suelos. Explican que los químicos aplicados en superficie pueden ser transportados rápidamente a través del suelo hacia las aguas subterráneas una vez superada la zona no saturada, las hipótesis que lo explican son

flujo preferencial (ELLIOTT et al., 2000; ROULIER y JARVIS, 2003, apud ARIAS-ESTEVEZ et al., 2007) y el co-transporte con materia coloidal (WORALL et al., 1999; HESKETH et al., 2001 apud ARIAS-ESTEVEZ et al., 2007), además de combinaciones de ambas. El grado y la magnitud de dicho transporte están influenciados por múltiples factores que incluyen no solo propiedades del pesticida, sino también del suelo, como procesos hidrológicos del suelo y manejo de la aplicación. Para pesticidas hidrofóbicos su movilidad y riesgo de lavado ha sido correlacionada con la adsorción por la matriz del suelo, lo que se cuantifica con el *K_{oc}*. De todos modos, plaguicidas con *K_{oc}* mayores a 1000 han sido observados en aguas subterráneas y aguas de drenaje (ELLIOTT et al., 2000, apud ARIAS-ESTEVEZ et al., 2007), probablemente a causa de precipitaciones torrenciales ocurridas en corto lapso de tiempo posterior a la aplicación, en suelos con bajo contenido de humedad y patrones de flujo preferenciales. Aclaran que los patrones de flujo del agua del suelo y su pesticida disueltos, pueden ser heterogéneos, proporcionando el ejemplo que en los trópicos el mismo se da a través de galerías de termites. En el mismo trabajo se concluye que existe un amplio campo de investigación en la mejora de las formulaciones de plaguicidas, donde se debe procurar la máxima selectividad para no afectar organismos no plaga o el ambiente circundante, además de mejor interceptación y traslocación de los productos en la planta. En base a esto se propone el uso de plaguicidas microbiales por ser más selectivos. Así mismo mencionan la existencia de nuevas técnicas de aplicación, como las bandas de precisión que reducen las dosis a aplicar y recomiendan usar la menor cantidad de aplicaciones por año o ciclo de cultivo. Por otra parte hacen referencia a la importancia de contar con registros de información sobre aplicaciones de plaguicidas, contando con bases de datos relacionadas a sistemas de información geográfica, lo que permitiría contar con datos reales de inputs que permitan utilizar modelos de simulación de la distribución y transporte de los plaguicidas.

FAO, (1997) destaca respecto a los problemas de contaminación por plaguicidas en los países en desarrollo, que los mismos son algo distintos de los que se observan en los países desarrollados. Se identifica como problemas en los primeros la falta de capacitación de los usuarios en lo que se refiere a la manipulación y aplicación de los plaguicidas, lo que da lugar a la aplicación indebida de éstos, con consecuencias negativas para el medio ambiente y la salud pública.

3.1.7 Contaminantes del agua relacionados a la actividad Agrícola en Uruguay

La Dirección Nacional de Medio Ambiente (2006) indica como actividades potencialmente contaminantes de suelo, las que involucran Plaguicidas: fabricación, preparación, envasado o almacenaje de los mismos, tanto de uso doméstico, agrícola o

veterinario. Así también como los tratamientos de madera que involucran impregnación con preservantes (CCA, pentaclorofenol, creosota).

En relación a modo de disposición y carga contaminante que se emite, el Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola (MANUAL EVALUACIÓN...2007) identifica en relación con las actividades agrícolas:

- Contaminación difusa por uso de agroquímicos, que comprende las siguientes etapas: Uso de agroquímicos (contaminación puntual o difusa), disposición final de los envases (no es contemplada conforme a las leyes ambientales vigentes), fumigaciones aéreas (por empresas con personal no capacitado que ocasionan conflictos con poblaciones u otros rubros productivos)
- Contaminación de la calidad del agua: Aguas superficiales y napas freáticas por uso de fertilizantes nitrogenados y fosfatados, además de pasturas con leguminosas. Manejo inadecuado de efluentes de tambos.

Respecto a la calidad de agua el referido manual, menciona que las actividades realizadas en los predios pueden producir cambios en la cantidad o calidad de las aguas. La producción agropecuaria incluye actividades que vierten aguas residuales sobre efluentes primarios, secundarios o terciarios (por ejemplo: tambos); se realiza deforestación de montes que resulta luego en contaminación difusa por exceso de nutrientes y pesticidas aplicados en la actividad sustituta. Se aclara también que los impactos causados por la explotación en un lugar determinado pueden manifestarse en otros lugares aguas abajo.

Los parámetros a tener en cuenta respecto a calidad de agua para la agricultura, incluyen: Caracterización física (color, olor, temperatura, sólidos, turbidez, contenido de aceites, algas); Parámetros químicos (demanda bioquímica de oxígeno, que mide el contenido de materia orgánica del agua mediante la cantidad de oxígeno necesario para estabilizar la vía biológica, pH, presencia de sustancias como nitrógeno en forma orgánica, amoniacal, nitritos y nitratos y fósforo); y parámetros biológicos (presencia de coliformes, coliformes fecales, patógenos específicos y virus).

Menciona la importancia de algunos contaminantes y enumera sus efectos ambientales:

- a) Materia orgánica biodegradable: compuesta por proteínas, carbohidratos y grasa. La materia orgánica biodegradable se mide comúnmente en forma de demanda bioquímica de Oxígeno (DBO). Su vertido, sin tratamiento, puede producir el agotamiento de los recursos naturales de oxígeno y el desarrollo de condiciones sépticas.
- b) Patógenos: organismos que pueden transmitir enfermedades a través del agua,
- c) Nutrientes: el nitrógeno y el fósforo vertidos sobre el medio acuático pueden producir el desarrollo de organismos indeseables. El exceso de nutrientes produce condiciones de eutrofización, en agua superficiales.
- d) Sólidos en suspensión: producen depósitos y condiciones anaeróbicas,
- e) Ácidos, álcalis y otras sustancias tóxicas: pueden provocar la muerte de peces y crear desequilibrios en los ecosistemas acuáticos.

Para aguas subterráneas recomienda recoger información sobre nitratos, coliformes fecales y conductividad.

Montaño (en MANUAL GESTIÓN... DINAMA, 2008) refiriéndose al modo de impactar negativamente un acuífero a través de la contaminación, explica que se pueden distinguir dos tipos de procesos de contaminación: PUNTUAL: que afecta zonas muy localizadas y DIFUSA, que provoca contaminación dispersa en zonas amplias en las que no se puede identificar un foco principal.

La Unidad Ejecutora del Plan de Acción de Sequía conformada por los Ings Agrs Sganga, Cayssials y Víctora (2004), respecto a la realidad de las fuentes de agua del país mencionan que:

“la información existente sobre calidad y contaminación de aguas es bastante heterogénea y poco sistemática, encontrándose cuerpos de agua con buena cobertura de datos y otras donde la falta de información no permite definir o discriminar situaciones de contaminación. El tipo de análisis con que se cuenta normalmente, permite determinar la presencia de contaminación de tipo orgánica, patógena o inclusive de tipo eutrófica, pero existe poca información que permita diferenciar el tipo tóxico ya sea por metales pesados o por tóxicos orgánicos, principalmente plaguicidas. Sin embargo se ha detectado contaminación en determinadas zonas o subcuencas, dentro de las cuales se identifica la situación de contaminación de los acuíferos sedimentarios en la cuenca lechera, con aumento del nivel de nitratos.

Se ha detectado en la última década, coincidiendo con una mayor explotación de las aguas subterráneas, casos de contaminación de pozos utilizados para abastecimiento de agua, debido principalmente a la presencia de nitratos. Lo más frecuente, es debido a malas condiciones de construcción de pozos, pero ya se ha detectado la presencia de altos valores de nitratos en la globalidad de los acuíferos utilizados.

La mayoría de los casos parece concentrarse en la llamada “cuenca lechera” que abarca los departamentos del sur del país.

Dentro de esta zona, los niveles de nitratos detectados han ido muy altos y han obligado a OSE, a sustituir el agua subterránea por agua superficial, como es el caso de la ciudad de Dolores.

Las causas de este impacto son múltiples y no es posible con el estado actual del conocimiento, determinar cuales son las principales.

Sin embargo se puede indicar que son dos las fuentes principales: el lixiviado de materia orgánica, y la materia orgánica proveniente de aportes líquidos cloacales o de tambos.

En menor término se puede mencionar la lixiviación producida por exceso de fertilización en la agricultura.”

Montaño (en MANUAL GESTIÓN... DINAMA, 2008) aclara que los acuíferos tienen cierta capacidad de autodepuración según el tipo de suelo donde se encuentran. Si la estructura del terreno facilita una zona amplia de aereación, los procesos de depuración son más eficaces. También es muy favorable la abundancia de arcillas y materia orgánica. En cambio en las arenas, la depuración del agua es mucho más difícil y ese tipo de acuíferos es mucho más sensible a la contaminación. Es importante tener en cuenta que las posibilidades de depuración de los acuíferos son limitadas y el mejor método de protección es la prevención.

El mismo autor enumera algunas de las actividades de los tambos que son potencialmente lesivos para los acuíferos: Disposición de efluentes, uso de fertilizantes, uso

de biocidas, disposición final de la bosta seca. Respecto a la disposición de efluentes, comenta que la infiltración no controlada en el terreno facilita el transporte de nitratos, organismos patógenos y tóxicos a Acuíferos. Estos focos puntuales son capaces de contaminar e inutilizar las tomas de agua de las cercanías, ocurriendo lo mismo con los depósitos de efluentes domésticos si los mismos son filtrantes o tienen defectos de construcción que hagan que el líquido residual infiltre o escurra superficialmente. El uso indiscriminado de fertilizantes conduce al enriquecimiento de nutrientes de los cuerpos de agua (nitrógeno y fósforo), mencionando los inconvenientes a la salud que pueden implicar la presencia de exceso de nitratos en el agua.

Respecto al uso de fertilizantes, el Ing. Agr. Zamalvide (información verbal, 2009) aclara que:

“la lixiviación producida por la agricultura se puede minimizar si se aplica los fertilizantes nitrogenados en forma fraccionada, una vez instalados los cultivos y en la dosis adecuada a las demandas en cada etapa del cultivo. El fósforo en el suelo es muy poco móvil, por lo que no sería problema para las aguas subterráneas.”

Hill y Clérici (2008) en estudio realizado en aguas superficiales utilizadas en cultivo de arroz por su parte comentan que el fósforo se dirige a aguas superficiales, mientras que los nitratos tienen como destino las subterráneas.

Continuando con Montaña (en MANUAL GESTIÓN...DINAMA, 2008), en referencia a los biocidas menciona que hay una amplia gama sobre los cuales se ha estudiado los efectos de su vertido al ambiente sin control, y lo que determina en mayor medida su efecto perjudicial son las características de movilidad y persistencia. Aquí incluye plaguicidas, antibióticos, etc. El efecto de la disposición de la bosta seca puede ocurrir en varias etapas del proceso en que la misma por algún motivo se acumule, los problemas asociados a la misma pueden ser: Sanitarios, por los patógenos presentes, tanto para personal como el ganado; Esgurrimiento y/o infiltración de nitratos y coliformes, contaminando aguas superficiales y subterráneas; deterioro del suelo; proliferación de vectores (moscas, roedores).

Dado lo expuesto propone para detectar contaminación de las aguas de establecimientos lecheros realizar el monitoreo de calidad de aguas para control de percolación de efluentes, midiendo la concentración de nitratos y el contenido de coliformes fecales.

Aclara que para aguas de bebida en nuestro país rige un valor máximo de nitratos de 50 mg/lit (OSE) por encima de esta concentración afecta la salud. Respecto a los coliformes, aunque no siempre son patógenos, indican presencia de contaminación fecal y ponen en evidencia problemas sanitarios en la fuente de agua.

Cabe acotar que el MGAP, para habilitar y mantener la habilitación de los tambos, exige el análisis anual de coliformes en la fuente de agua

Perdomo, Casanova y Ciganda (2000) analizaron muestras de aguas superficiales y subterráneas del sudoeste del Uruguay con el objetivo de evaluar nitratos y coliformes e identificar fuentes de contaminación. Los resultados fueron relacionados con características constructivas de las fuentes de agua como profundidad, antigüedad, tipo de construcción y distancia a fuentes de contaminantes. Concentraciones de nitratos y coliformes por encima de lo normal fueron encontradas sobre todo en las aguas subterráneas, no en superficiales. La variable que más determinó la contaminación fue la distancia a fuentes de contaminación puntual como cámaras sépticas, locales de acumulación de residuos o concentración de animales, pero no fueron encontradas relaciones entre contaminación y fuentes agrícolas.

El impacto del uso de plaguicidas fue investigados por Bruno (2005) en Frutivicultura en Canelones, a través de encuestas a productores. En dicho estudio se concluyó que había una falta general de precauciones en el manejo de plaguicidas en su zona de estudio. Los resultados indican que es necesario concentrar la atención en el uso de insecticidas organofosforados y en el manejo de los plaguicidas desde el almacenamiento hasta la aplicación. También se concluyó que los principios activos de mayor riesgo e impacto fueron: Mancozeb, Folpet, Krexosim-metil (funguicidas) Azinfosmetil, Clorpirifos y Parathion etílico (insecticidas), y Glifosato (herbicida).

Hill y Cléricali (2008) en relación a plaguicidas en cultivos de arroz en el departamento de Treinta y Tres, estudiando residuos en muestras de agua superficial encontraron Clomazone, Quinclorac, Propanil y Carbendazim, herbicidas e insecticidas utilizados con mayor frecuencia en dicho cultivo, con niveles superiores a los aceptados para agua potable. En las conclusiones se destaca la no existencia de límites máximos de tolerancia para estas sustancias en aguas de riego dentro de la legislación nacional. No se encontró residuos de nitratos, justificando que los mismos se dirigen hacia las aguas subterráneas, pero si de fósforo en aguas superficiales, por encima de los niveles que permiten la eutrofización. También se encontró cadmio, tanto en la cuenca arroceras como fuera, quedando planteado para estudios posteriores en microcuencas, la procedencia de dicho metal.

3.1.8 Instituciones relacionadas a la gestión del agua, agricultura y ambiente. Legislación en Uruguay

Sganga, Cayssials y Víctora (2004), hacen referencia a la institucionalidad nacional que regula actividades agrícolas, recursos hídricos y gestión del ambiente:

“En relación a la agricultura la institución que promueve y regula en Uruguay dicha actividad es el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP), que tiene dentro de sus cometidos el uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables así como la responsabilidad de su conservación, tarea que compete a la Unidad ejecutora denominada

Dirección General de Recursos Naturales Renovables (RENARE). En referencia al uso de aguas superficiales o subterráneas como fuente de agua para riego, quien regula, registra, otorga es la Dirección Nacional de Hidrografía, dependiente del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) y debe cumplir con los cometidos que le asigne la Ley de Riego en forma conjunta con el MGAP y el MVOTMA. La Ley de Riego autoriza tanto la cesión de la concesión y del permiso del uso del agua, con autorización del MTO y de la RENARE en cuanto al plan de uso y manejo del suelo. Si no se cumple con estos requisitos, la misma se considera nulo de pleno derecho y podría dar lugar a la caducidad de los derechos de uso.”

La protección del Medio Ambiente se cita en el artículo 47 de la Constitución de la República del año 1967 (vigente) el que establece:

“la protección del medio ambiente es de interés general. Las personas deberán abstenerse del cualquier acto que cause depredación, destrucción o contaminación grave del medio ambiente. La ley regulará esta disposición y podrá prever sanciones para los transgresores”.

La Ley N° 16.466 del 19 de enero de 1994 y Decreto 435/994 del 21 de setiembre de 1994 (Evaluación del Impacto Ambiental) declara de Interés General y Nacional la protección del medio ambiente contra cualquier tipo de depredación, destrucción o contaminación, así como la prevención del impacto ambiental negativo o nocivo, y en su caso la recuperación del medio ambiente dañado por actividades humanas. Define como impacto ambiental nocivo o negativo:

“Toda alteración de las propiedades físicas, químicas o biológicas del medio ambiente causadas por cualquier forma de materia o energía resultante de actividades humanas que directa o indirectamente perjudiquen:

- La salud o calidad de vida de la población;
- Las condiciones estéticas, culturales o sanitarias del medio;
- La configuración, calidad y diversidad de los recursos naturales”

Estas actividades están bajo la competencia del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA)., a través de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA), que tiene como cometido la formulación, ejecución, supervisión y evaluación de las Planes Nacionales del Medio Ambiente , la instrumentación de la política nacional en la materia y coordinación con otros organismos públicos nacionales y departamentales en la ejecución de sus cometidos, así como dictar normas y controlar la calidad ambiental.

En la Guía Tratamiento... (DINAMA, 2008) se menciona en referencia a la disposición final de efluentes, que la misma se encuentra regulada por el Decreto 253/79 y sus modificaciones, cuyo control está a cargo de la DINAMA. Se establecen estándares para los efluentes. Los referidos a infiltración directa al terreno, aclaran que solo serán permitidos en zonas rurales, con distancia mínima a cursos de agua, pozos y manantiales de 50 metros.

Por otra parte el decreto de 349/005, hace referencia a el requisito de Autorización ambiental previa para, entre otras actividades, las explotaciones hortícola, frutícolas o vitícolas con mas de 100 hectáreas en un único establecimiento o unidad de producción.

Respecto al marco legal e institucional, Cantón (2004) concluye que la existencia de marcos normativos que pueden contribuir a gestionar de una manera sostenible los espacios rurales del Uruguay es hoy en día algo real en el país y una necesidad asumida en diferentes sectores de la sociedad. Aclara que es necesario reconocer que en un nivel de escalas mayores de manejo espacial rural es necesario seguir trabajando en busca de perfeccionar la normativa y crear otras altamente necesarias (evaluaciones ambientales estratégicas, ordenamiento territorial, etc.).

Agrega que se debe fortalecer la acción de los sectores académicos en cuanto a capacitación para la gestión ambiental del espacio rural a pequeña y gran escala dirigida a todo nivel.

Sugiere que la herramienta normativa debe ser complementada con mayores medios en la fiscalización y control, a los efectos de hacerla más efectiva y para esto la coordinación interinstitucional y el trabajo con los propios actores del espacio rural es fundamental.

3.1.9 Propuestas para prevenir la contaminación agrícola en Uruguay

3.1.9.1 Tambos

El Manual de Gestión... (DINAMA, 2008) hace referencia a los aspectos a considerar para la gestión integral de aguas en establecimientos lecheros y presenta diversos aspectos sobre las opciones de tratamientos de efluentes de los tambos. Menciona que para dimensionar los mismos se debe tener en cuenta: el número total de vacas en ordeño, el tiempo de ordeño y el tiempo en el corral, lo que permite estimar la cantidad de estiércol concentrado en los corrales diariamente. Aporta el dato de que cada vaca por día excreta 2,5 a 6 kilos de estiércol. Este dato hay que dividir en las 16 horas que la misma se encuentra despierta, lo que da la producción por hora, también es importante el tiempo que permanece el rodeo en los corrales para estimar los kilos diarios de estiércol concentrado en esta localización. Proporciona también el gasto de agua promedio por vaca en el ordeño es de 50 litros, pero recomienda que se debería relevar, ya que es muy variable.

Se destaca que aunque exista un número bajo de vacas es importante de todos modos prever tratamiento de los efluentes, ya que si el establecimiento vierte sus efluentes a un curso de agua que abastezca la población o se encuentra en zona de recarga de algún acuífero el destino de los efluentes es relevante.

Las normas legales vigentes para vertidos, están especificadas en el decreto 253/79, allí se categorizan los distintos tipos de cursos de agua y los requisitos para vertidos de efluentes. En los tambos se debe reducir la DBO5 de 2500 mg/l a 60mg/l; los sólidos totales no deben ser mayores a 150 mg/l; y los coliformes reducirse de 10^8 ufc/100ml a 5×10^3

ufc/100 ml. Para infiltración directa sobre terreno, los sólidos totales se deben llevar desde 20000 mg/l a 700 mg/l.

Respecto a la localización de las unidades de tratamiento de los efluentes, los criterios a tener en cuenta son:

- Sitio no inundable y lejano de toda fuente de agua, en suelo arcilloso
- A mas de 100 metros del pozo de agua y pendiente abajo

La información necesaria para dimensionarlas sería:

“Número de vacas en ordeño, sistema de alimentación, método de limpieza, ubicación del pozo respecto al tambo, datos de análisis de agua de consumo, datos del subsuelo (textura, napa freática), ubicación del sistema de tratamiento respecto al tambo, caudal diario de agua utilizado, frecuencia de limpieza.”

El manual propone diferentes alternativas:

- “La mas común es Trampa para sólidos, Laguna anaerobia (profundidad de 3 a 5 metros) Laguna facultativa (profundidad menor a 1,2 mts) Humedales artificiales
- Otra opción es el uso de biodigestores de flujo continuo, con producción de biogás. Aclara que existen unos de polietileno, que son de corta vida, pero de costo accesible. La superficie ocupada por los mismos es netamente menor a las lagunas y lo haría mas indicado para establecimientos de pequeña superficie.”

Respecto al reuso de aguas residuales o abonos orgánicos frescos sin compostar, menciona que hay que tomar en cuenta que existen riesgos de contaminación de los alimentos con parásitos animales en las heces, que pueden contaminar verduras regadas o abonadas con estiércol no compostado.

El ganado por contacto con el agua contaminada se puede afectar con mastitis, parasitosis intestinales, etc. En la publicación se proporciona una tabla de supervivencia de microorganismos en distintos ambientes, de la cual se extrajeron algunos ejemplos ilustrativos que se encuentran interesantes y son relevantes a la zona de estudio (p.139 DINAMA, 2008): Brucella en suelos sobrevive entre 29 y 800 días. Coliformes en cultivos de tomate: 1 mes. Estreptococo en superficie del suelo: 38 días. Huevos de Áscaris: 1 mes en vegetales, 2 a 3 años en suelos regados, 6 años en el suelo.

La Manna y Malcuori (Anexo 6. In: GUIA GESTIÓN... DINAMA, 2008) definen riesgo como la probabilidad de obtener un resultado desfavorable debido a la incertidumbre de no conocer la respuesta que traerá el futuro a una acción que realizamos hoy.

Aplicado dicho concepto a la contaminación de aguas por manejo inadecuado de efluentes de tambo, consideran dos variables para determinarlo:

Riesgo Geográfico: dado por la ubicación de la sala de ordeño, pendientes, tipo de suelo, cercanías de fuentes de agua de consumo humano o animal (arroyos, ríos, napas)

Riesgo predial: Dado por manejo, instalaciones y logística: Horas de ordeño, suplementación en corrales, instalaciones de ordeño, caminería.

3.1.9.2 Regulación del uso de agrotóxicos:

La Junta Nacional de la Granja (MANUAL CAPACITACIÓN..., 2005), respecto al uso de agrotóxicos en la agricultura, asevera que la legislación del país regula su uso para proteger usuarios, animales, consumidores y ambiente. Las áreas reguladas son: autorización, fabricación, importación, venta, distribución, transporte y aplicación. El organismo regulador es el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP). El mismo ha dictado disposiciones dirigidas a establecer las regulaciones, restricciones y prohibiciones que se han considerado necesarias para propender al empleo correcto y eficiente de los agrotóxicos en la protección de cultivos con riesgo mínimo para la salud humana, la fauna y el ambiente.

En Uruguay, la Dirección General de Servicios Agrícolas (DGSA) dependiente del MGAP por el Decreto del Poder ejecutivo 149/77, dispone que todos los plaguicidas de uso agrícola que se vendan en el país deben ser autorizados previamente por la DGSA, distribuirse en envases cerrados y con etiqueta reglamentaria en idioma español.

La legislación establece que la clasificación toxicológica para los plaguicidas sea efectuada por el Centro de Información y Asesoramiento Toxicológico (CIAT), dependiente de Facultad de Medicina-Universidad de la República.

Los usuarios los deben emplear de acuerdo con las normas técnicas señaladas en la etiqueta: Usar productos autorizados, en la dosis y para los cultivos indicados, seguir las recomendaciones para los tiempos de espera y usar equipos de protección personal.

La DGSA puede prohibir la importación, fabricación, venta y uso de plaguicidas si existe información que indique que presentan riesgo para la salud de las personas, animales y ambiente. A modo de ejemplo se enumeran las normas establecidas para los siguientes productos:

Insecticidas organoclorados: Desde 1989 revocación del registro y autorización con única excepción de Endosulfán y dodecacloro, a los cuales se le establecen restricción de uso, concentración formulación y envase. Dodecacloro: se revoca su registro en Junio de 2004.

Hexaclorociclohexano: en 1977 se prohíbe importación fabricación y formulación

Arsenito de sodio: Revocación de registro y autorización de venta a partir de 1988, solo permitido para tratamiento invernal en viñedos

Mercuriales: desde 1988 revocación de registro y autorización de venta

Endrin: Desde 1988 autorizado solo para combate de cotorra con autorización oficial y en envases de 20 litros

Captafol revocación de registro y autorización de venta desde 1990.

Cyhexatin desde 1992 restricción de uso a manzano, peral, citrus y ornamentales con restricción de envase

Paraquat: desde 1991, restricción de concentración de i.a.(ingrediente activo) formulación y envases.

Funguicidas cúpricos: desde 1993 se re-registran los funguicidas en base a cobre los que deberán cumplir con las indicaciones de la FAO sobre normas de calidad de cúpricos y límites de tolerancia de metales contaminantes en los mismos.

Etil paratión, monocrotofos, fosfamidon: 2002: Revocación de registro y autorización de venta.

Metamidfos: 2002: Restricción de productos en concentración de activos, uso (solo papa) y método de aplicación

Metil paratión: 2002 Restringido su registro y aplicación solo a frutales, especificando tiempo de espera, método de aplicación y concentración máxima de i.a

3.2 Descripción del contexto

3.2.1 Ubicación del SAG y zona de estudio en el mismo

En la figura 3 se puede ver la localización y extensión del SAG en América del sur con la localización de la zona de estudio en el mismo. El color verde oscuro representa las zonas de afloramiento de las areniscas, que como ya se mencionó constituyen el 10 % del área total.

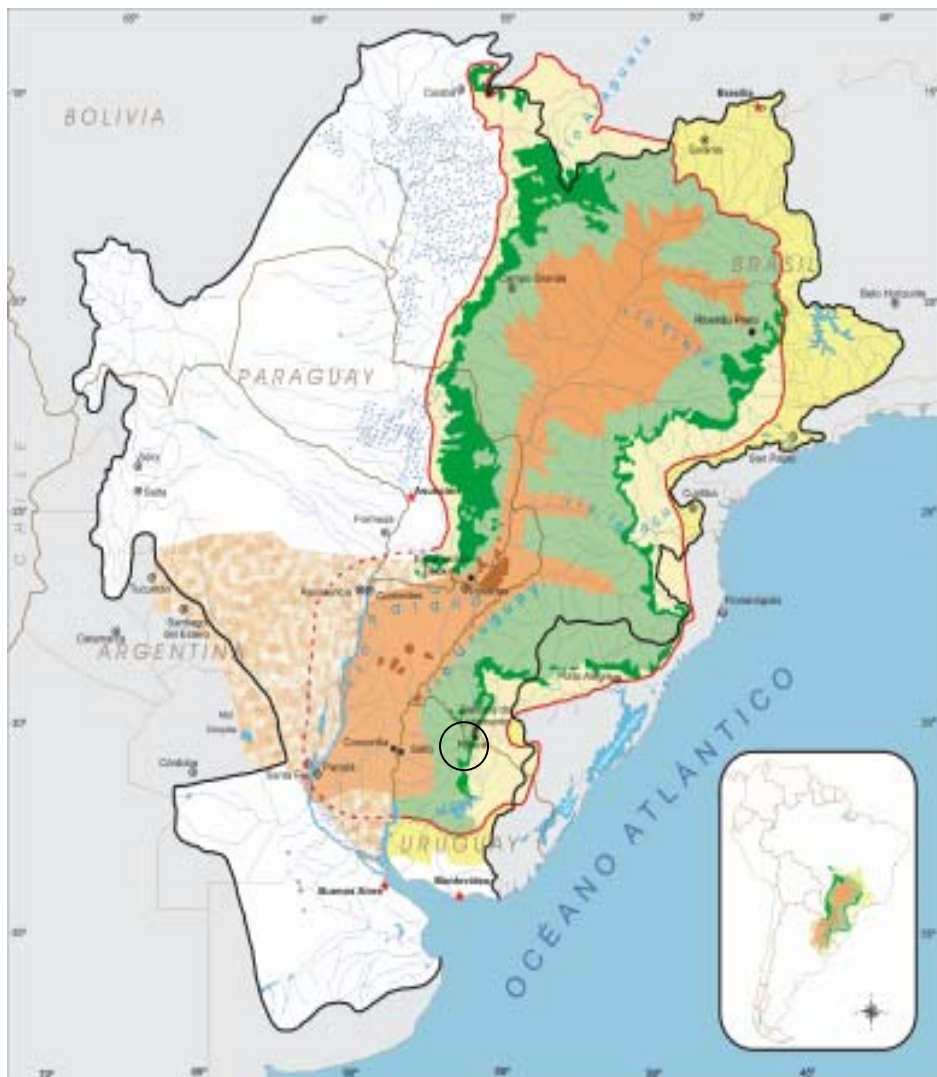


Figura 3- Extensión del SAG y Localización Zona de Estudio

Fuente: PSAG: UNPP, Brasil (2000)

En la siguiente figura (Figura 4) se puede ver una aproximación a la zona de estudio con mayores detalles, el contorno verde corresponde al acuífero aflorante que rodea la

ciudad capital del departamento de Rivera, Uruguay, digitalizado a partir de mapa publicado por Collazo, Auge y Montañó (2005) . El círculo muestra un radio de 10 km de la ciudad en donde se localiza la casi totalidad de los predios agrícolas intensivos del departamento que desarrollan su actividad sobre el afloramiento. Se delimitó también en forma digital el contorno aproximado de la ciudad y su contorno suburbano.

Area de estudio sobre Acuífero Guarani

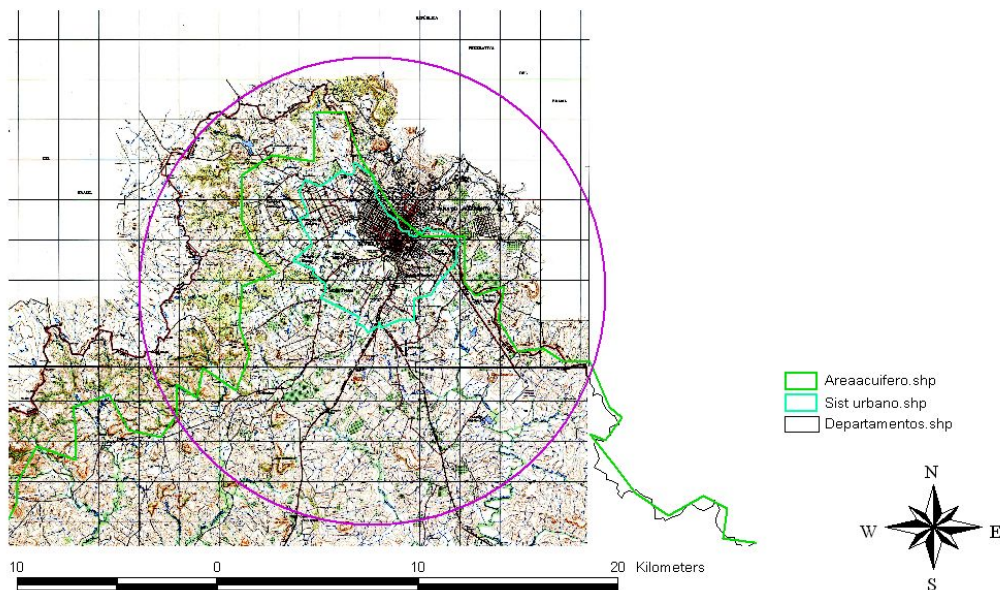


Figura 4- Delimitación del Área de Estudio.
Fuente: la autora.

3.2.2 Localización y características de la Zona de estudio

Se define como zona de estudio en un principio la zona rural periurbana a la ciudad capital de departamento en un radio de 10 km, ya que en esa área se concentran las actividades agrícolas intensivas que abastecen la misma e implican un uso intensivo del agua, fertilizantes y/o agrotóxicos. La zona definida abarca en su mayor parte la cuenca alta del Arroyo Cuñapirú hasta su intersección con la del Arroyo Curticeiras, que hace su aporte a la anterior.

Se hará énfasis dentro del presente estudio en los usos de suelos sobre las cuencas completas que se encuentran en la zona de estudio, por tratarse de una unidad mas adecuada desde el punto de vista hidrológico. En la siguiente figura (figura 5) se muestran las mismas: en color amarillo cuenca del Cuñapirú, color salmón cuenca del Curticeiras, principal afluente del Cuñapirú en la zona delimitada

Cuencas del Curticeiras y alta del Cuñapirú

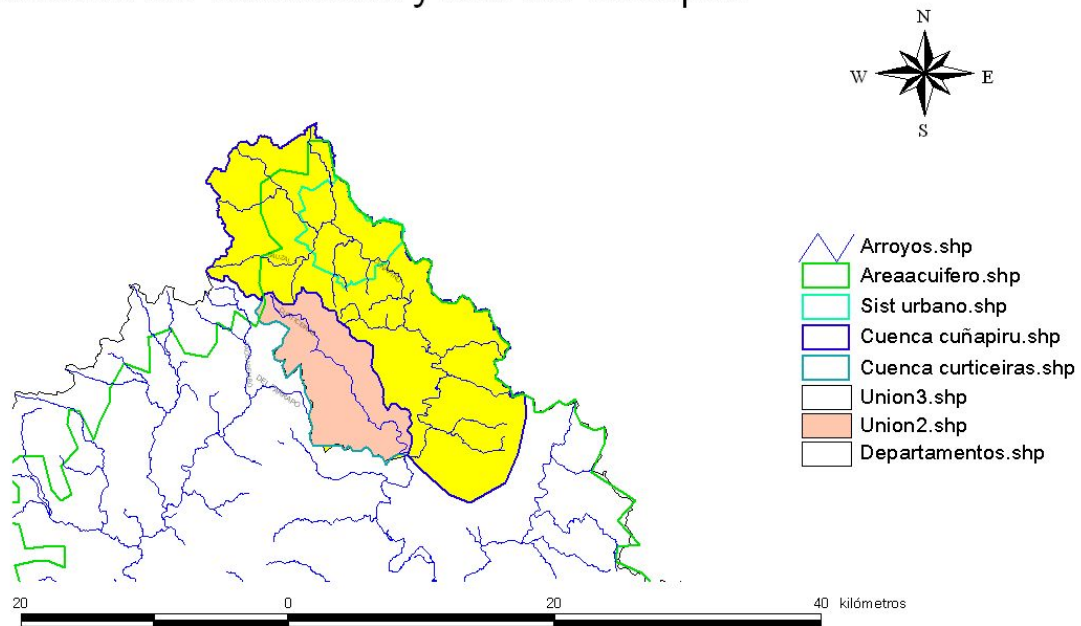


Figura 5- Delimitación de zona de estudio.

Fuente: SIG elaborado por autora

Nota: Se ve localización de la planta urbana de la ciudad de Rivera, el contorno del afloramiento del Acuífero Guraní y el curso de los arroyos principales estudiados.

Incluida en el área delimitada se encuentra la zona periurbana de la costa del arroyo Cuñapirú, que abarca el Plan Desarrollo... (IDR, 2004), la misma se muestra en detalle en el siguiente mapa a menor escala. (Figura 6)

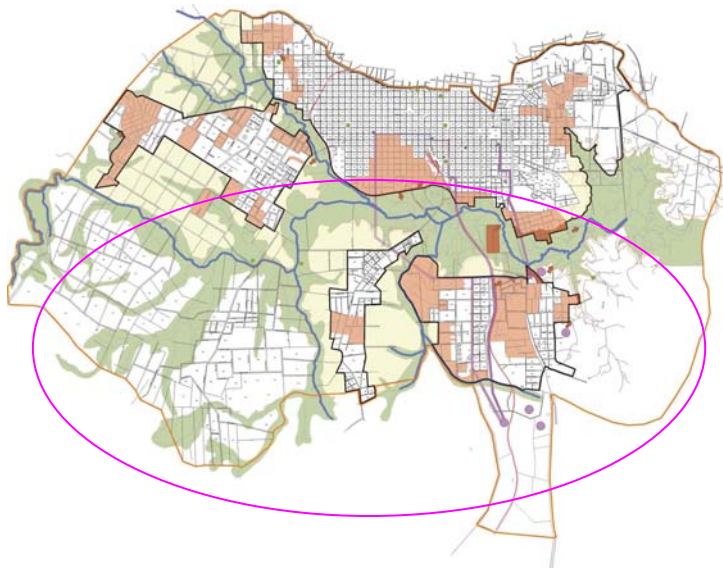


Figura 6- Mapa Zona Urbana y Suburbana Incluida en Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Microrregión de Rivera

Fuente: IDR (2004)

En la zona señalada en la figura, se realizan actividades productivas intensivas: fundamentalmente Tambos de pequeña escala y Horticultura, es propuesta en el referido de desarrollo como zona de recuperación ambiental. En el mismo se menciona específicamente para la protección del SAG, que los niveles piezométricos del Acuífero sean identificados en cada emprendimiento individual potencialmente agresivo, abarcando los que incluyan utilización de agroquímicos. Se menciona dentro de los sectores de gestión vecinal del plan, las chacras de Villa Sara y Lagunón como modelo agrícola ambientalmente sustentable (IDR, 2004). Es importante agregar que dicho plan, a la fecha aún está para ser aprobado por la Junta departamental.

3.2.3 Características del SAG en zona de estudio

La característica más fundamental del Acuífero en la zona demarcada es que se encuentra aflorante, su profundidad: según estudios de Pérez y Rocha (2002), es no mayor a 40 metros. Según Collazo Auge y Montañó (2005) está entre 20 y 40 metros. Silverio et al, (2005) cuantifican el área aflorante en Rivera-Livramento con una superficie de 11,09 km², que ocurre principalmente en Rivera asociado al lecho del arroyo Cuñapirú y en Livramento al arroyo Carolina. Afirman que es posible que las áreas de afloramiento de areniscas sean áreas de recarga directa.

Sobre el afloramiento, el Programa Estratégico de Acción para la protección y uso sostenible del Sistema Acuífero Guaraní (OEA, PSAG, 2008) refiere que esas áreas pueden actuar como zonas de recarga y de descarga. Incluso en áreas de descarga regional, es posible tener también recargas locales. Hay interacción entre las aguas subterráneas y superficiales y generalmente los flujos de base de los ríos y otros cuerpos de agua vienen del SAG. En esas áreas, el acuífero es de tipo libre (o semiconfinado en algunas situaciones específicas) y el origen del agua de recarga es principalmente la precipitación. Son aguas jóvenes de circulación rápida, generalmente potables. Presentan de alta a elevada vulnerabilidad a la contaminación antrópica.

Rodríguez et al (2006), refieren que el acuífero tiene un comportamiento multicapa, mencionando que se pueden identificar tres niveles hidráulicos, uno en basalto a una cota superior que recarga en forma indirecta el Acuífero somero en areniscas de Rivera, cuyas aguas son similares al agua de lluvia. Por debajo de éste hay un acuitardo de unas decenas de metros de espesor y alto contenido de arcilla que regula el flujo entre los acuíferos granulares, en profundidad un Acuífero granular con un espesor de mas de 100 metros, que es recargado por el somero.

En los estudios llevados a cabo hacen referencia que las areniscas aflorantes del área próxima a la ciudad presentan agua subterránea en un primer nivel de aporte ubicado entre los 10 y 20 mts de profundidad en zonas de altura media. Esta característica y la facilidad para efectuar perforaciones por el método de percusión manual han hecho que los pozos de la zona suburbana sean realizados por empresas informales, que realizan entubado de los primeros 10 metros continuando el pozo desnudo hasta alcanzar el primer nivel de aporte. De los pozos que estudiaron en Rivera, el 30% se ubican en niveles someros y solo el 16% llegan a más de 100 mts de profundidad, que en general son los que abastecen la ciudad de agua potable. Se hace la salvedad que al no existir una base de datos sistematizada, es posible que no estén incluidos en estas cifras muchos pozos de menores profundidades.

Estos datos son reafirmados por Lafleur et al (2008) que mencionan también la no existencia de un catastro de pozos, por lo que no se conoce la cantidad exacta de perforaciones en funcionamiento, afirman incluso que hay empresas que realizan perforaciones en la zona, sin ninguna clase de requisito ni registro. Por lo que han obtenido información incompleta de 47 perforaciones no registradas, generalmente someras y diseminadas en el área del piloto.

Según Collazo, Auge y Montañó (2005) la Zona Norte, donde se localiza la ciudad de Rivera se caracteriza por ser una zona de recarga. La dirección de flujo del agua subterránea es hacia Arroyo Cuñapirú al N y al Arroyo Curticeiras al S, coincidiendo la divisoria de agua superficial con la subterránea.

Rodríguez et al (2006), mencionan referencias variadas sobre el volumen anual de recarga en las areniscas aflorantes de la zona. Para proporcionar algunos ejemplos citados: Silva Busso (1999) sugiere una recarga de 3,5 % de las precipitaciones como tasa de recarga. Pacheco (2004) realizando un simple balance en un área ejemplo de recarga, calcula un valor de 50,2 mm/año. (BUSSO, 1999; PACHECO, 2004 apud. RODRIGUEZ ET AL., 2006)

3.2.4 Otros datos relevantes de la zona

Según la Dirección Nacional de Meteorología, (DNM apud. COLLAZO, AUGE y MONTAÑO, 2005), la precipitación media anual de la zona es de 1617 mm, promedio elaborado en base a datos del período 1961-2000. Aunque lo que caracteriza mayormente las precipitaciones en el Uruguay es la variabilidad. (BAETGHEN, 2004 apud CÁNEPA información verbal. In: JORNADA...,2007).

La topografía de la zona, según Durán, Califra y Molfino (1999) está conformada por un relieve predominante de colinas y lomadas fuertes (8–15% de pendiente). En la zona

delimitada comprende desde la cota 250 hasta 180. (Cartas H7 y H8, SGM 200?). Pérez y Rocha (2002) realizan la puntualización que los cordones de cerros asociados a grandes pendientes originan concentraciones de flujo que incrementan la recarga.

3.2.5 Características de los suelos

Según Durán, (1985) los suelos de la zona se clasifican como desaturados lixiviados. La intensa lixiviación ha provocado una pérdida de bases muy marcada y fuerte acidificación del perfil. Son suelos bien desarrollados en los cuales ha habido un fuerte lavado de arcillas.

Según la carta de suelos (MGAP, 2001) pertenecen a la formación Rivera: con suelos dominantes Acrisoles ócricos abrupticos y típicos; suelos asociados Luvisoles ócricos albicos e Inceptisoles ócricos. Durán (1985), resume sus características químicas relevantes:

Acrisoles: Saturación en bases 35% (a pH 8,2) contenido muy bajo de materia orgánica, llegan después de décadas de agricultura intensiva minifundista a 0,3-0,5%; presencia de aluminio intercambiable (entre 30% en horizonte A y 50% en el B, el autor afirma que el mayor contenido del horizonte B se debe a la mayor acidificación de dicho perfil a causa de la lixiviación). Son suelos bien drenados que aparecen en topositos de drenaje externo muy rápido (laderas altas de forma convexa y pendientes fuertes). Las arcillas de estos suelos son de baja a media actividad química (20 a 25 me/100 g)

Luvisoles: Son los menos empobrecidos, la desaturación afecta solo al horizonte B, contenido de materia orgánica entre 1,5% y 2%, que disminuye en profundidad, pero aumenta en la parte superior del horizonte B. Presencia de aluminio intercambiable. Suelos de drenaje natural bueno o moderadamente bueno, fuerte o medianamente ácidos (pH 5,6; que disminuye en profundidad), reducida capacidad de retención de bases (3-6 meq/100g)

La equivalencia de los tipos de suelos según la soil taxonomy (DURÁN CALIFRA y MOLFINO, 1999) corresponden a Hapludults (Acrisoles) y Hapludalfs (Luvisoles), caracterizados por baja a media actividad química de los coloides inorgánicos dominantes en estos suelos.

Considerando su comportamiento respecto a infiltración y escurrimiento: García (información verbal. In JORNADA... 2007), aclara que el potencial de escurrimiento para los suelos de la formación Rivera, corresponden al grupo hidrológico B, que tiene las siguientes características: Potencial de escurrimiento moderadamente bajo, con infiltración arriba del promedio después de una humectación completa.

Durán (1985) observando las propiedades de estos suelos, propone que para utilizarlos en forma sustentable se deben exigir prácticas agronómicas concretas: laboreo reducido, curvas de nivel, fertilizaciones y enmiendas, rotaciones largas, etc.

En referencia a las rotaciones largas, estos suelos fueron incluidos en la Ley Forestal N° 15939 (aprobada en 1988), como suelos de prioridad Forestal. El objetivo que se perseguía era utilizarlos teniendo en cuenta sus buenas propiedades físicas y protegerlos

de la erosión y el lixiviado producidos por los cultivos anuales y manejos tradicionales. Otras opciones de rotaciones largas son la fruticultura y viticultura.

3.2.6 Enumeración de los usos generales de suelos sobre área de trabajo: urbanos, agrícolas, industriales

3.2.6.1 Uso urbano

Dado que los objetivos del presente estudio no incluyen el uso urbano e industrial de los suelos, el mismo será mencionado en forma sucinta, para lograr una visión adecuada del contexto.

La plata urbana ocupa 38,3 Km. ² (Fuente: SIG). Es importante destacar que según el Instituto Nacional de Estadística, en el periodo 1985-1996 la ciudad de Rivera presenta un crecimiento elevado y desequilibrado; la ciudad formal creció 2,7% y su periferia 43,4%. (INE, 1996, apud. MAZZEI, 2000)

Según Barrenechea, Rodríguez y Troncoso (PNUD-ART, 2008), la población total del departamento se sitúa en 104.921 personas (3,2% del total país y 5,5% del interior). Muestra una estructura más joven respecto tanto a la del interior, como a la del total país; especialmente en el tramo de 0 a 14 años (y más nítido entre 6 y 14 años). La distribución por área geográfica es mayoritariamente urbana (89,1 %), con una población rural que engloba aproximadamente 11.500 personas (restante 10,9%). Las proyecciones indican que la población del departamento continuará creciendo en los próximos 20 años a un ritmo similar al registrado en la última década, alcanzando los 126.500 habitantes al 2025, siendo una de las evoluciones más altas del país, superando la proyectada para el interior y el total nacional. Esta evolución global esconde una dinámica espacial con menos pobladores en el área rural (expulsión del medio rural cercana a 4.000 habitantes) y más pobladores urbanos (24.000 habitantes), tendencia general esperada en todos los departamentos, no obstante, Rivera presenta la particularidad de ser, en términos comparativos, el departamento que muestra mayor expulsión del medio rural, por el mayor tamaño de las nuevas explotaciones vinculadas al desarrollo forestal y agropecuario.

La distribución de la población según localidades denota una alta concentración en la ciudad de Rivera (capital departamental) La evolución demográfica y la tendencia de expansión de la ciudad han llevado a que se consoliden en la periferia suburbana, e incluso rural, barrios y asentamientos que albergan a un importante contingente de pobladores: 77.000 habitantes, 73% de la población total del departamento y 82% de su población urbana. Este es un claro indicio de una elevada concentración de la población en torno a su capital.

El agua subterránea juega un papel fundamental, ya que es la principal fuente de abastecimiento de agua potable de estos centros poblados, a través de perforaciones realizadas por Obras Sanitarias del Estado (OSE) para captación de agua subterránea (70%) y por agua superficial (30%). (COLLAZO, AUGE y MONTAÑO, 2005)

En lo que respecta al saneamiento, la ciudad de Rivera en 2004 estaba cubierta en un 38%. La causa principal de este escaso porcentaje, fue el rápido crecimiento demográfico que no se vio acompañado por la construcción de nuevas redes de saneamiento. Actualmente, según Lafleur et al (2008), se ha alcanzado el 62% de cobertura de saneamiento, quedando sin servicio los barrios de baja densidad poblacional. Lo que coincide con lo divulgado en el Proyecto Urbanístico de la Zona Sur. (IDR, 2008)

3.2.6.2. Usos agrícolas intensivos de la zona

Según imágenes elaboradas por MGAP-DIEA en base al Censo General Agropecuario del año 2000 (figura 7), se puede ver que hay entre 0,4 y 0,05 explotaciones familiares lecheras por km² en alrededores de zona urbana, la mayor concentración de Tambos en el departamento, mientras que sobre el resto la densidad es menor. Es una situación de intensidad algo menor a la de la cuenca lechera de Florida, San José y Soriano, y la superficie que abarca es notoriamente más pequeña.

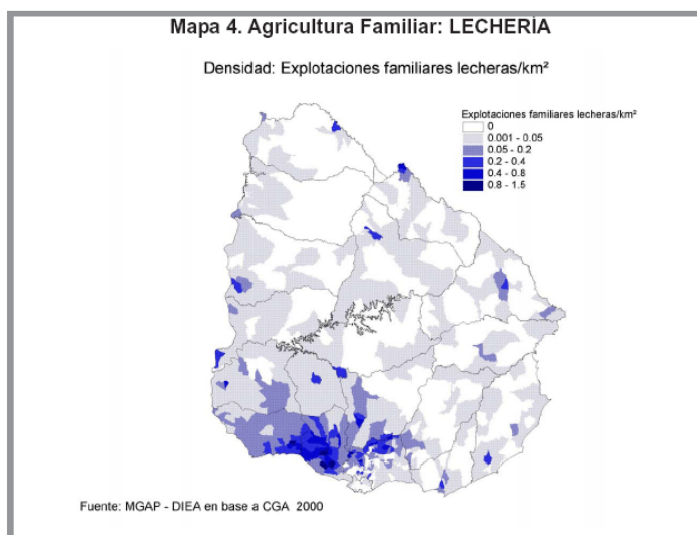


Fig.7- Explotaciones Lecheras
Fuente: MGAP-DIEA en base a CGA 2000

La misma fuente proporciona información sobre el desarrollo hortícola (figura 8) donde se ve una mayor concentración de horticultura en alrededores del centro poblado (0,15 a 0,4 explotaciones por km²). Comparando con otras zonas hortícolas del país su desarrollo en superficie y número de explotaciones es notoriamente menor. La horticultura

de la periferia urbana es de orientación más intensiva, e incluye área cubierta y utilización de riego por goteo. En esta misma zona Monte Paz cuenta con 93 háts de Tabaco contratados a diferentes productores. (Información verbal MONTE PAZ, 2009)

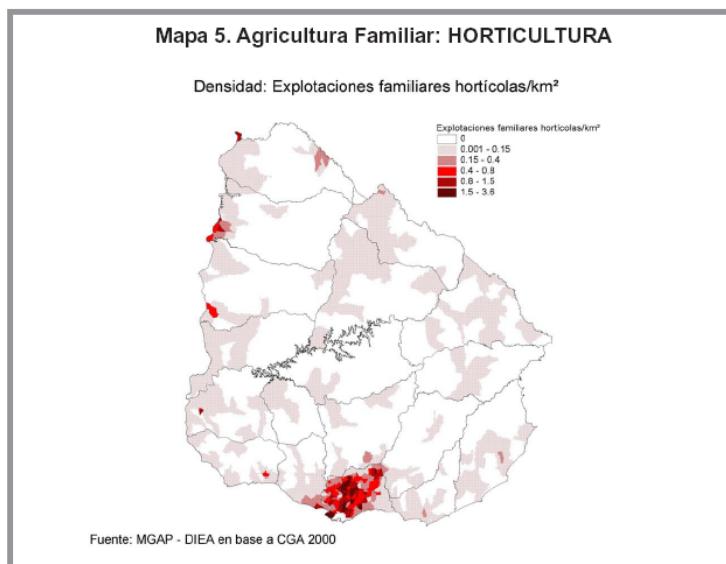


Fig.8- Explotaciones Hortícolas
Fuente: MGAP-DIEA en base a CGA 2000.

Por su parte Barrenechea, Rodríguez y Troncoso (PNUD-ART, 2008), agregan que el tabaco es un cultivo que se realiza en pequeñas explotaciones y es intensivo en mano de obra debido a los cuidados que se necesitan. Por cada productor se puede estimar que hay otros dos puestos de trabajo. (En las observaciones hechas a campo, se comprueba que estos puestos en general son ocupados por integrantes de la familia del productor).

La relación con los cultivadores es a través de un contrato anual por el cual se le asegura la compra al productor, el precio se ajusta según una paramétrica y se toma como piso el precio obtenido por el productor el año anterior. La empresa Monte Paz brinda capacitación, entrega de insumos y semilla, garantiza la conservación del suelo y brinda adelantos en dinero para la producción.

Respecto a la horticultura en general, Barrenechea, Rodríguez y Troncoso (PNUD-ART, 2008) afirman que esta actividad granjera puede ser una forma de mantener a la población en el medio rural, población que no puede ser absorbida por el empleo en la ciudad. Se justifica afirmando que la distancia de Rivera respecto a Montevideo y Canelones, que son la huerta del país, ofrece un mercado local cautivo que puede dar oportunidad para el desarrollo de estas actividades productivas de granja y horticultura en los cinturones de Rivera y otras ciudades como Tranqueras.

El Instituto Nacional de Vitivinicultura (INAVI) publica en su página web los datos correspondientes al departamento de Rivera del área dedicada a Viña, actualizados al año

2008. La misma corresponde a 38 hás, todas localizadas dentro del área de estudio. En la misma página se encontró el inventario de Bodegas del departamento, total cuatro, localizadas en la zona rural del área de estudio.

Barrenechea, Rodríguez y Troncoso (PNUD-ART, 2008) En cuanto a uso de suelos en base al censo del año 2000, definen la zona como forestal ganadera, con concentración de horticultura, fruticultura y lechería en la periferia de Rivera e incluyen viveros forestales en la misma.

3.2.6.3. Industrias

Collazo, Auge y Montañó (2005) mencionan que la actividad industrial es incipiente, la principal industria en la ciudad de Rivera corresponde a la planta procesadora de leche Conaprole y en el área rural a pequeñas y medianas plantas procesadoras de madera. Recientemente se han instalado en la zona Franca dos nuevas industrias Forestales para generación de energía con desechos forestales, y fueron adquiridas cerca de 100 hás en la periferia suburbana sobre la Ruta 5, para construir una nueva industria de procesamiento de madera enfocada a la exportación. (Información verbal RICARDO ROYOL, EMPRESA TECNOAGUA, 2007)

Barrenechea, Rodríguez y Troncoso (PNUD-ART, 2008), aclaran que recientemente un aserradero de capitales españoles (TINGELSUR) se ha instalado en la Zona Franca, periferia de la ciudad de Rivera a 5 km del centro sobre Ruta de ingreso, de un tamaño similar al de los otros aserraderos grandes del departamento. Se dedicará a la producción de pallets para exportación. La fase industrial de la madera ocupa actualmente (2007) en forma directa a unas 400 personas.

Otro aserradero importante es URUFOR, propiedad del Grupo Otegui, que está en fase de expansión de sus instalaciones. El grupo maneja toda la cadena de producción y es además propietario de las empresas TILE que se encarga de la comercialización y COFUSA (Compañía Forestal Uruguaya S.A.) que se dedica a la forestación. Esta integración le permite producir madera aserrada de buena calidad (trabaja principalmente eucaliptus grandis). La empresa produce tablillas para madera estructural y tablas para pallets y fabricar envases de frutas. El 90% de su producción se exporta y el resto tiene como destino Montevideo. Hasta ahora los residuos de la madera eran utilizados por los habitantes del barrio La Arenera (próximo al aserradero) que los transformaban y comercializaban. Con las reformas de expansión de URUFOR se instalará una planta generadora de energía con los residuos de madera.

En el Curso de Actualización... (IDR, Oct. 2007) se divulgó la información correspondiente al relevamiento de microindustrias lecheras artesanales y su localización

(Figura 9). Donde también se incluyó la cuantificación de productores de leche que la comercializan sin pasteurizar a las microindustrias o al público.

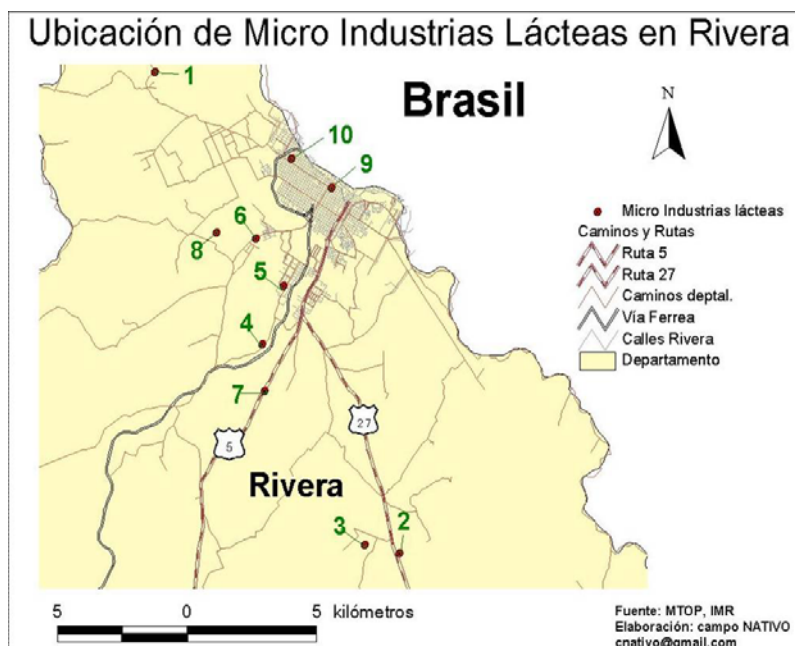


Figura 9- Localización de Microindustrias Lácteas

Fuente: Curso Actualización... (IDR, 2007)

Nota: Se puede ver que siete están incluidas en la zona de estudio.

Barrenechea, Rodríguez y Troncoso (PNUD-ART, 2008) mencionan que actualmente hay alrededor de 5 micro empresas procesadoras de leche (en general, producen parte de la leche que utilizan y compran el resto). Pero se comercializan entre 5 a 6 mil litros/día de leche cruda en la ciudad. La más dinámica de estas microempresas trabaja procesando unos 1200 litros de leche al día.

3.2.7 Contexto socio-económico

Según Barrenechea, Rodríguez y Troncoso (PNUD-ART, 2008) el índice de alfabetización del departamento es mas bajo que el promedio del país 95,1% (en 2006), agrega que 4,4% de la población en edad de trabajar no posee instrucción.

Cuando se analiza la composición del valor agregado bruto (VAB) por sector se destaca que en Rivera las actividades primarias tienen una alta participación en la generación del producto, con un 34% del total, que lo caracteriza como un departamento básicamente agrario. El sector servicios tiene una alta participación en el VAB total. En Rivera, el comercio y los servicios prácticamente representan la mitad del VAB del departamento, el informe aclara que el desarrollo del comercio y parte de los servicios responde a las demandas derivadas de las fuertes vinculaciones fronterizas con Brasil, que condicionan prácticamente la generación de valor y de ingresos y la propia cultura en las

ciudades más importantes del departamento. Concluye que la diversificación productiva del departamento es relativamente baja, con una alta actividad agraria, algunas pocas agroindustrias de tamaño considerable y una red de servicios importante, en general al servicio del comercio fronterizo, la población urbana y el propio agro del departamento.

Un dato importante es que en una mirada comparativa con otros departamentos, la pobreza en las áreas rurales de Rivera es de las más graves de todo el país (18º lugar).

3.2.8 Antecedentes y justificación del estudio

Tanto Collazo, Auge y Montaña (2005), como Lafleur et al. (2008) concluyen la vulnerabilidad intrínseca del acuífero en la zona de estudio es alta y media. Collazo, Auge y Montaña (2005) agregan que es la zona de ingreso de aguas al SAG.

Lafleur et al., (2008) estudiaron la susceptibilidad teniendo en cuenta las características físicas de los materiales rocosos superficiales y subterráneos y la profundidad hasta el nivel de agua, determinando que en las zonas más bajas en las costas de los arroyos Cuñapirú, Curticeiras y aguas superficiales de menor importancia en caudal, la susceptibilidad a la contaminación es media a alta.

Según Collazo, Auge y Montaña (2005), los cultivos intensivos sobre el SAG merecen un estudio aparte, ya que pueden afectar directamente al acuífero por el uso de fertilizantes y fitosanitarios químicos, y la producción lechera por los efluentes que se puedan verter, en lo que respecta a la contaminación del agua subterránea y la incidencia en el Acuífero Guaraní.

Por su parte Lafleur et al., (2008) en lo que se refiere a usos de suelos en la zona, afirman que no existe información consolidada del uso del recurso hídrico ni de usuarios para riego agrícola y uso industrial. La actividad económica y el desarrollo urbano desordenado sobre una zona de afloramientos de las areniscas del Acuífero Guaraní, con niveles muy someros de agua, inclusive surgentes en algunas partes, ya han ocasionado problemas, tales como los elevados índices de nitratos, que han obligado a cerrar varios pozos de abastecimiento público en Rivera, citando el caso mencionado por Pérez y Rocha, (2002) en Rivera, donde se han debido cerrar varios pozos por haberse constatado elevados índices de nitratos. Como ya se mencionó, reportan 47 perforaciones no registradas, generalmente someras y diseminadas sobre la zona aflorante.

El Programa Estratégico de Acción... (OEA-PSAG, 2008) propuesto a la culminación del Proyecto para la conservación y uso sostenible del SAG, que definió la zona piloto Rivera-Livramento como zona de estudio, recomienda realizar un enfoque encaminado a las medidas preventivas, que promuevan la participación ciudadana. Afirma que:

“en la zona piloto, el SAG presenta la característica de ser aflorante. El acuífero es libre, tiene alta vulnerabilidad a la contaminación y la interferencia entre pozos es un aspecto importante para la estimación de la viabilidad económica de la explotación. Las zonas de afloramientos y de recarga son aquellas que son mas fácilmente contaminables. Por lo que es de suma importancia definir en la zona un modelo de gestión que procure proteger el Acuífero de dicha contaminación.”

Dentro de los dos grandes grupos de usos de suelos, el urbano y el rural expuestos hasta ahora, se visualiza diferencias notorias. En lo urbano se ha visto modificaciones positivas ocurridas en planta urbana de la ciudad capital, fundamentalmente en la zona suburbana, que por la densidad poblacional y falta de servicios era la de mayores peligros ambientales hace 4 años, como efecto del trabajo interinstitucional de las distintas instituciones involucradas: IDR (gobierno departamental), PIAI -MVOTMA (programa de integración de asentamientos irregulares-Ministerio de Vivienda), OSE (PROYECTO URBANISTICO...IDR, 2008).

Los trabajos publicados con financiación del Fondo de Universidades del Proyecto Acuífero Guaraní, que fueron enfocados haciendo énfasis en las ciudades, han contribuido con su diagnóstico a la mejora que se está viendo en los cambios introducidos en la gestión del ambiente urbano en estos últimos 4 años.

Por otra parte se puede afirmar que aún no han sido cuantificados los usos de suelos rurales en su impacto sobre los recursos hídricos, tanto en la zona rural de los alrededores de la ciudad como en la zona rural sobre el resto del Acuífero aflorante del departamento, posiblemente por tratarse de zonas con notoria menor densidad de población.

La zona de alrededores es la presumiblemente mas perjudicial en su efecto sobre la calidad de las aguas que infiltran, por existir una mayor concentración de población que en el resto del medio rural y de actividades potencialmente contaminantes por unidad de superficie, fundamentalmente actividades de producción intensivas. Los habitantes de la misma, dispersos en predios rurales de escasas dimensiones, no cuentan en muchos casos con abastecimiento de agua potable ni saneamiento. Los pequeños propietarios o arrendatarios rurales que se dedican a horticultura intensiva utilizando riego o extensiva de Tabaco, tambos de subsistencia, no cuentan con capacidad de inversión para realizar pozos de consumo o productivos, adecuados a los requerimientos del Manual de Perforaciones... (PSAG, 2007). Por este motivo tienen pozos artesanales, algunos utilizados para actividades productivas. No cuentan con sistema de saneamiento ni tratamiento de efluentes domésticos o de origen productivo adecuado; tampoco forma parte de sus problemas principales a resolver ya que en la mayoría no tienen el nivel cultural ni información necesaria para tomar conciencia de estos problemas en su vida cotidiana. Realidad que ha sido captada a través de la observación en el ejercicio profesional como extensionista en la zona, desde el año 2001.

Se puede comprobar también que las acciones realizadas en la planta urbana para la mejora de la gestión ambiental en su conjunto han sido llevadas adelante principalmente por diversas instituciones oficiales, tanto las nacionales como departamentales a través del trabajo interinstitucional, pero no ha habido una participación activa de la ciudadanía involucrada. Recién se están iniciando acciones para promover la participación ciudadana a través de la formación de distintas Mesas donde participan representantes de la Sociedad Civil, relacionadas a actividades económico-productivas rurales o la promovida por el PNUD para el desarrollo local, que pretende el desarrollo de redes territoriales (Programa ART). Existe por lo tanto una red incipiente de instituciones en la zona a estudiar, incluyendo la Sociedad civil.

En la observación preliminar de la zona de estudio, tomando en cuenta lo revisado en la literatura, se han identificado como problemas potenciales de contaminación dentro de la actividad agrícola: 1) la horticultura intensiva con utilización de riego por goteo; 2) La producción de Tabaco, cultivo industrial que cuenta con un sistema de producción que proporciona al productor los insumos necesarios, descontándolos posteriormente de sus ingresos, lo que hace que no existan problemas económicos para la aplicación de fertilizantes y agrotóxicos, por lo cual existe una constancia anual en su aplicación, que se ha prolongado por más de 14 años; 3) Los Tambos, que remiten a la industria Conaprole por lo que cuentan con ciertos requisitos de calidad de leche y de escala de producción que les lleva a mayor uso de agua y mayor generación de efluentes; 4) La viticultura, con un área ocupada de 38 has dispersas en la periferia, cuenta con 4 bodegas localizadas en la zona y 5) Presencia de viveros forestales

A causa de esto es que se propone en este estudio ajustar la descripción de los procesos de producción utilizados en estos rubros, describir los tipos de agrotóxicos y fertilizantes utilizados, sus dosis y frecuencias de aplicación; así como los sistemas de tratamientos de efluentes de los Tambos y domésticos, mediante la observación directa y encuestas a los productores. En la medida de lo posible se pretende cuantificar los aportes de contaminantes de estas actividades y proporcionar una idea de la localización geográfica de dichas actividades, de importancia para proporcionar elementos a la discusión.

4.- MATERIALES Y MÉTODOS

Se sigue en este trabajo la propuesta de Foster e Hirata (1991) de realizar estudios a través de procedimientos simple y rápido, que se pueda llevar a cabo con limitados recursos humanos y que incluya la reunión de información disponible recabada con otros fines. Foster et al. (2002) proponen para la protección de Acuíferos en zonas de alta vulnerabilidad que

como paso siguiente al mapeo de vulnerabilidad en áreas extensas, se realice un levantamiento de datos sobre la carga contaminante potencial producida por las actividades humanas a escala mas detallada en las áreas geográficas de mayor vulnerabilidad. Mencionan cuatro características a determinar de la carga contaminante generada por cada actividad humana sobre la fuente de agua subterránea:

- a. Clase de contaminante
- b. Intensidad de la contaminación
- c. Modo de disposición en el subsuelo
- d. Tiempo de aplicación de la carga.

Con la idea de proporcionar datos en respuesta a esta propuesta, se procedió de la siguiente manera.

4.1 Delimitación de Zona de Estudio

Se realizó el relevamiento de las actividades agrícolas intensivas que se desarrollan y sus procesos de producción dentro del área de estudio. Dicha área corresponde a un área de 27.230 Hás (272 km²), sobre el afloramiento del Acuífero, donde se concentran este tipo de producciones.

4.2 Tipo de Estudio

El presente trabajo coincide con la definición de pesquisa aplicada, Schwartzman (1979), desde que se pretendió obtener un resultado práctico visible en términos del conocimiento de las actuales prácticas utilizadas en la producción intensiva en la franja aflorante, tomando en cuenta la localización, frecuencia de aplicación, naturaleza y concentración de sustancias potencialmente contaminantes volcadas a los suelos a consecuencia de estas actividades. Se toma en cuenta también la capacidad de intercepción de los suelos considerando sus características. Se trata de un estudio de campo descriptivo (GIL, 200?) ya que incluye levantamiento de información en la zona de estudio mediante encuestas, pero utilizando en forma conjunta técnicas de observación y de interrogación.

Por otra parte se trata de un estudio *expost facto*, (GIL, 200?) ya que no se dispone del control de las variables, lo que se busca es describir la situación actual de usos de suelos y establecer su relación con respecto a la calidad de las aguas que ingresan a la recarga, de manera de visualizar el actual estado de situación a éste respecto.

Se focalizó la comunidad de agricultores intensivos y a través de observación directa, que incluyó corroboración de distancias, toma de coordenadas geográficas de pozos en uso

y abandonados, entrevistas a propietarios, entrevistas a informantes de las agroindustrias que los nuclean, solicitud de datos de análisis de aguas al MGAP. Se corroboró que la Intendencia departamental exige análisis de aguas a las bodegas, pero no fueron solicitados dichos datos. En las entrevistas (APENDICE 1) se procuró hacer un muestreo que abarque todas las producciones agrícolas intensivas de la zona y lograr una buena cobertura dentro de la misma. Se entrevistó 9 horticultores intensivos que tienen un área cubierta entre 1120 m² y 5000 m², en la que utilizan riego por goteo; corresponde al total de horticultores intensivos de mayor escala de la zona. Tres propietarios de bodega, uno de ellos además fruticultor, con riego por aspersión en 5 Hás de Durazno. Once de los 16 Tamberos que se encuentran en el área de estudio, incluido el 100% de los que tiene mayor cantidad de ganado. Once de los 38 productores de Tabaco (30% del total), seis de ellos realizan en forma conjunta dos actividades agrícolas intensivas: Tambo y Tabaco.

Para completar la descripción de los procesos fue necesario incluir datos provenientes de la observación participante y sistemática realizada en 8 años de ejercicio de la profesión en la zona como Técnico extensionista. También en lo referente al perfil sociológico de los productores que realizan las actividades agrícolas estudiadas y a los antecedentes de agroquímicos que fueron utilizados y posteriormente prohibidos. En las encuestas se procuró obtener datos cualitativos y cuantitativos como distancias de pozos de abastecimiento de fuentes contaminantes, niveles estáticos, tipo de construcción de pozos, dosis y frecuencia de fertilizaciones y curas, lista de plaguicidas utilizados, procurando incluir algunos datos históricos de plaguicidas que ya no se usan, localización geográfica de las áreas productivas intensivas, tipo de tratamientos de efluentes, situación social de los productores, proceso de aguas y residuos domésticos en los predios.

La información adquirida se procesó para extraer datos de valor estadístico sobre los procesos de producción utilizados en los distintos rubros productivos intensivos en la zona periurbana y establecer su potencial repercusión sobre la calidad de las aguas que infiltran al Acuífero Guaraní aflorante. Se pudo calcular la cantidad de nitrógeno por metro cuadrado que se aporta anualmente en el rubro hortícola intensivo a través de la fertilización, así como el aporte de carga hidráulica por riego por goteo. También se pudo calcular el aporte de DBO₅ y nitrógeno de las salas de espera y ordeño de los Tambos. Se utilizó conceptos obtenidos en la revisión de bibliografía para asignarle importancia relativa a los potenciales efectos de los actuales procesos, procurando tomar en cuenta los elementos teóricos que atenúan el ingreso de contaminantes en profundidad. En el caso de los agrotóxicos sólo es posible presentar los principios activos actualmente utilizados, ya que los productores no llevan registros de curas y proporcionan los datos basados en su memoria. Dado su escasa formación, en algunos casos no conocen los nombres comerciales de los productos utilizados, en algunos casos no distinguen insecticidas de funguicidas, hablando

simplemente de “cura”. Se hace referencia histórica de algunos plaguicidas que fueron recientemente abandonados por sus efectos perjudiciales al ambiente. Los datos se relacionan a la localización geográfica en a través de la georeferenciación de todos los predios.

4.3 Local y Fuente de Datos

Los datos se obtuvieron directamente de la visita a los predios de los productores y realización de encuestas a quienes estaban en el predio. Para identificar y localizar los productores de los distintos rubros se recurrió a varias estrategias: los horticultores fueron localizados a través de la relación entre Grupos de productores hortícolas y el Programa Uruguay Rural del MGAP que les brinda asistencia técnica, por los mismos horticultores agrupados se llegó a alguno de área relevante que no estaba agrupado. A los Tamberos se accedió a través del registro de la oficina de Dirección de Control de Semovientes (DICOSE) del MGAP, que proporcionó los números de padrones, áreas y número de vacas de los remitentes a Conaprole en el departamento de Rivera provenientes de la Declaración Jurada de Semovientes de Julio del año 2008. Los viticultores fueron identificados a través de la página web del Instituto Nacional de Viticultura (INAVI) que tiene registros de nombres de las bodegas inscriptas en el departamento, se visitó productores con bodega por ser las que tienen mayor área asociada de cultivo; quedó sin entrevistar, por cuestiones de tiempo, la mayor bodega y superficie vitícola en el área de estudio.

Se entró en contacto también con la División de Sanidad animal del MGAP y se solicitó mediante carta los datos de análisis microbiológicos de aguas de los tambos, que en las encuestas surgió que es obligatorio como requisito para remitir a Conaprole, de frecuencia anual.

Para el proceso de producción de Tabaco y localización geográfica de los productores se recabó información en la agroindustria Tabacalera Monte Paz. La empresa abastece los insumos y asistencia técnica a los productores, cuenta con registros de las recomendaciones técnicas en cuanto a aplicaciones de agrotóxicos y fertilizantes, y conoce la localización geográfica de todos sus productores.

En los predios visitados y fundamentalmente en las zonas de Villa Sara y aledaños, incluidos dentro del plan de desarrollo territorial de la IDR, se hizo énfasis en la obtención de datos del nivel estático de los pozos (generalmente artesanales), que en acuíferos libres, coincide con el nivel piezométrico (MANUAL PERFORACIONES...PSAG, 2007).

4.4 Técnicas, Instrumentos y Equipos de Recolección, Registro y Análisis de Datos

Como ya fue mencionado en primera instancia se localizó los productores en base a entrevistas a informantes calificados de diversas instituciones: asociaciones de productores, oficina del MGAP, agroindustrias. Posteriormente se realizó encuestas a los productores, haciendo énfasis en los que presentaban una escala de producción promedio o superior a la de la mayoría, en las mismas se incluyó la información a relevar por entrevista y mediciones objetivas in situ. Las entrevistas eran padronizadas, pero se incluyó observaciones e intercambio de algunos datos no incluidos en la misma que se consideraban importantes. Cada productor entrevistado fue localizado con las coordenadas geográficas en un sistema de información geográfico efectuado en el programa Arc. View 3.3. Los pozos artesanales fueron georeferenciados así como los pozos que se secaron y fueron abandonados, se especificó las condiciones de abandono. Se incluye en la encuesta datos relativos al sistema de saneamiento de los predios y proceso de los residuos, así como información relativa a características socioculturales de los habitantes de los predios y su número total, lo que permitió calcular el gasto de agua doméstico per cápita.

Para la obtención de coordenadas se utilizó un navegador Garmin modelo etrex leyend. El sistema de coordenadas utilizado fue la proyección UTM modificada sobre cartas del Servicio Geográfico Militar, con datum Yacaré. Se incluyeron en el SIG: cartas del SGM para la zona, base de datos del MTOP, mapa de suelos del Uruguay escala 1:1.000.000 y los datos que se obtuvieron con el GPS. Se incluyó también el mapa con la localización del afloramiento del Acuífero Guaraní y sus áreas vulnerables, elaborado por Collazo, Auge y Montañó (2005), que fue georeferenciado en el mismo sistema y digitalizado su contorno. En algunos predios se utilizó plomada y cinta métrica para medir profundidad del nivel estático, las distancias desde el pozo a fuentes contaminantes potenciales se evaluó consultando al productor.

El SIG se realizó en Arc View 3.3. El total de hectáreas no urbanas de la zona se obtuvo utilizando las herramientas del Arc View. Se midió el total del área de afloramiento de Acuífero, en la zona de estudio limitada por el círculo de radio 10 km, y se le restó el área ocupada por la planta urbana para cuantificar el área destinada a usos rurales.

Se procesó la información y se delimitó las cuencas del arroyo Curticeiras y Cuñapirú con la localización de los productores. Cada producción en el Arc view tiene un color diferente, lo que permite ver su proximidad y concentración relativa en área. A partir de la superposición de imágenes del entorno geográfico se elaboraron imágenes en JPG con

resúmenes gráficos, que se presentan en los resultados, lo que permite la visualización de la situación.

El formulario que se elaboró para las encuestas se puede ver en el (APENDICE 1).

Los datos recabados se procesaron en planilla Excel (parte de los mismos en APENDICES 2 y 3), se extrajo la información relevante a los procesos mas utilizados, áreas involucradas, cálculo de concentraciones de nitratos aplicados en superficie en las distintas producciones y condiciones de aplicación, uso doméstico y productivo del agua, tratamientos mas comunes de los efluentes domésticos y productivos, así como el cálculo de la importancia relativa a la escala productiva y geográfica.

4.5 Proceso de la información en Excel

Los datos relevados en las encuestas fueron incluidos en tabla Excel para procesarlos, en la misma se introdujeron columnas para calcular gasto doméstico anual de agua y gasto anual de agua para riego en metros cúbicos en caso de horticultura, fruticultura y vivero forestal. Para estimar el aporte de aguas provenientes de la producción en tambos y bodegas, se estimó un área de 50 m² de ingreso de agua utilizada por las bodegas en lavado de envases y en tambos un área de ingreso del caudal extra de 900 m², área promedio que se estimó por observación directa durante las encuestas. Con estos datos se pudo calcular el aporte de agua por metro cuadrado. Para horticultura no se consideró el aporte de las precipitaciones por tratarse de espacios techados con plástico.

Fue estimado el ingreso de contaminantes relacionados al proceso productivo según se detalla a continuación. Nitrógeno: Respecto a los fertilizantes, con la fórmula química, frecuencia y dosis por metro cuadrado, relevados se pudo calcular el aporte de nitrógeno en gramos por metro cuadrado anual para cada rubro. También se dispone del área total que está bajo dicho tratamiento. Para 5 productores se pudo calcular el aporte de nitrógeno a partir del abono orgánico utilizado al contar con los datos de K/m² de abono, utilizando para el cálculo de concentración de nitrógeno, el % de nitrógeno en compost vacuno extraído de Aldabe (2000): 100 kg de estiércol vacuno contienen 1,7 kilos de nitrógeno.

En lo que respecta a los tambos, con los datos obtenidos de número de vacas en ordeño, se calculó, tomando como base relaciones establecidas por Jones, (2003, apud. GUÍA GESTIÓN...DINAMA, 2008) y previa consulta personal realizada a Técnicos de la misma Dirección; los aportes de DBO₅ y nitrógeno anual de los tambos entrevistados. Se tomó el peso medio del ganado lechero del país, que Conaprole estima 535 kilos (en GUÍA... DINAMA, 2008), y aplicando las referidas interpolaciones de Jones se concluye que una vaca aporta 912 g diarios de DBO₅ en el período de 16 horas que está despierta y 218 g diarios de nitrógeno en el mismo período, por lo que en una hora su aporte es 57 grs de

DBO₅ por hora y 13,6 grs de Nitrógeno. Considerando el tiempo que se encuentran en corral de ordeño, el que según el procedimiento propuesto se debe dividir entre 2 para contemplar la salida de animales en el período de ordeño; y el número de veces que el mismo se realiza por día, se puede estimar el aporte diario en el entorno de sala de ordeño para ambas variables.

Agrotóxicos: A partir de los nombres comerciales de los plaguicidas utilizados en el proceso productivo, se obtuvo los principios activos, (GUIA PROTECCIÓN...MODERNELL, 2007). No se pudo estimar con certeza los aportes anuales dado que los productores no llevan registros de las aplicaciones y las respuestas estaban dadas en base a su memoria. Algunos proporcionaron datos muy completos, que incluía consumo anual de cada plaguicida y el área en que se aplicaba. Para Tabaco se tienen tanto las localizaciones como las dosis aplicadas porque son datos que maneja el programa de asistencia Técnica de la Agroindustria Tabacalera. Fueron tomados como válidos los datos proporcionados por los productores para veneno de hormiga, pero no todos los productores incluían el veneno de hormiga como plaguicida, aunque es utilizado en todas las producciones, tanto intensivas como extensivas de la zona. Se observó que los viticultores no incluían los herbicidas dentro de agrotóxicos, no declarando su uso, aunque se ha constatado la utilización de glifosato en las hileras de viña por lo menos cuatro veces por año en observación directa en los cultivos vitícolas de la zona.

4.6 Metodología en Arc. View 3.3

Para la confección del SIG, se utilizó el programa Arc View 3.3. En el mismo se cargaron las cartas geográficas del Servicio Geográfico Militar (SGM, 2000) de Uruguay, que involucran la zona de estudio en formato digital, georeferenciadas. La Carta de Suelos del Uruguay, escala 1:1000000; la base de datos del MTOP que contiene información georeferenciada sobre localidades, cursos de agua, curvas de nivel, caminería, números de padrones, etc. Se georeferenció con el mismo sistema utilizado el mapa de Vulnerabilidad del Acuífero Guaraní elaborado por Collazo, Auge y Montaña (2005).

Se digitalizó el contorno del área aflorante del Acuífero en base al mapa citado por último, y el contorno del área urbana utilizando la carta SGM- H7.

La localización de los productores Tabacaleros se realizó sobre las cartas del SGM en forma conjunta con los técnicos de campo de la compañía Monte Paz. Los Tamberos remitentes a Conaprole se localizaron en base a los números de padrón que proporcionó DICOSE (oficina regional, MGAP), conjuntamente con otros datos provenientes de la Declaración Jurada 2008, utilizando el buscador del Arc.View.

La información de cultivo de vid y bodegas se obtuvo de la página web de INAVI (http://www.inavi.com.uy/sitio/home/fotos/710/datos_departamental.xls); de la misma se extrajo los datos correspondientes al departamento de Rivera de área dedicada a Viña hasta el año 2008. En la misma página se encontró el inventario de Bodegas del departamento, las cuatro, localizadas en la zona rural del área de estudio. De las 4 se encuestaron 3.

5.- RESULTADOS

5. 1. Estudios preliminares a salida a campo

5.1.1. Acercamiento a la importancia de los rubros agrícolas intensivos del área de estudio

5.1.1.1 Superficie de la zona de estudio:

Area de Acuífero aflorante ocupada por sistema urbano: 3.830 hás. (38 km²)

CUENCAS:

Las 3.830 hás ocupadas por el sistema urbano se localizan en la cuenca del arroyo Cuñapirú.

Suma de superficie de cuenca del Cuñapirú y Curticeiras: 27.230 Hás (272 km²)

Superficie de la cuenca del arroyo Curticeiras: 7.207 Hás. (72 km²)

Cuenca del arroyo Cuñapirú, excluida la del Curticeiras (por sustracción) 20.023 Hás (200 km²) la proporción de área ocupada por el sistema urbano es de 19% del área de la cuenca alta del Cuñapirú.

Superficie de la zona destinada a usos rurales: $27230 - 3830 = 23400$ Hás o sea 234 km²

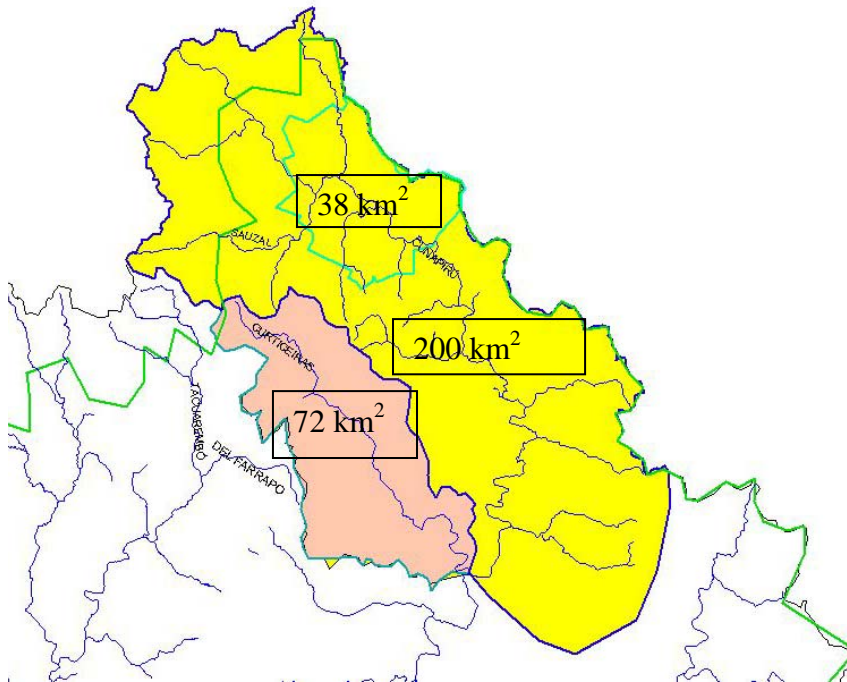


Figura 10- Cuencas en Zona de Estudio.

Fuente: La autora.

Nota: El Acuífero aflorante está delimitado por el contorno verde, zona urbana en contorno verde mas claro

5.1. 1. 2. Lecheros sobre el SAG aflorante en la zona delimitada de estudio

Luego de procesar la información brindada de Dicoise (2008), extrayendo solamente los padrones que se localizaban dentro de la zona de estudio, se comprobó que los mismos totalizan 14 productores. Ocupan 856 háts sobre esta zona, lo que corresponde a 3,6 % del área de las dos cuencas destinada a usos rurales. Como se puede ver en el mapa 76 % de los predios se encuentra sobre la cuenca del arroyo Curticeiras.

El área que ocupan los predios lecheros, por sub-cuenca, según datos proporcionados por Dicoise de la Declaración Jurada 2008: Cuenca del Cuñapirú 273 Hás, 5 establecimientos. Cuenca del Curticeiras 545 Hás, 8 establecimientos. Uno se ubica en el radio de 10 km de la ciudad, pero fuera de las mencionadas cuencas. Considerando la concentración de tambos en la cuenca del arroyo Curticeiras, se calculó el % de área ocupada, lo que dio 7,5% de la superficie total. La cuenca del Cuñapirú en cambio cuenta con el 1,7 % de su área destinada a usos rurales ocupada por tambos.

Ubicación predios lecheros sobre acuífero Guaraní

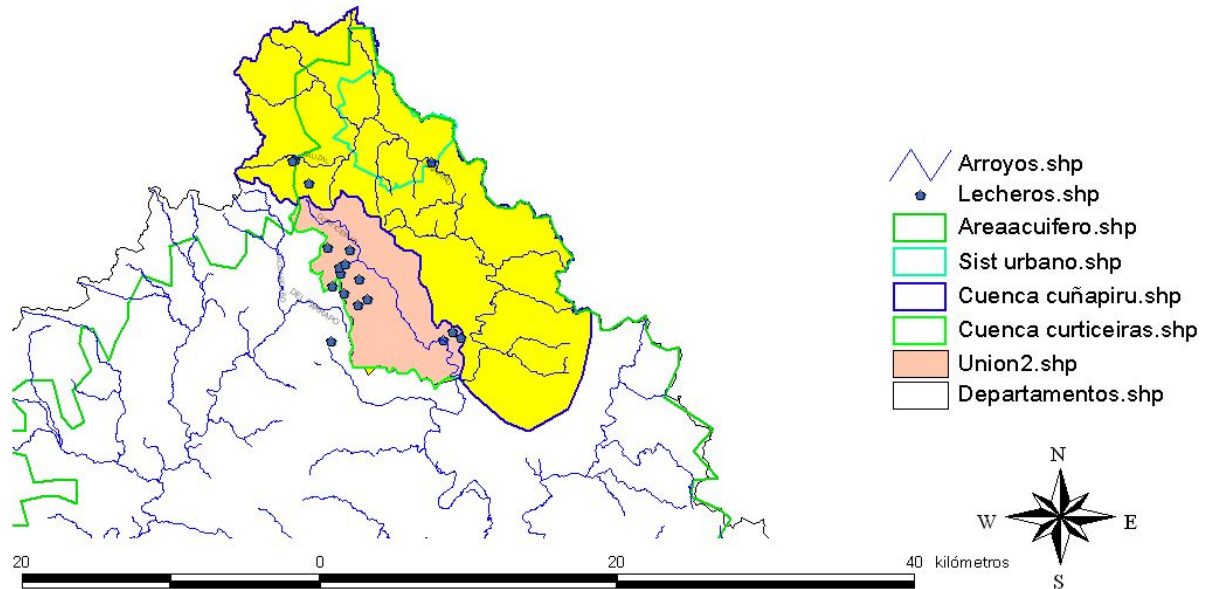


Figura 11- Localización de Tamberos en la Zona.

Fuente: SIG elaborado por autora con datos de Declaración jurada Dicose (MGAP) Julio 2008

Los lecheros manejan en total 794 vacunos de raza holando, con un promedio de 57 animales por establecimiento y un rango de variación entre 15 y 166 animales.

Hay 6 establecimientos con menos de 40 vacunos en total, 5 que tienen entre 40 y 80; 3 con mas de 80 vacunos.

En la siguiente Figura (Figura 12) se puede ver la localización de los lecheros donde se ven los tipos de suelos, se puede comprobar que solo un establecimiento se ubica sobre un tipo de suelo diferente a la formación Rivera (arenosos).

Lecheros sobre acuífero Guaraní

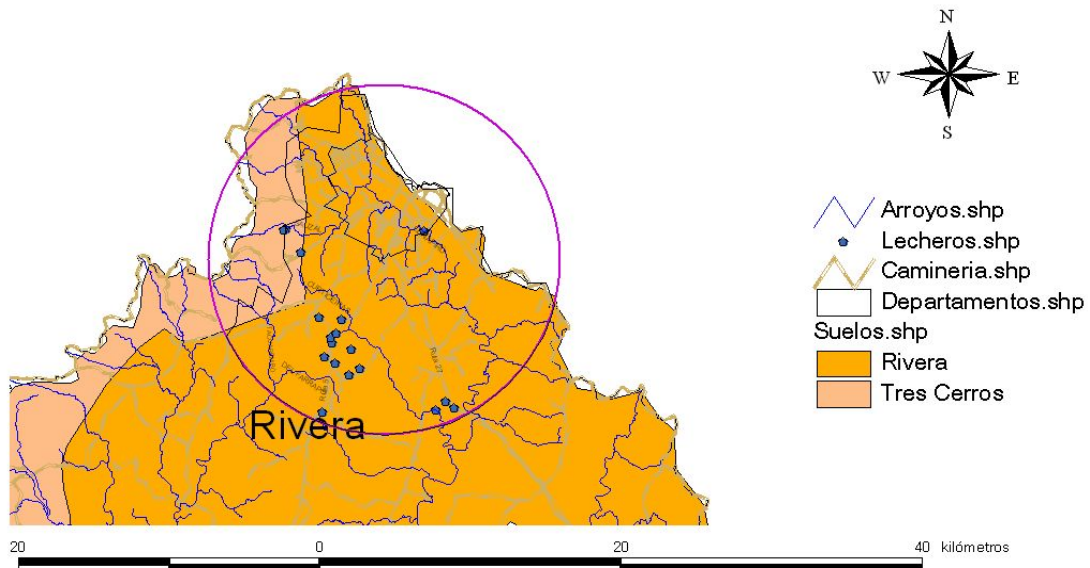


Figura 12- Tipos de Suelos en Tambos

Fuente: SIG elaborado por autora agregando Mapa de Suelos del Uruguay MGAP. 2001.

Nota: Como se elaboró con los padrones declarados en DICOSE, hay en el mapa un número marcado superior al de establecimientos, ya que algunos cuentan con mas de un padrón.

5.1.1.3. Tabacaleros

La Compañía Industrial de Tabacos Monte Paz facilitó la localización de los Tabacaleros que se dedican a Tabaco Virginia y Tabaco Burley con sus respectivas áreas dedicadas, así como los planes de fertilización y manejo sanitario de los cultivos. Es importante destacar el Ing. Agr. José Zamalvide, Profesor de fertilidad, grado 5 de la Cátedra de Fertilidad de la Facultad de Agronomía, es asesor de la Empresa Monte Paz en materia de manejo de suelos y fertilización.

En las siguientes figuras (13 y 14) se presentan la localización de los productores de Tabaco incluidos en la zona de Estudio, ilustrando las cuencas donde se ubican y los tipos de suelos de la zona.

Cultivos de Tabaco Burley

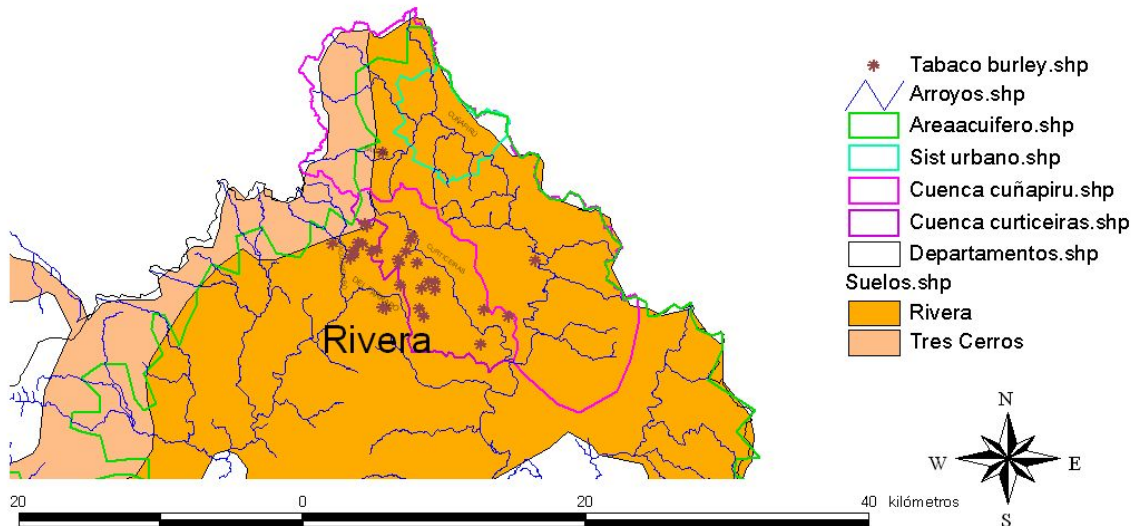


Figura 13- Localización de Productores de Tabaco Burley, Cuencas y Suelos.
 Fuente: SIG elaborado por autora con datos proporcionados por Técnicos Monte Paz

Cultivo de Tabaco Virginia



Figura 14- Localización de Productores de Tabaco Virginia, Cuencas y Suelos.
 Fuente: SIG elaborado por autora con datos proporcionados por Técnicos Monte Paz

Hay 72,2 hectáreas dedicadas a Tabaco Burley en el entorno del área de estudio, y 20,6 hás de Tabaco Virginia. Es el 0,3 % del área total, dedicada a Tabaco. El área

promedio dedicada por predio es: 1,9 por productor para Virginia y 2,4 por productor para Burley. Hay seis productores que cultivan ambos Tabacos en sus predios.

Hay 17 de los 30 (56%) predios de Burley sobre la cuenca del arroyo Curticeiras, 2 sobre la cuenca del Cuñapirú (6,6%), los 11 restantes están en la zona, pero no sobre las cuencas citadas. Respecto al Tabaco virginia: 7 de los 10 productores se encuentran sobre la cuenca del Curticeiras (70%), 2 en la del Cuñapirú (20%) y uno fuera de ambas.

Para calcular la importancia del cultivo de ambos Tabacos para la cuenca del Curticeiras, se tomó los datos de áreas promedios, ya que no se tiene la individualización por padrones de los productores: $17 \times 2,4 + 7 \times 1,9 = 54,1$ Hás sobre el Curticeiras, lo que dividiendo por el área de la cuenca nos da el 0,75 % del área de la misma, destinada a Tabaco todos los años.

Haciendo el mismo cálculo para la cuenca del Cuñapirú, sobre el área utilizada en usos rurales: $2 \times 2,4 + 2 \times 1,9 = 8,6$ Hás de Tabaco: 0,05% del área

Se ha observado que siete agricultores de Tabaco (el 23% de los Tabacaleros), también se dedican a Tambo.

Se puede concluir de los datos previamente expuestos que la superficie de cuenca con mayor uso en actividades agrícolas de Tambo y Tabaco, es la del arroyo Curticeiras.

5.1.1.4. Viticultores y Bodegas en área de estudio:

En la Página web de Instituto Nacional de Viticultura (INAVI) se identifican 10 declaraciones juradas de predios vitícolas para el año 2008, localizados en la zona de estudio. En total suman 38 Hás de cultivo. De estos 10 establecimientos, los más grandes son 4, que cuentan con bodegas propias en la misma localización que los viñedos y se ven localizadas en el siguiente mapa. (Fig. 15)

Bodegas y viñedos

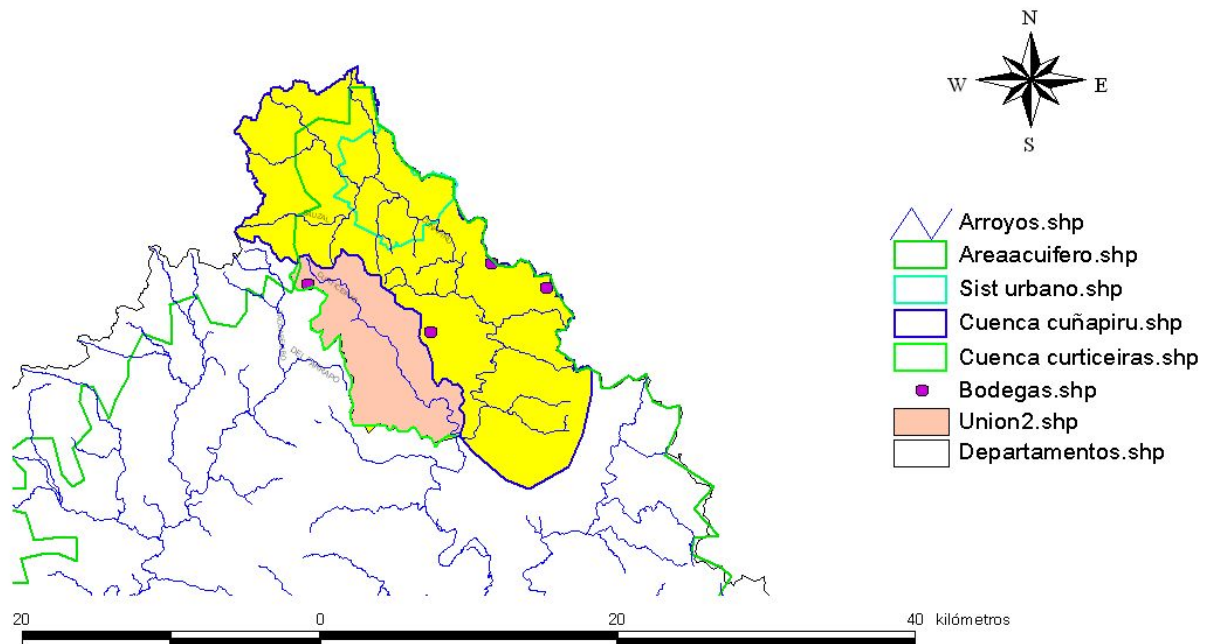


Figura 15- Localización de Viñedos de Mayor Escala con sus Bodegas
Fuente: SIG elaborado por autora con datos de Inavi.

5.1.1.5 Resumen de localización de la totalidad de predios Agrícolas intensivos del área de estudio

En la siguiente figura (fig.16), se puede ver la localización geográfica de todos los predios que se dedican a agricultura intensiva en la zona de estudio, relevados en la revisión preliminar de información. Los horticultores son los únicos de los cuales no se obtuvo información previa, fueron agregados en forma posterior a la realización de las encuestas.

Agric. intensiva sobre acuífero Guaraní

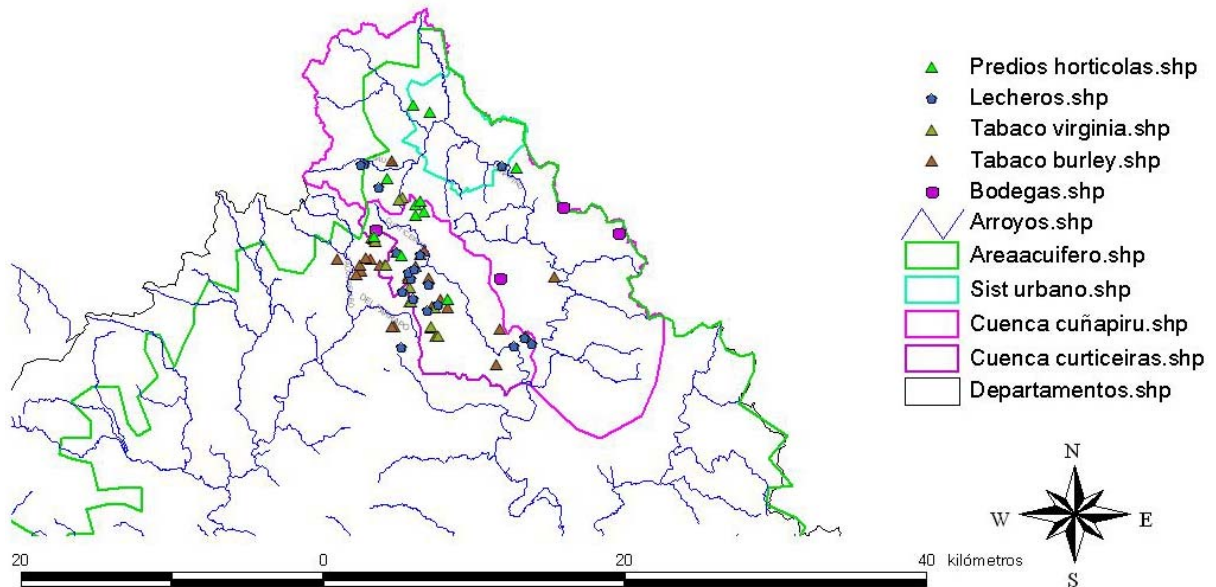


Figura 16- Resumen de Localización de Actividades Agrícolas Intensivas en Zona de Estudio.
Fuente: SIG elaborado por autora.

5.2 Encuestas y su representatividad

A continuación se describe el detalle de la información y la proporción de predios que fueron encuestados.

Tambos remitentes a Industria Conaprole: 14, encuestados 11 que ocupan en total 717 Hás en la zona.

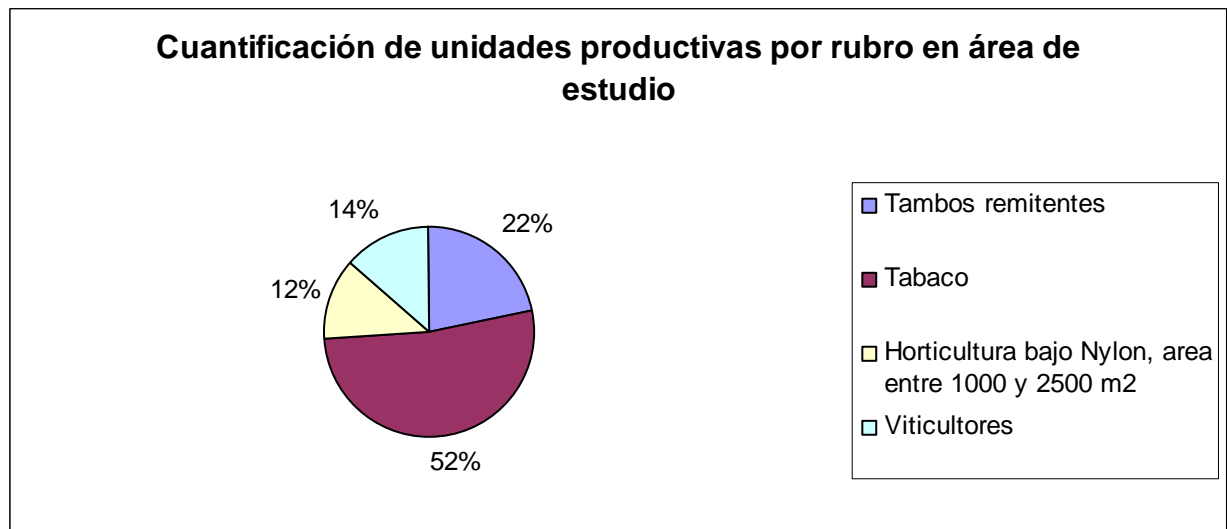
Existen Tambos no remitentes, con escala de producción inferior a la de remitentes a industria, no localizados ni encuestados.

Industrias lácteas artesanales: 5 en zona periurbana, 2 urbana. No encuestadas

Tabacaleros: Total 35 (30 Tabaco Burley, 11 Tabaco Virginia). Hay 6 productores (el 20%), que hacen ambos: Virginia y Burley) Encuestados: 11 en Total: 8 Tabaco Burley, 4 de Tabaco Virginia (de los 4, 3 hacen los dos Tabacos)

Horticultores: Se encuestaron los que cultivan áreas superiores a 1000 metros cuadrados cubiertos, en total son 9, todos encuestados.

Bodegas y Viticultores con área mayor a 4 Hás: total 4, encuestados 3



Gráfica1- Unidades Productivas por Rubro en Área de Estudio

Fuente: La autora.

Nota: En base a datos de la evaluación preliminar y encuestas a horticultores. Se ilustra la importancia relativa de los distintos rubros tomando en cuenta todas las unidades productivas que a ellos se dedican, en la zona de estudio.

Es importante destacar que los visitados fueron predominantemente predios diversificados en más de un rubro, con excepción de la horticultura que en función del área total del predio no permite diversificación. Los productores que tienen diversificación son los que presentan mayores ingresos y mayor estabilidad del mismo entre años, lo que asegura su permanencia en el medio y en la actividad productiva. Es conveniente resaltar, que la combinación Tambo y Tabaco abarca el 74% de las unidades productivas de la zona de estudio, y que sumando la horticultura, se tiene que el 86% de los establecimientos se dedican a actividades que aseguran el autosustento, con escasos excedentes económicos.

En la recorrida de la zona se encuestó también un predio que se dedica a vivero forestal, y se conoce la existencia de otros 2 en funcionamiento dentro de la zona de estudio, uno de los cuales se visitó, pero no se encontró persona autorizada a brindar información.

5.3 Proceso de los datos obtenidos de las encuestas

5.3.1. Descripción de los procesos

5.3.1.1 Datos generales

Se realizó 29 encuestas: 9 predios hortícolas, 3 viticultores y bodegueros, un fruticultor incluido, 11 Tamberos, 11 Tabacaleros (incluidos los 7 que diversifican con el rubro Tambo), 1 vivero forestal localizado en zona suburbana. Totalizan 29 ya que hay algunos que manejan más de un rubro como ya se mencionó, los propios encuestados

definen en las encuestas, cual es su principal fuente de ingresos, pero observan que la misma varía según el año y las circunstancias climáticas y económicas.

A continuación se ilustra, en la figura 17, la localización de los establecimientos encuestados:

Predios agrícolas intensivos encuestados

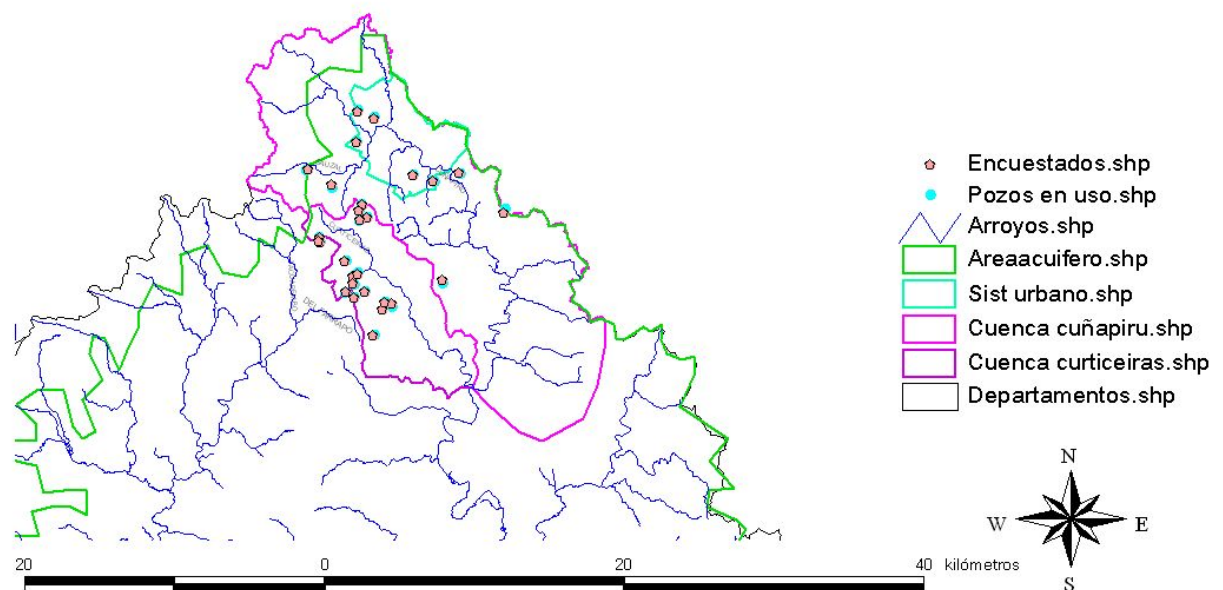


Figura 17- Localización de Predios Encuestados.
Fuente: SIG elaborado por autora

Para mejorar la visualización, se presentan las siguientes vistas parciales de la zona de trabajo a menor escala.

Agric. intensiva en periferia urbana

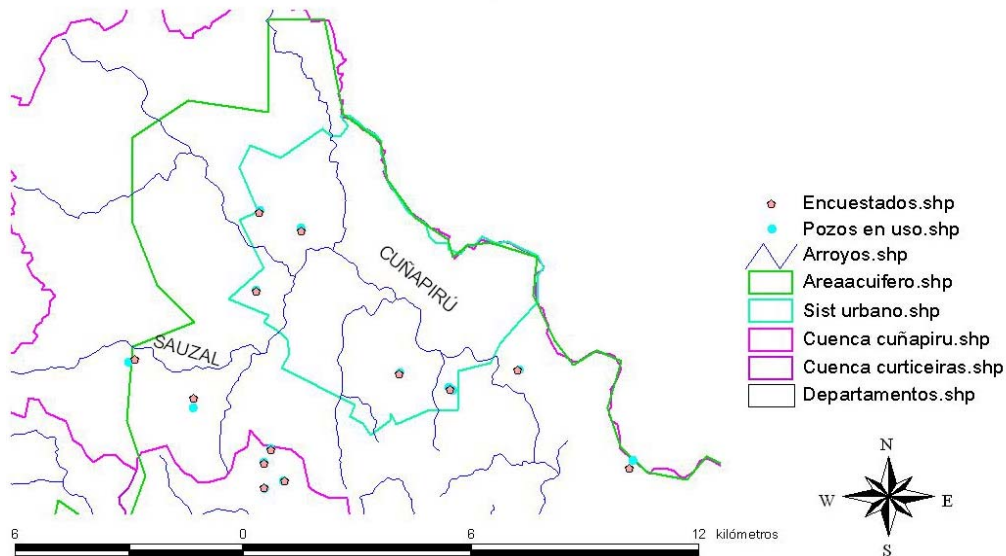


Figura 18- Acercamiento a Localización de Predios Encuestados en Periferia Urbana.
Fuente: SIG elaborado por autora.

En la periferia urbana se encuestaron: 3 predios hortícolas en el NW de la ciudad; hacia el Sur una institución de enseñanza agraria que tiene un Tambo para consumo de los internos, donde hay localizado un pozo de la OSE de abastecimiento público, que fue reportado por Pérez y Rocha (2002) como contaminado por nitratos. También hacia el límite de la zona urbana al sur este un vivero forestal que abarca una hectárea de superficie bajo producción intensiva y cuenta con 4 pozos en uso.

Encuestados en Cuenca Curticeiras y fuera planta urbana

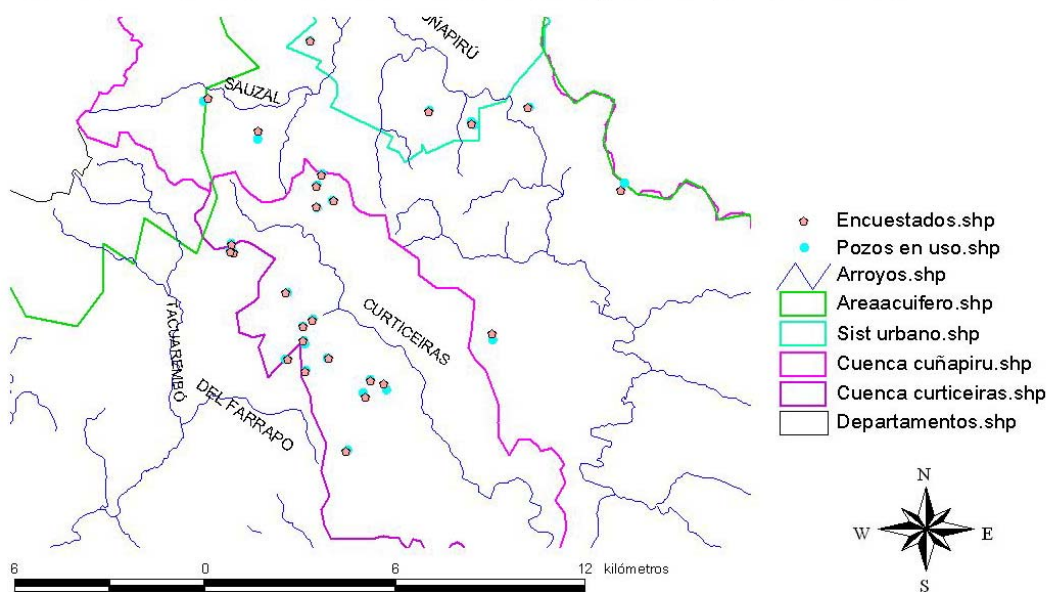


Figura 19- Acercamiento a Predios Encuestados en Cuenca de Curticeiras
Fuente: la autora

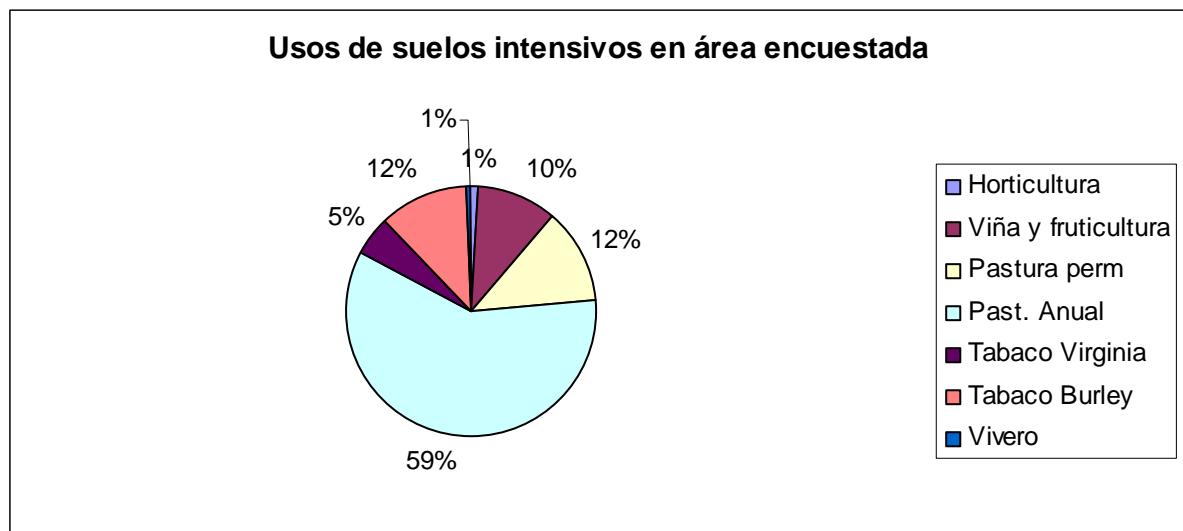
Las encuestas abarcaron un área Total de 1157Hás de producciones intensivas (5 % del área de estudio con usos rurales). Aunque el área utilizada efectivamente en forma intensiva suma 177,8 Hás: un 15% del área total de los predios.

La distribución en proporciones se ve en el siguiente cuadro y gráfica asociada.

Cuadro 1- Áreas Intensivas en Metros Cuadrados Encuestadas, Discriminadas por Uso.

Area encuestada	Horticultura	Viña y fruticultura	Pastura perm	Past. Anual	Tabaco Virginia	Tabaco Burley	Vivero
Metros cuadrados	21294	180000	220000	1050000	88000	208000	10000
Hectáreas	2	18	22	105	8,8	20,8	1

Fuente: la autora



Gráfica 2- Importancia Relativa en Área de los Diferentes Rubros Encuestados

Fuente: la autora

Nota: Representación de los porcentajes del área correspondientes a la utilización intensiva de los suelos en los predios encuestados

Los rubros Tambo y Tabaco comparten el 59% del área de usos de suelos de pasturas anuales y 12% de pasturas permanentes, a su vez las áreas de Tabaco están incluidas en las de pasturas, ya que se rotan con pasturas anuales, que se utilizan para alimentación de las lecheras, entre ciclos. Por lo que el 93% de la tierra utilizada intensivamente en las encuestas, lo es por los rubros Tambo y Tabaco, en el 7 % restante se incluyen las actividades como horticultura, .viticultura y fruticultura.

Integrando la información previa con datos provenientes de las encuestas, se puede concluir desde el punto de vista cuantitativo, que del total de área bajo estudio, donde se supone que por su localización e infraestructura hay mayor potencial de desarrollo de producciones agrícola intensivas, se identifica un total de 856 Hás dedicadas a tambo, de las cuales el 18 % son utilizadas en forma intensiva, (154 Hás); 82,8 Has de Tabaco

(Virginia y Burley) se dedican anualmente a dicho cultivo dentro de predios que abarcan mayor superficie, 38 Hás de viticultura con 4 bodegas, 2 hás de horticultura dispersas en 9 predios y 1 Há de vivero forestal. Se desprende que en las 23.400 Hás de usos rurales que abarcan las cuencas alta del Cuñapirú y la del Curticeiras se utilizan efectivamente en forma intensiva 278 Hás, el 1%.

En cuanto al perfil social, en los 29 establecimientos viven 77 adultos y 27 menores. Los únicos productores que no habitan en los predios que explotan son los fruticultores, viticultores y el viverista; uno de los propietarios de tambo, al momento de hacer la encuesta, eran inversores brasileiros en un negocio transitorio, realizado en un predio con 30 años de antigüedad en dicha actividad.

El 65% tiene nivel de instrucción primaria, 17% cursó algún año de secundaria, sin concluirla y el 17% es egresado de la Universidad. Los egresados de la Universidad se ubican en los rubros fruti-vinicola, hortícola y vivero forestal. Aquí es pertinente resaltar que hay diferencias no cuantificables entre quienes, aunque solo tienen instrucción primaria, interactúan con Técnicos que los asesoran en sus producciones y los que no tienen vinculaciones de este tipo. Los Tabacaleros, la mayoría de los cuales tiene mas de 10 años de antigüedad en la actividad, siempre han contado con asistencia técnica, y acostumbran ejecutar fielmente las instrucciones de los Técnicos. Los tamberos están en similares condiciones, pero la presencia técnica es mayor en los que cuentan con mayor escala. Los horticultores en cambio han estado mas aislados, en forma reciente tienen asesoramiento Técnico y se han manejado durante mucho tiempo en forma empírica. Los viticultores y viveristas ya tienen mayor grado de instrucción y posibilidades de inversión, algunos pagan asistencia técnica.

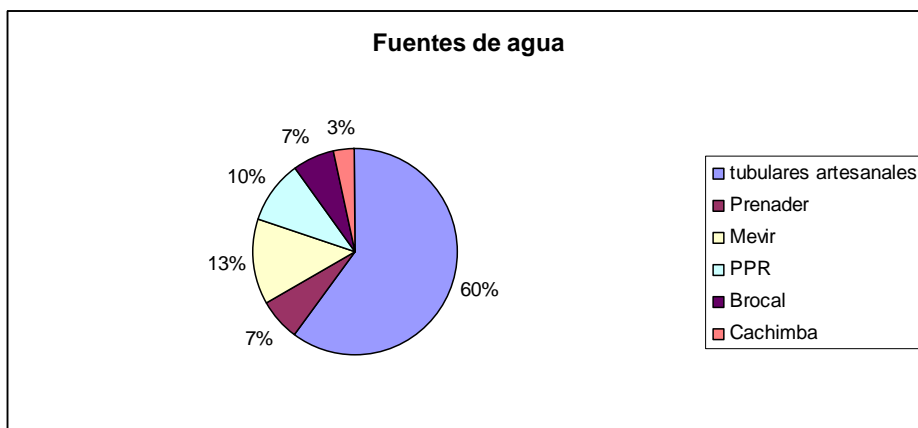
En 6 de los establecimientos (20%) existe por lo menos dos viviendas en uso permanente, se trata en general de integrantes de la misma familia pertenecientes a distintas generaciones. En otros dos casos se trata de vivienda de personal, que es el que habita en forma permanente, mientras el propietario viaja, esto ocurre en los predios frutícolas y vitícolas encuestados (3).

En cuanto a la tenencia de la tierra: el 28% son arrendatarios, el 14% están ocupando tierras en régimen de sucesión y el resto (58%) son propietarios, con alguna fracción adicional que ocupan o arriendan. 21 de los 29 predios tienen suelos arenosos. El promedio de antigüedad en los rubros es de 20 años, variando entre 6 y 30.

5.3.1.2 Fuentes de agua

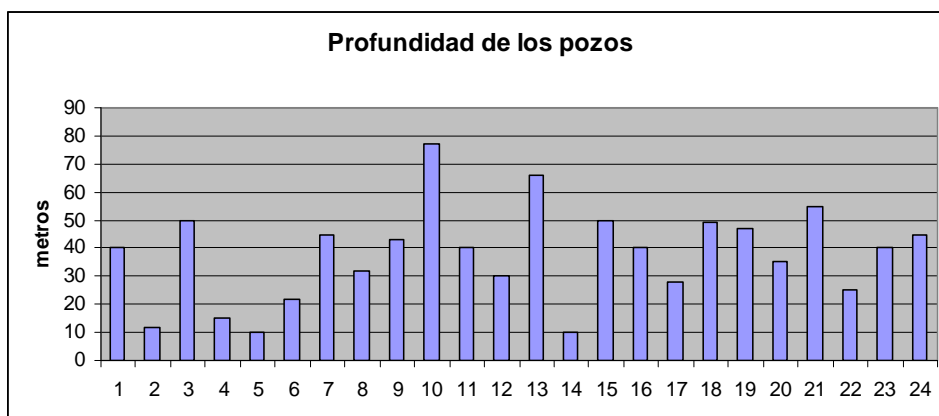
Existen en los predios 18 pozos tubulares artesanales del tipo de los descritos por Rodríguez et col (2006) resaltando como características mas importantes la de que no están

registrados y tienen escasa profundidad; 2 pozos hechos por PRENADER (Programa Nacional de desarrollo del Riego, MGAP); 3 pozos hechos por Proyecto de Producción Responsable, MGAP) y 4 hechos por Mevir (Movimiento de Erradicación de la Vivienda Rural Insalubre), 2 pozos de Brocal con escasa cantidad de agua, uno ya considerado seco por el productor, que acarrea agua diariamente de la ciudad, y una cachimba en cerro que mana agua y se conduce al predio por cañería aguas abajo. En la Gráfica 3 se muestra las proporciones graficadas, en la misma se puede ver que solo el 30% de los pozos son contruidos de acuerdo a un plan de uso, registrados y con algún tipo de supervisión oficial.



Gráfica 3- Caracterización de fuentes de agua de los predios
Fuente: La autora

De 22 de los pozos se tiene datos del el nivel estático, siendo el promedio: 15,4 mts. La profundidad total promedio es de 38 mts, pero la misma resultó ser variable, entre 10 y 77 mts. Para ser mejor visualizada se confeccionó la siguiente gráfica. (Gráfica 4)

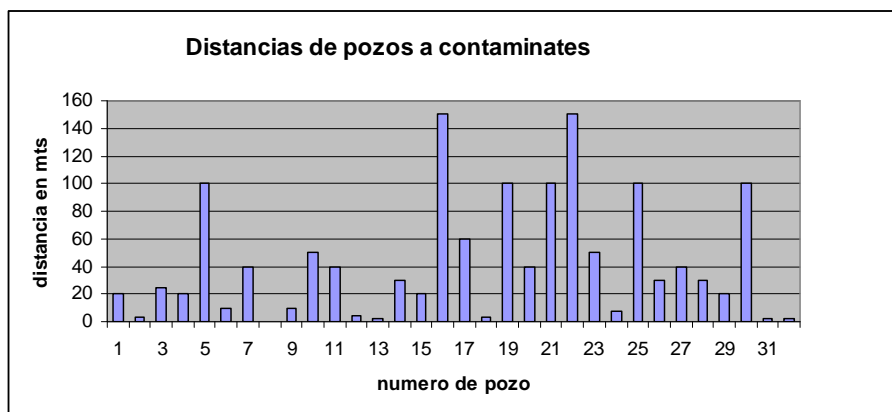


Gráfica 4: Profundidad de lo Pozos en Uso de los Predios Encuestados
Fuente: La autora

Se puede ver que hay 8 pozos con profundidades menores a 30 metros, más de un tercio del total.

Ningún productor conoce la calidad de su agua, pero los Tamberos remitentes a agroindustria Conaprole hacen análisis bacteriológico anual obligatorio para mantener la habilitación del Tambo, de esto se encarga el MGAP. Se solicitó por carta al MGAP los datos de estos análisis, pero transcurridos 6 meses no se ha obtenido respuesta. El Dr. Saravia, encargado del trámite le restó importancia a estos datos, ya que comentó que los resultados de los análisis microbiológicos no influyen demasiado en la calidad de la leche debido a la potencia de los productos que utilizan los tamberos en la desinfección de máquinas de ordeño. Esta observación se considera muy importante desde el punto de vista ambiental. Los bodegueros hacen análisis de agua microbiológico para habilitar bodega, por parte de la Dirección de salubridad e higiene de la IDR, no conocen los resultados, aunque si existe la habilitación, se supone que son adecuados a los requisitos de esta dirección.

Distancia a fuentes contaminantes: Estudiando los pozos en uso, que son 32 en los 29 predios encuestados. Se constata que la distancia promedio a fuentes contaminantes es de 43 metros, pero se observan 13 de 32 pozos con distancias menores o iguales a 20 metros de distintas fuentes contaminantes y 24 a distancias menores a 50 mts, el 75 % de los pozos está a menos de 50 metros de fuentes contaminantes (24 de 32 pozos). (Gráfica 5)

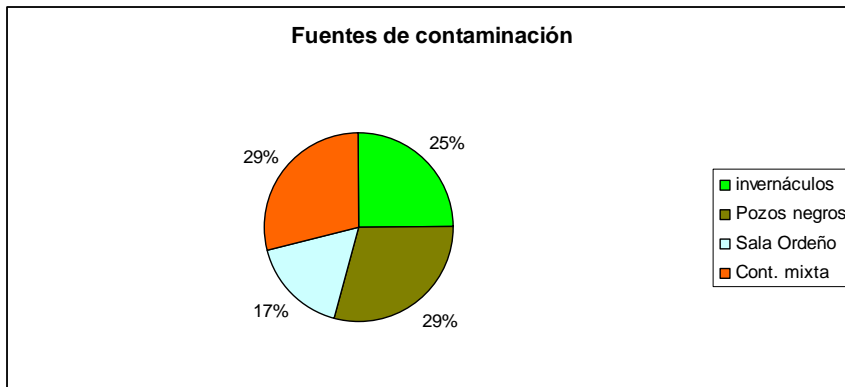


Gráfica 5- Distancia entre los Pozos y los Contaminantes
Fuente: La autora

Naturaleza de los contaminantes: Analizando solo los pozos que se encuentran a menos de 50 metros de alguna fuente contaminante, distancia mínima propuesta por Montaña (en MANUAL GESTIÓN...DINAMA, 2008), que como ya se mencionó son el 75% del total encuestado, se ve lo siguiente: 6 de los 9 horticultores tienen los pozos a menos de 20 metros de área de invernáculos, su distancia promedio es de 7 metros. De los 24 que tienen los pozos a menos de 50 mts de contaminantes: en 10 la fuente de contaminante está relacionada a la producción con riego, 6 a acumulación de estiércol (5 salas de ordeños de Tambos y un corral de lanares), en 12 el contaminante son pozos negros, en 4 se

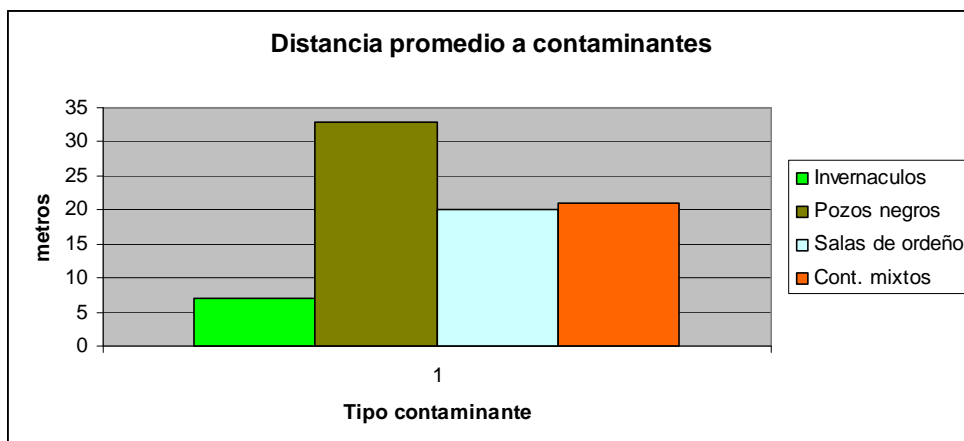
encuentran próximos a área de cultivo de Tabaco. Es necesario destacar que los números no suman el total de pozos, porque hay 7 que tienen más de una fuente de contaminación en su proximidad, diferentes combinaciones de pozos negros, invernáculos, áreas de cultivo de Tabaco y una sala de ordeño.

Para apreciar mejor las proporciones a continuación se presenta lo anteriormente expuesto, en una imagen gráfica elaborada con los datos. (Gráfica 6)



Gráfica 6- Caracterización de las Fuentes de Contaminación.
Fuente: La autora

Las distancias entre los pozos y las fuentes contaminantes se pueden apreciar en la siguiente gráfica. (Gráfica 7)



Gráfica 7- Distancia Promedio a Contaminante según Tipo de Contaminante
Fuente: La autora

Detalles a resaltar: el 60% de los pozos cercanos a invernáculos están a menos de 20 mts de distancia de los mismos. El 41 % de los pozos está a menos de 50 mts de producciones con riego, lo que implica una carga hidráulica adicional para ingreso de potenciales contaminantes. La mitad de los pozos está a menos de 50 mts de pozos negros.

19 del total citado (79 %), se encuentran topográficamente aguas abajo o a igual altura que las fuentes contaminantes, otro aspecto negativo según la bibliografía para la preservación de la calidad de las aguas.

Existen 18 pozos abandonados en los predios, en general por disminución de rendimiento, 4 son tubulares artesanales, el resto de brocal. Solamente 3 de los pozos abandonados están sellados, se supone que en forma correcta. 12 tiene tapas precarias de madera, 2 no tienen tapa, 1 reconocen que está sucio (contiene pañales descartables en su interior). Cuatro de los pozos de brocal se utiliza todavía el agua para lavados y un tubular al que todavía no se le instaló sistema de bombeo, tiene el mismo uso. Se concluye por lo tanto que el 83% de los pozos abandonados, no contemplan buenas condiciones.

5.3.1.3 Uso del Agua

5.3.1.3.1 Consumo Doméstico

Se utilizan anualmente en promedio de los hogares encuestados para consumo doméstico 200.000 litros de agua. Esto da un consumo promedio diario de 547 litros por hogar, habiéndose calculado un promedio de 4 integrantes en cada hogar. Se resume que cada integrante de la familia utiliza diariamente 136 litros de agua.

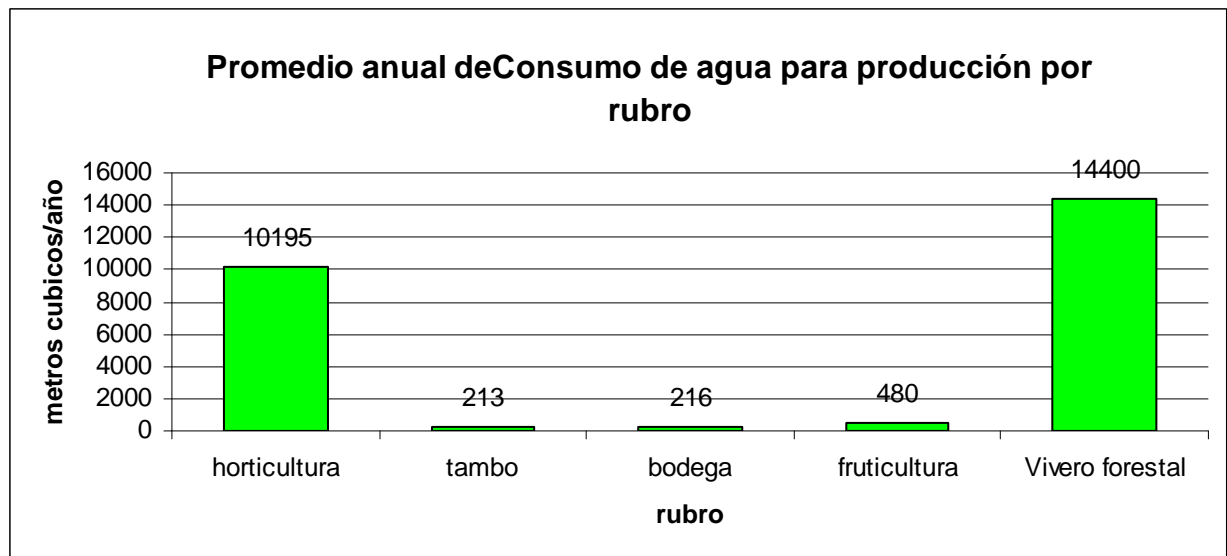
5.3.1.3.2 Cuantificación del Uso para la producción

Los usos del agua para producción son variables de acuerdo al rubro, los que mayores caudales anuales consumen para producción son: vivero forestal, horticultores, fruticultores y por último los bodegueros y tamberos con escasa diferencia.

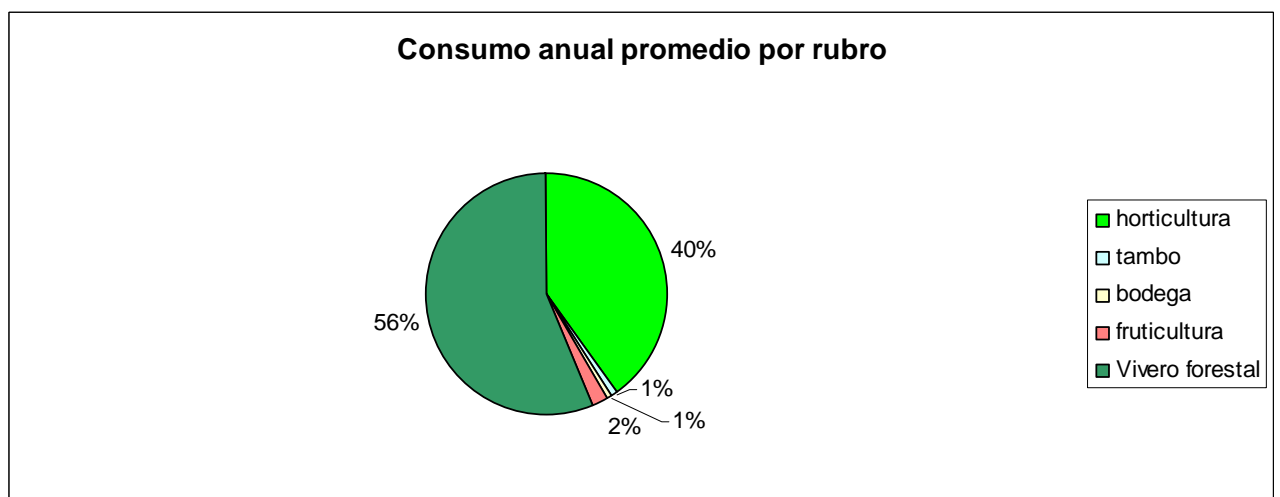
Cuadro 2- Gasto de Agua para Producción Promedio por Rubro

Rubro	Promedio de gasto agua en metros cúbicos/año
horticultura	10195
tambo	213
bodega	216
fruticultura	480
Vivero forestal	14400

Fuente: La autora



Gráfica 8- Comparación del Consumo de Agua para Producción entre Rubros.
Fuente: La autora



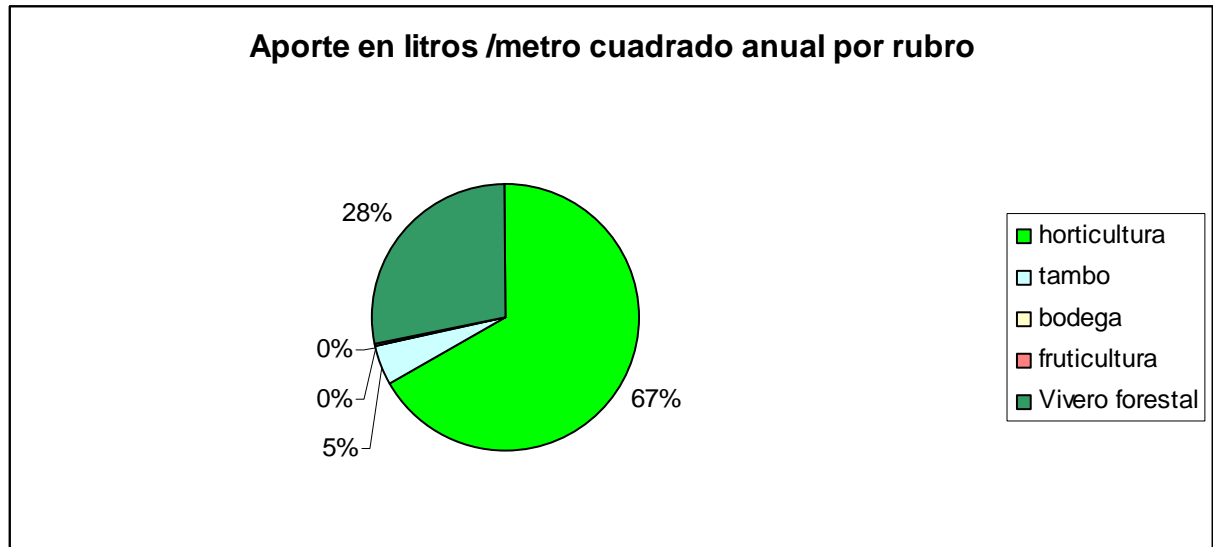
Gráfica 9- Importancia Relativa por Rubro de su Consumo Anual de Agua.
Fuente: La autora

Aportes en litros por metro cuadrado por rubro. Se calculó el aporte en litros por metro cuadrado para cada predio de las diferentes producciones, multiplicando el uso anual en metros cúbicos por 1000 y dividiendo por el área en metros cuadrados de aplicación. Se hizo el promedio por rubro, con lo que obtiene una idea del aporte anual de agua en litros por metro cuadrado, para cada producción o sea carga hidráulica adicional. Cabe acotar que “l/metro cuadrado” es equivalente a mm de precipitación anual en términos pluviométricos. En el cuadro 3 se muestran los resultados.

Cuadro 3- Aporte de Agua en mm Anuales de Cada Rubro.

Rubro	aporte en litros /m cuadrado anual	
horticultura	3380	
tambo	237	
bodega	4,5	
fruticultura	10	
Vivero forestal	1440	

Fuente: La autora



Gráfica 10- Importancia Relativa de la Carga Hidráulica Aportada por Rubro

Fuente: La autora

Es importante aclarar que hay una diferencia en los aportes de carga entre el rubro hortícola y el resto, ya que la horticultura no se adiciona las precipitaciones al agua utilizada e infiltrada. En los otros rubros, al no haber cobertura de suelo por nylon, el agua utilizada se suma al agua de las precipitaciones. Dentro de los horticultores se vio diferencias en aporte de agua en litros por metro cuadrado que aportan. Si se toma en cuenta el tipo de producto, los que se dedican al cultivo de hortalizas de hoja aportan en promedio 4900 l/m² anuales, lo que es superior al promedio de todos los horticultores y es el triple de las precipitaciones anuales de la zona. Otro aspecto importante es el relativo a la frecuencia de aplicación del riego, en vivero forestal se riega todos los días, por lo que el suelo está siempre saturado. En horticultura se riega también todos los días, solo cambia la cantidad de horas diarias de riego en función de la temperatura que determina la demanda hídrica del cultivo, cabe aclarar que la decisión de horas de riego a destinar se toma en forma empírica en la gran mayoría de los casos. Las diferencias entre los predios hortícolas en las frecuencias de riego por estación dependen del tipo de cultivo y suelo, y del criterio del productor. Dos productores de zona periurbana que se encuentran sobre suelos bajos, anegados, aplican menor cantidad de agua con menor frecuencia por las condiciones de sus suelos.

Se puede ver que el rubro que mayor aporte de agua anual por metro cuadrado es la horticultura, y lo hace en un área total de 22.900 m². El segundo rubro en importancia en aporte anual de agua, el vivero forestal, hace su contribución en un área de 10000 m², en el vivero se duplica el aporte anual de precipitaciones con el riego. Los 7 tambos de los cuales se obtuvo el promedio de aporte basado en la cantidad de agua utilizada para lavado diario de salas de ordeño, hacen su aporte en 6.300 m² aproximados, que corresponde a las proximidades de la sala de ordeño donde se permite la infiltración en el terreno de las aguas de lavado, habiendo retirado y concentrado previamente los excrementos sólidos.

5.3.1.4 Saneamiento

27 establecimientos tienen pozos negros (el 93%), hay que recordar que hay 8 establecimientos que cuentan con 2 viviendas con sus respectivos pozos; 3 tienen cámaras sépticas en construcciones nuevas. De los pozos negros: 11 de ellos (40%) no se limpian por diversos motivos: no tienen fondo, tienen robadores, el agua de lluvia los vacía o filtran. 2 pozos negros son de construcción reciente, hechos por los mismos productores, uno de ellos sin fondo, el otro no proporcionó datos, previo a su construcción tenía letrina. El resto se limpia con alguna frecuencia.

Las aguas de los lavados domésticos en 17 de los predios se desagota en el campo directamente.

Estos dato dejan en evidencia la precariedad de los tratamientos de efluentes domésticos en el medio rural periurbano, que se asocia a las condiciones socioeconómicas de la mayoría de los productores encuestados, de todos modos se piensa que la magnitud de aporte de carga contaminante por este concepto, es comparablemente menor a la que hacen los tambos.

5.3.1.5. Proceso de residuos domésticos

17 predios queman plásticos, 8 entierran la basura en pozos y 5 trasladan por haber recolección en su zona (los suburbanos). Hay que mencionar que la producción de basura en el medio rural por hogar, es cuantitativamente menor que en los hogares de las ciudades. Existe alta proporción de reciclaje de variados elementos: bolsas, frascos, los plásticos se queman, la basura orgánica se utiliza para alimentación de animales, etc. Sería interesante conocer mejor el proceso y la composición de la basura, pero es seguro que elementos como las pilas, se entierran.

5.3.1.6 Efluentes y residuos de la producción

Los rubros que manifiestan una importante producción de residuos son el Tabaco y el Tambo, la viña produce residuos en la elaboración de vino, que se utilizan para incorporar a los suelos como abono orgánico.

El Tabaco Burley, se cosecha en Diciembre la planta entera y se seca en el Galpón, luego las hojas se clasifican, separándolas de los tallos y éstos últimos, que son los residuos, se apilan para su descomposición en proximidades del galpón. En el tabaco Virginia, los tallos permanecen en la chacra, cosechándose solamente las hojas, la cobertura que dan al suelo estos tallos es muy escasa. A fin de ciclo se laborea toda la chacra para plantar el cultivo de cobertura invernal: avena, incorporando los tallos al suelo.

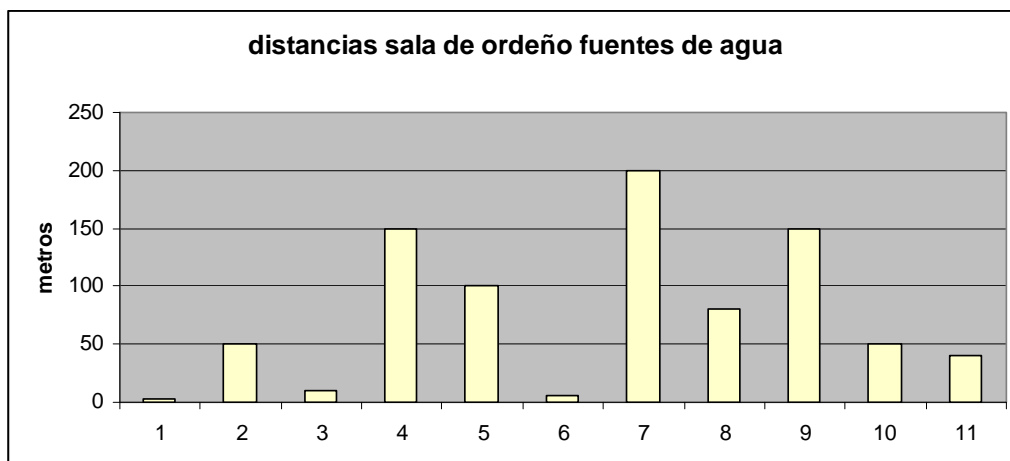
En lo que respecta a los tambos, todas las salas de ordeño liberan sus efluentes en forma directa al campo. Para tener una idea de su escala con el propósito de cuantificar la importancia de este hecho para suelos y aguas en el ambiente circundante, se procesaron los datos de las encuestas.

Los 11 tambos encuestados tienen en promedio 23 vacas en ordeño, hay solo 2 por encima de este promedio, que tienen 40 y 55 vacas. Seis demoran una hora y media por ordeño, 4 lo hacen en una hora y 1 demora 2 horas; todos ordeñan 2 veces por día. Todos los animales son suplementados en la sala de ordeño. Seis productores de leche conocen su gasto diario de agua en lavados, el mismo es oscilante y se encuentra en el entorno de 60 a 2000 litros diarios. El gasto promedio anual en litros de agua para lavado de las salas de ordeño es 213 300 litros, (dato que se utilizó para el aporte de carga del rubro), como ya fue mencionado tanto las aguas residuales de lavados de máquina y salas, se dirigen en el 100% de los predios, a campo en las proximidades de la sala de ordeño. El gasto de agua por día /vaca en ordeño oscila entre: 24 y 800 litros. Se tomó como supuesto que el área afectada por tambo, por el proceso de ordeño y efluentes es de 900 m² para calcular el aporte del l/m² de carga hidráulica extra; pero su área de influencia en cuanto a aporte de nitratos y microorganismos es mayor en función de escurrimiento y propiedades del suelo.

Todos los productores separan los excrementos antes del lavado de pisos, los mismos son depositados en forma concentrada sobre el suelo al aire libre, casi siempre en la misma ubicación. 2 de los 11 encuestados tiene sala de espera de cemento, 1 de balastro, el resto de tierra (72%) pero todos tienen la sala de ordeño con piso de cemento.

Los aportes promedio de DBO₅ total (g/día) y de Nitrógeno (g/día) de los tambos encuestados, estimados por el procedimiento descrito previamente, fueron de 1789,8 g diarios de DBO₅ y 417,86 g diarios de nitrógeno.

Las distancias entre salas de ordeño y fuentes de agua se pueden ver en la siguiente gráfica. (Gráfica 11)



Gráfica 11- Distancia entre Salas de Ordeño y Fuentes de Agua
Fuente: La autora

En la misma se comprueba que hay 4 tambos con distancias inferiores a 50 metros entre sala y fuente de agua, y en los cuatro casos se da que el pozo se encuentra aguas abajo de la misma, esto es debido a las salas se ubican en zonas altas para facilitar su limpieza y escurrido hacia zonas bajas de los efluentes generados. Como ya fue mencionado, para el lavado de maquinas de ordeño se utilizan productos químicos de muy buen poder desinfectante, los utilizados por los productores encuestados son: 6 utilizan ácido Fosfórico, combinado con otros detergentes: unos lo combinan con hipoclorito, otros con jabón alcalino, Oxidril u Oxiclin. Todos los productores lavan sus máquinas 2 veces al día, después de cada ordeño. El ácido Fosfórico varía en su frecuencia de aplicación, desde una vez por día (solo un productor), una vez por semana, una vez cada 15 días ó 1 vez por mes según el productor. Con mayor frecuencia, dos veces por día, se utilizan según el productor: Jabón alcalino, Oxidril, hipoclorito, Jabón alcalino clorado, Jabón en polvo, Oxiclin, Jabón Líquido S100. Solo 3 productores proporcionaron datos de consumo anual de productos de limpieza: 2 de ellos utilizan 36 litros por año de hipoclorito, el tercero 60 litros/año. De ácido fosfórico, el que reportó consumo dijo utilizar 1 litro por año. 60 kilos/año de Jabón alcalino. 110 litros de Oxiclin/año fueron los datos de consumo anual. Para la limpieza, como mínimo se utiliza 2 productos diarios, máximo 3. Se incluye: hipoclorito y detergente alcalino diariamente, ácido Fosfórico en forma menos frecuente.

5.3.1.7 Uso de Agroquímicos asociados a las producciones

Todos los entrevistados usan fertilizantes químicos, además 20 de los 29 utilizan de algún modo abono orgánico. 26 de los entrevistados utilizan plaguicidas diversos. Para su mejor visualización a continuación se desglosa fertilizantes y agrotóxicos o plaguicidas.

5.3.1.7.1. Fertilizantes

En este ítem se focaliza, tomando en cuenta los conceptos extraídos de la revisión sobre contaminación de aguas subterráneas, solo los datos de inputs de Nitrógeno (N) al suelo que aporta la fertilización anual en cada rubro. Se observa que en cultivos como los hortícolas se hacen varias fertilizaciones en el transcurso de un año, previo a la instalación de cada cultivo que son de ciclos cortos, en general 60 a 120 días.

También es importante tener en cuenta si la actividad es continua, todos los años de actividad sobre un mismo suelo o si existen períodos de aporte que alternan con períodos sin aportes de químicos. Esto queda determinado por la práctica de rotaciones en los ciclos agrícolas en cultivos anuales.

De los 26 predios que proporcionaron la información sobre existencia o no de rotaciones, 11 de los mismos las realizan cada 2 o 3 años (el 42%). El área bajo rotaciones es 109 Hás. Corresponde a los que hacen Tabaco, tanto Burley como Virginia, los Tamberos diversificados con Tabaco o solo Tambo. El Tabaco, cultivo bajo asesoramiento técnico de la compañía Monte Paz contempla las normas de conservación de suelos: realiza curvas de nivel para disminuir erosión hídrica, hace fertilización fraccionada según los requerimientos del ciclo del cultivo. Tiene aspectos negativos desde el punto de vista de la intensidad de laboreo que se exige por el transplante de mudas provenientes de almacigueras, lo que resulta en la ausencia de vegetación de cobertura en la entrehilera, que favorece la compactación del suelo por precipitaciones y disminución de la materia orgánica del mismo. Se procura contrarrestar estos efectos con la realización de rotaciones con avenas invernales entre cultivos y abandono para recuperación de suelos a partir del tercer año. En la mayoría de los predios, estos abandonos conducen a pésimas condiciones de suelo y vegetación: suelos compactados y cubiertos de gramilla. Los que hacen tambo o ganadería, e incluyen pasturas permanentes luego del ciclo de Tabaco, esto en forma reciente, son 3; en esos predios se ven mejores condiciones de los suelos y una capitalización de la fertilidad residual del cultivo de Tabaco en las pasturas posteriores, que llevan a pensar que en los abandonos en los que no se hace este manejo esos nutrientes sean lixiviados, por lo menos hasta la cobertura de los suelos por la maleza predominante. Los Tamberos exclusivos que rotan, en general son los que tienen mayor número de vacas. Alternan maíz (estival) con avena (invernal) y tienen algunas hectáreas de Leguminosas. Estos productores cuentan con asistencia técnica de la agroindustria a la que remiten. Un dato a tener en cuenta es que 2 de los tamberos encuestados, han declarado que la siembra de maíz ha sido un fracaso por la sequía; han perdido tanto el cultivo como su fertilización, el área afectada son 12 Hás. En este caso, la fertilización no fue absorbida por ningún cultivo, y seguramente lixiviada con la primera lluvia torrencial posterior a la sequía con consecuente

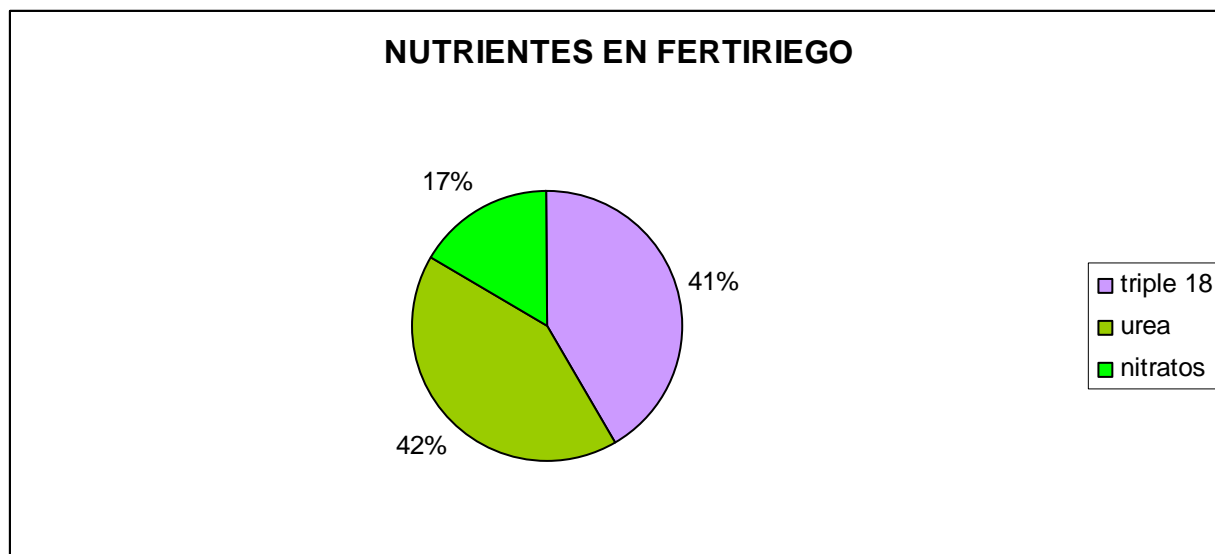
ingreso de nitratos en profundidad. Aquí se debe agregar que en caso de laboreo sin posterior plantación de ningún cultivo (práctica bastante frecuente en la zona) también ocurre ingreso de nitratos provenientes de mineralización de la materia orgánica de la cobertura vegetal de la chacra laboreada. (Información verbal, ZAMALVIDE, 2009)

15 predios, aproximadamente la mitad, no hacen nunca rotaciones, corresponde a los que se dedican a la actividad de producción de uva para vino, fruticultura, horticultura y vivero. El área total que no está bajo alternancia de manejos es 29 Hás; el tiempo promedio que se viene utilizando dicha superficie para estas actividades en forma continua es de casi 14 años (13,7).

El uso de fertilizantes es una práctica que reúne características diversas, para su mejor estudio se agrupó por rubros que mantienen un modo similar de uso; con el objetivo de uniformizar de alguna manera los resultados. La diversificación de los predios, en algunos casos lleva a que se separen las prácticas correspondientes a cada sub-rubro dentro de un predio para incluirlos en el análisis del manejo para cada uno.

Horticultura: Como primera aclaración se debe subrayar que el 100% de los predios hortícolas no realiza rotaciones, trabaja bajo cubierta de nylon con riego por goteo. Su aporte de carga hidráulica anual fue especificado cuando se hace referencia a uso del agua en producción por rubro.

En lo que respecta a la fertilización, 8 de 9 utilizan fertilización de base directo al suelo en el momento de preparar la tierra para el transplante. Se debe aclarar que inmediatamente a la fertilización se coloca una plántula proveniente de almaciguera, que absorbe este fertilizante, primero en poca cantidad y a medida que se desarrolla aumenta su absorción. El riego es diario o cada dos días en general. Todos los horticultores utilizan abono orgánico, lo que implica un aporte extra de nitrógeno proveniente de esta fuente. De los 14 predios que hacen horticultura en algún área, 10 agregan estiércol compostado, sólo 3 lo hacen fresco y uno coloca indistintamente fresco o compostado. Hay dos que no conocen las dosis de estiércol que aplican, en general están condicionados a la facilidad, volúmenes y momento en que lo obtengan. El 100% de horticultores además utiliza aplicaciones en cobertura de fertilizantes solubles, ya sea urea, triple 18 soluble, o nitratos de calcio y potasio. Las proporciones se pueden visualizar en la siguiente gráfica. (Gráfica 12)



Gráfica 12- Nutrientes Utilizados en Fertiriego por los Productores Encuestados
Fuente: La autora

6 de estos productores aplican el riego con solubles mediante mochila aspersora directo a las hojas (todos hacen horticultura de hoja), 2 aplican a través del sistema de riego por goteo disolución de 1 g/l de triple 18, uno hace combinación de los dos métodos.

Concluyendo: los horticultores utilizan variados aportes de nitrógeno y otros nutrientes. Respecto a la frecuencia de estos aportes, es diferente según a lo que se haga referencia. De la fertilización de base directo al suelo, 7 de 9 productores brindaron información: en los que hacen fertilización de base conteniendo nitrógeno, la frecuencia varía desde mensual (1 caso), bimensual (2 casos), con mayores espaciamentos 1 cada 4 meses, 1 anual. Uno de los productores no aplica nitrógeno en la base, solo lo hace en cobertura. Otro no hace fertilización de base, utiliza abono orgánico fresco. Se hizo el cálculo promedio de aporte de nitrógeno en gramos por metro de la fertilización de base, con los que proporcionaron la información completa (5 casos), se obtuvo un aporte de 129 g/m² de nitrógeno anual. Aquí conviene recordar que la extracción anual del cultivo de lechuga según Aldabe (2000) es de 60 g de nitrógeno /m² y la Acelga según el mismo autor es de 25 g de nitrógeno / m².

Realizando el mismo cálculo para el abono orgánico, de los que usan abono fresco y proporcionaron el dato de dosis por hectárea (2 predios), aplican cerca de 500 g de nitrógeno/año/ m², mientras que los que lo hacen compostado agregan 107,5 g/N/m² año. Habría que tener en cuenta que quienes no compostan, aplican en forma adicional, un conjunto desconocido de microorganismos, (MANUAL GESTIÓN... DINAMA, p.139, 2008) que puede generar inconvenientes tanto a su propia salud, como a la de los consumidores de sus hortalizas. De los aportes de abono orgánico no se tiene datos de la frecuencia de aplicación, aunque los productores manifiestan la dificultad de obtenerlo y por lo tanto se hace cuando se consigue.

Respecto al agregado de nitrógeno en fertiriego o por aspersión con mochila, el cálculo de aporte varía entre 0,17 g/m² anuales y 27 g/m² anuales; siendo el promedio 6,3 g/m².

Sumando los tres aportes anuales: 130+ 107+ 6= 243 g de N/m². Lo que sería mayor para los que utilizan abono orgánico fresco: 636 g de N/m²

Dado que se tiene datos de la frecuencia de aplicación, se puede ver que este aporte anual es fraccionado en el 56% de su proporción. Este fraccionamiento es en promedio 4 veces por año la fertilización de base, en la aplicación de riego o pulverización con urea o nitrato disueltos, semanal o día por medio, son las mas comúnmente aplicadas.

De lo anteriormente expuesto, se puede concluir que hay un aporte de nitrógeno tanto químico, como orgánico, que supera ampliamente las demandas de los principales cultivos hortícolas intensivos que se hacen. En forma adicional, el aporte del tres veces la cantidad de agua normal a través del riego por goteo, definen una carga hidráulica superior y presencia garantida de un contaminante caracterizado por su movilidad disuelto en la misma.

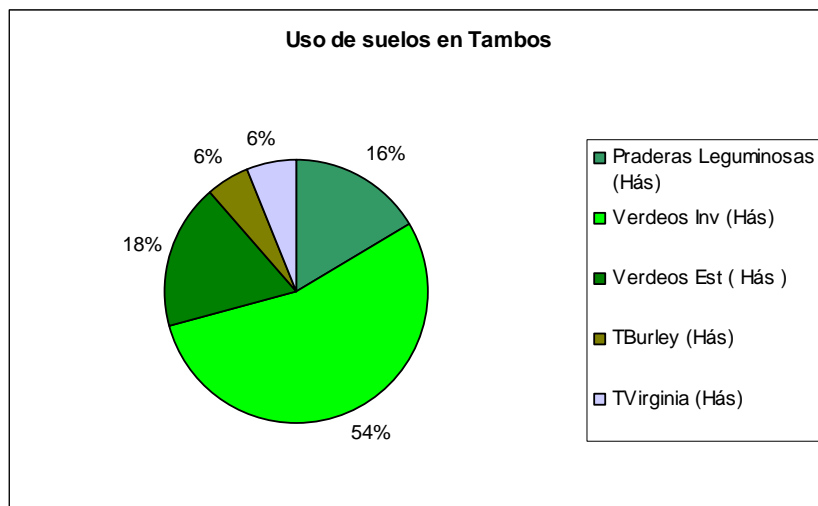
Tabaco: Se percibe que los productores de Tabaco no tienen preocupación sobre conocer las dosis de fertilizante que aplican, lo toman como un dato que deben ejecutar siguiendo las recomendaciones de la Compañía, tal cual les llega a través del asesoramiento Técnico. No tienen problema para financiar las altas dosis recomendadas, ya que la compañía se encarga de hacerles llegar cuanto insumo necesitan, en el momento que surge la necesidad. (Ventaja que los horticultores no tienen).

A causa de esto la información brindada por ellos fue muy parcial, de modo que para hacer los cálculos de fertilizante y nitrógeno aplicado por metro cuadrado se utilizó los datos proporcionados por la Compañía Monte Paz.

Los aportes anuales por metro cuadrado de nitrógeno, son diferentes según la variedad de Tabaco; en Burley se hace un aporte de 24 g/m², mientras que en Virginia es de 9 g/m². La aplicación es fraccionada, una primera aplicación con una dosis baja de nitrógeno (10 k/Há, 1 g/m²) al momento del trasplante como starter, y tres aplicaciones posteriores a la 3°, 5° y 7° semana de desarrollo del cultivo. Esto asegura disponibilidad del nutriente en todo momento para el cultivo, minimizando la pérdida por lixiviado del Nitrógeno (ya que se aporta en función de la demanda) y mejorando su eficiencia de uso. La demanda anual de nitrógeno para el cultivo de Tabaco es, como ya fue mencionado, de 160 kg/Há; que equivale a 16 g/m². La fuente consultada no aclara el tipo de Tabaco, pero se puede ver que la demanda se encuentra en el entorno definido para la fertilización de ambos Tabacos, y teniendo en cuenta que el cálculo de dosis se hace siguiendo los criterios técnicos que corresponde, se puede inferir que existe un ajuste adecuado entre aporte y demanda del cultivo.

De todos modos se puede suponer que hay pérdidas de nitrato no absorbido por estos cultivos a causa de la mencionada eficiencia de uso de fertilizantes, que oscila entre 30 a 40% (GARCÍA LAMOTHE, 2009). Se piensa a través de lo observado en el manejo de suelos de este cultivo, que las pérdidas de nitrógeno están minimizadas y serían aún menores si hubiera mayor porcentaje de productores que realizaran el abandono de chacras, sembrando leguminosas perennes.

Tambos: De 11 tambos encuestados, solo 4 (36%) realizan pasturas con leguminosas, (responsables de la fijación biológica de nitrógeno atmosférico); de estos, el 50% utiliza leguminosas anuales invernales: Ornithopus o lotus rincón. A título de ejemplo, el Ornithopus aporta 100 kg de N por hectárea en un ciclo anual de cultivo (OLMOS, 1996), el otro 50% utiliza leguminosas perennes, que por lo menos permanecen 3 años en los tapices. Las leguminosas se fertilizan cada 2 años, generalmente con 100 unidades por hectárea de fósforo y muy bajo % de Nitrógeno, este manejo se hace correctamente ya que los productores que hacen éstas pasturas tienen asistencia técnica. El área de pastura con leguminosas totaliza 25 Hás en los referidos 4 tambos encuestados. Es evidente la mayor popularidad de la utilización de verdeos, fundamentalmente invernales, para la alimentación de vacas en este período en que el campo natural arenoso tiene muy poca oferta de forraje. La mayor área dedicada a verdeos invernales, no implica desocupación de estos suelos en el período estival, ya que se vio que muchos tamberos plantan Tabaco y rotan con avena este cultivo como cobertura de suelo invernal, lo que además garantiza la captura de la fertilidad residual nitrogenada proveniente del ciclo de Tabaco previo. Para constatar la utilización de la tierra durante el año en Tambos se estudió este parámetro en mayor detalle; en base a los datos disponibles se elaboró una gráfica. La misma se presenta a continuación (Gráfica 13), donde se ve que el uso de suelos en el verano es 37% (9% correspondientes a la mitad de praderas que son perennes, 12% de los Tabacos y 16% del maíz) del área total utilizada y el invernal 63% (54% de las avenas y 9% de las leguminosas anuales invernales). Esto implica que el 26% de la tierra que se utiliza en verdeos invernales no es utilizada en verano; queda el suelo que fue laboreado y fertilizado, sin cobertura vegetal, hasta que se cubre de malezas, en general gramilla. Esto ocurre principalmente a causa de los Tambos que no tienen Tabaco en sus sistemas de producción, aunque hay algunos que aunque plantan Tabaco, hacen mayores áreas de avena.



Gráfica 13- Proporciones de Usos de Suelos de Tambos

Fuente: La autora

Los tamberos hacen sus aplicaciones de nitrógeno para los cultivos anuales (avena y maíz) en forma fraccionada; al sembrar, combinado con mayor proporción de fósforo en la fórmula (ej. de los mas usados: 7-40-40-0 o fosfato de amonio (18-46-0)) aplican en promedio 3,2 g de N por metro cuadrado anual. Los que sembraron maíz sin obtener cosecha (3), volvieron a aplicar fertilización a la preparación de tierra para avena, lo que hizo que la dosis resultara mayor (es probable que no haya existido en esos momentos lavado de nitratos por las condiciones de sequía, que fueron las que hicieron fracasar el cultivo de maíz). En cobertura luego del primer corte, a la avena se le aplica 4,3 gramos/m² de N en invierno, el maíz no se refertiliza en cobertura porque no se hace cortes, el 100% se corta la planta entera al final del ciclo para ensilar, lo que deja el suelo totalmente descubierto a la cosecha.

El aporte total de nitrógeno proveniente de fertilización de cultivos anuales en Tambos es 7,5 g/m² anual en las rotaciones de maíz-avena. En lo que respecta a rotaciones Tabaco –avena, el 52 % de los establecimientos lecheros planta antes de la avena Tabaco Virginia, mientras que el restante 48% Tabaco Burley, el aporte es para la combinación Virginia- avena: 21,5 g de N/m² por año (calculado en base a 2 tamberos que aportaron los datos completos). Para la rotación Burley –Avena: 65,6 g de N/m² por año (calculado en base a los 4 que aportaron datos completos)

Se concluye que en el manejo de suelos y la aplicación de fertilizantes el sistema de tambos es bastante adecuado ya que utiliza rotaciones agrícolas, pese a que existe un 26% de tierra que se deja en barbecho durante el verano, situación que según Casanova (2009) es la más favorable al lixiviado de nitratos. Los problemas de mayor magnitud en tambos en relación al nutriente nitrógeno, son debidos a la contaminación por las pilas de abono que se retiran de las salas de ordeño antes de su limpieza y se dejan al aire libre, expuestas a la condiciones climáticas sobre el suelo; también a la infiltración directa en terreno de los

efluentes de lavado de las salas, con los microorganismos correspondientes y residuos de los abundantes productos de limpieza utilizados. La cuantificación de estos aportes fue expuesta cuando se trató el tema de tratamientos de efluentes.

Fruticultura y Viña: Tanto el fruticultor como los viticultores intervienen solamente en las hileras de los cultivos, en la entrehilera plantan verdeo como cultivo de cobertura y para control de malezas, sin fertilizar, pasan pastera para mantener baja la vegetación. Las hileras se encuentran espaciadas, 3 mts. en frutales y 1,2 mts. en viña. La mayor fertilización se hace a la instalación del cultivo, que es de ciclo largo: 14 años en total los durazneros y mas de 30, la viña. Posterior a la instalación de montes, los tres encuestados fertilizan el suelo cada dos años en caso de la viña. Los Durazneros en cambio se fertilizan en forma anual. Cuando comienza el movimiento de la planta se le coloca en el suelo 92 g de N por planta bajo forma de urea, en una hectárea hay 900 plantas, por lo que por metro cuadrado la aplicación de N es de 8,28 grs. En forma adicional, se aplica urea disuelta en el agua de riego; a razón de 8,2 gramos totales de N por metro cuadrado efectivo (en la hilera), que se distribuyen de manera uniforme en aplicaciones de frecuencia semanal, durante un período de 10 semanas en primavera. El total de N amoniacal aplicado en los duraznos por año es de 16,5 grs por m².

La uva para vinificación no se riega. Se fertiliza en forma bianual directo al suelo, no se especificó época en ningún caso, uno de los viticultores ha aplicado 21 g de N amoniacal por metro cuadrado en los últimos 3 años, mientras que el otro 26,8 g de N amoniacal en los últimos 2 años.

Vivero forestal: El uso de fertilizante en el vivero forestal es casi en su totalidad disuelto en el agua de riego. Una pequeña proporción de fertilizante de liberación lenta se agrega en el sustrato en base a cáscara de pino que se utiliza. Este sustrato se caracteriza por tener excelente drenaje y nula a capacidad de retención de nutrientes.

El riego es por aspersion. El propietario observa que un 25% del área total del vivero, corresponde a caminos, y, al tratarse de este tipo de riego es inevitable que sean regados de igual modo que las bandejas, suspendidas en canchas en el aire, que contienen las plantas. De esto se deduce que esa área es fertilizada y regada del mismo modo que el área cubierta de plantas, lo que permitiría el lixiviado de la totalidad del nitrógeno que se aplica disuelto en el riego. Hay que aclarar que los caminos de los viveros no tienen cobertura vegetal y en muchas partes se encharca el agua de riego.

Considerando también que el sustrato utilizado no tiene capacidad de retención de nutrientes, el agua con fertilizante disuelto que pasa por las bandejas y llega al suelo por debajo de las mesas elevadas, también ingresa en el mismo. La cobertura vegetal debajo de las canchas es muy escasa debido al sombreado de las bandejas y malas condiciones generales para el desarrollo de las plantas. Otra característica del suelo del vivero es la

compactación superficial, de todos modos con el aporte diario de carga hidráulica es de suponer que la mayor parte del agua con nutrientes que llega al suelo, penetra, por lo menos en los puntos más bajos del terreno.

Los gramos totales de Nitrógeno aplicados por metro cuadrado por año: 2,1. El aporte se hace a través del riego por aspersion con fertilizantes de alta solubilidad, fraccionado en dosis pequeñas, utilizando criterios científicos. Se basa en las necesidades de las plantas según el ciclo y presencia de síntomas de deficiencias.

El resumen comparando los aportes de nitrógeno por metro cuadrado por rubro, considerando las diferentes fuentes, se puede ver más claramente en el siguiente cuadro. (Cuadro 4)

Cuadro 4- Aportes de Nitrógeno por Metro Cuadrado por Rubro.

RUBRO Y ACTIVIDAD	g de N por m2 anual
TAMBOS	
avena-maíz	7,5
avena-Burley	61,6
Avena-Virg	21,5
Efluentes	152570
TABACO	
Virginia	9
Burley	24
HORTICULTURA	
abono org. Compostado	243
abono org. Sin compostar	636
FRUTICULTURA	
Duraznos	16
Viña	10
VIVERO FORESTAL	
	2,1

Fuente: La autora

Considerar solo los aportes de todos modos no tiene sentido si no se toma en cuenta otros aspectos como fraccionamiento, presencia de cobertura vegetal y demanda de nitrógeno por parte del cultivo. De todos modos como ya se mencionó, en horticultura se excede ampliamente con el aporte las necesidades. En Tabaco hay un buen ajuste, pero se aprecia fertilidad residual en los cultivos trampa posterior. En caso de los efluentes de tambo, no hay cobertura vegetal y hay encharcamiento sobre el suelo, por lo que se piensa es la peor situación localizada en un punto, que permanece continuo en el correr de los años de realización de la actividad. Los cultivos perennes con entrehileras cubiertas no parecen presentar graves problemas, en cambio el vivero sería un caso a considerar por su carga hidráulica superior a las precipitaciones, el área que se fertiliza sin aprovechamiento de ningún cultivo, la ausencia de cobertura vegetal, etc.

5.3.1.7.2. Agrotóxicos

5.3.1.7.2.1. Lista de plaguicidas utilizados

Tomando en cuenta la información efectivamente recabada sobre plaguicidas se puede enumerar los plaguicidas utilizados que los productores recuerdan haber usado en el año, en el momento de la entrevista; esto dado que no se lleva registro de aplicaciones en los predios.

Por su utilización en los predios, se clasificó los pesticidas en: Uso frecuente: uso en mas de 6 predios; bastante frecuente: usado en de 3- 5 predios y poco frecuente: utilizados en 1- 2 predios. Se puede ver en el siguiente cuadro (cuadro 5) la clasificación:

Cuadro 5- Utilización Predial de Agrotóxicos.

Uso frecuente	Núm predios	Bastante frecuente	Núm Predios	Poco frecuente	Núm Predios
Rayo (Lambda cialotrina)	8	Cupricos	4	Panodan (Cartap)	2
Imidatec (Imidaclopid)	9	clorpirifós	3	Cipermetrina	2
Folidol (Paratión metílico)	12	Previcur (Propamocarb)	5	Iprodione	1
Mancoseb (Mancoseb)	6	Ridomil (metalaxil)	3	Captan	2
Diazinón (Diazinón)	8	Lambo (fipronil)	3	Topador	1
				Folpan (folpet)	2
				Ziram (ditiocarbamato)	1
				Drexalin	2
				Sevin (carbaril)	1
				Decis (deltametrina)	2
				Benlate (benomyl)	1

Fuente: La autora

El plaguicida que se usa indudablemente en todos los predios, aunque algunos productores no lo nombraron en las encuestas, posiblemente por olvido, es el Folimur, un hormiguicida formulado en polvo para insuflar dentro de los hormigueros, pertenece al grupo químico organofosforados, actúa inhibiendo la colinesterasa. Sobre su persistencia y comportamiento ambiental el Instituto Nacional de Ecología (Mexico, 200?) proporciona los siguientes datos:

” Cuando es emitido al aire, una parte se encuentra en forma de vapor y otra parte asociada a las partículas. El vapor es eliminado mediante reacciones con radicales hidroxilo (vida media de 6.5 horas), mientras que las partículas son removidas por precipitación húmeda y seca. Este compuesto tiene una persistencia baja a moderada en el ambiente (días a meses), con excepción de los sitios en los cuales han ocurrido derrames accidentales donde puede permanecer por años. En los suelos generalmente es poco persistente, su vida media varía de 1 a 30 días con un valor típico de 5 días. La biodegradación,

aerobia y anaerobia, es el principal mecanismo de eliminación de este plaguicida, seguida por la fotólisis. La velocidad de la biodegradación depende del tipo de suelo y de la temperatura. Este proceso es favorecido sobre todo en suelos arenosos en zonas de clima cálido. El Paratión metílico tiene una afinidad moderada por la mayoría de los suelos, por lo cual se espera que presente una movilidad limitada y pocas posibilidades de lixiviarse hasta las aguas subterráneas. No obstante, uno de sus productos de degradación, el 4-Nitrofenol, se adsorbe débilmente a las partículas y puede contaminar los acuíferos. El Paratión metílico es degradado rápidamente en los mares, lagos y ríos por acción de los microorganismos, por hidrólisis y fotólisis. Comúnmente cerca del 100% de su concentración es removida en un período de 2 a 4 semanas. Su remoción es favorecida en aguas alcalinas con alta salinidad y presencia de sedimentos. Cierta grado de volatilización es posible tanto en suelo como en agua. Su potencial de bioconcentración en plantas y animales es bajo y no se biomagnifica a través de la cadena trófica. Muchas especies de animales, tanto vertebrados como invertebrados, tienen la capacidad de metabolizarlo y eliminarlo en poco tiempo. De forma similar, es absorbido y metabolizado rápidamente por las plantas; en ellas su vida media es de pocas horas y sus residuos desaparecen casi por completo en 6 a 7 días.”

Otros muy utilizados, en más de 6 predios, son Imidatec, Rayo 50 y Diazinon: todos insecticidas, cuyos grupos químicos corresponden a Piridinas, Piretroides y Organofosforados respectivamente.

Sobre el imidatec (piridina) desde el punto de vista químico se obtuvo la siguiente información de GTZ (1996):

“es notablemente móvil y se dispersa ampliamente en la hidrosfera, pedosfera y atmósfera debido a su hidrosolubilidad y volatilidad. Tiene poca tendencia a la bioacumulación y geoacumulación. La piridina no debe depositarse en los vertederos de desechos comunes, sino que debe eliminarse en instalaciones para incineración de residuos especiales. La piridina es una amenaza para el agua”

Sobre su comportamiento en el agua la misma fuente menciona que la piridina se disuelve por completo en el agua y forma mezclas tóxicas, incluso estando muy diluido. El compuesto es estable en el agua porque no se produce hidrólisis.

Los datos obtenidos sobre el comportamiento ambiental del principio activo de Rayo 50 en su hoja de seguridad (SYGENTHA, 2006) refieren que es bioacumulable, no persistente en el agua, ni en suelo, no tiene movilidad y no percola en el suelo.

Respecto al Diazinon, la FAO (en <http://www.fao.org/docrep/005/x2570s/X2570S09.htm>) en lo referente a su movilidad, afirma que no se liga fuertemente al suelo, mostrando movilidad moderada. Aclara que no es persistente en el suelo. La mayor parte del Diazinon aplicado en el suelo se pierde por degradación química y biológica a los dos meses aproximadamente de la aplicación. Se ha indicado que la hidrólisis es lenta cuando el pH es superior a 6, pero puede ser significativa en algunos suelos. Se considera que la biodegradación es un proceso importante en los suelos, habiéndose notificado casos de

semidesintegración de más de 1,2 a 5 semanas en suelos no estériles y de 6,5 a 12,5 semanas en suelos estériles. La tasa de degradación química del Diazinon depende mucho de la acidez del medio. El Diazinon es más estable en medios alcalinos que en medios con un pH neutro o ácido. La semidesintegración por hidrólisis es de 32 días (pH 5), 185 días (pH 7,4) y 136 días (pH 9) a 20°. No se dispone de datos de los productos de su degradación. No se bioacumula.

Sobre sus formulaciones: el Imidatec se presenta en polvo dispersable, mientras que Rayo y Diazinon lo hacen en concentrados emulsionables.

En la misma categoría de mayor frecuencia entre predios está un único fungicida, Mancoseb. Se trata de un fungicida con acción de contacto, del grupo químico de los ditiocarbamatos, formulado como polvo mojable.

Entre 3 y 5 predios utilizan los siguientes: Fungicidas Previcur, fungicidas cúpricos, Ridomil, Insecticidas: Clorpirifós y Lambo. El Previcur es un Carbamato, que se utiliza en dos presentaciones, líquido soluble en agua o concentrado soluble. El Ridomil es una combinación de Mancozeb y Metalaxil, lo que contribuye a hacer mayor la utilización del principio activo Mancoseb. El clorpirifos es un organofosforado que se presenta como concentrado emulsionable. El Lambo o Blitz, es un insecticida formulado como sebo tóxico para hormigas, su principio activo es en base a Fipronil. Se está viendo un incremento en su utilización.

Utilizados en forma menos común aparecen: Panodan, Cipermetrina, Decis y Sevin como insecticidas y Captan, Folpam, Benlate, Ziram, Iprodione y Topador como fungicidas.

Otro aspecto importante que puede ser extraído es el área en que se utilizan los distintos plaguicidas. Se puede comprobar que hay cierta coincidencia en la importancia por área de utilización como en la importancia por número de predios en cuanto a los plaguicidas más utilizados.

Agrupando por área de utilización, se extrae la siguiente tabla, se puede ver que como ya se mencionó los hormiguicidas son los utilizados en mayores áreas, por otra parte se piensa que este dato está subestimado, ya que muchos productores no los nombraron como agrotóxicos utilizados, puede ser que entiendan por "agrotóxico" los que se aplican pulverizando con mochila. En caso de los hormiguicidas uno se aplica con máquina a presión dentro del túnel del hormiguero (Folidol o Folimur, organofosforado). El otro (Blitz o Lambo, Fipronil) es un cebo y se aplica en los caminos cuando las hormigas están acarreado su cosecha y es trasladado al hormiguero por las mismas.

Cuadro 6- Importancia en Área de los Agrotóxicos Utilizados

Nombre	Área de Aplicación (m ²)	Área en Hás
Folimur	761000	76,1
Blitz	330000	33
Diazinón	330000	33
Imidatec	243000	24,3
Mancoseb	223800	22,4
Rayo	134404	13,4
Folpan	110000	11
Previcur	93000	9,3
Cupricos	75944	7,6
Ridomil	70000	7
clorpirifós	53600	5,4
Decis	47000	4,7
Ziram	40000	4
Drexalin	40000	4
Captan	15000	1,5
Sevin	10000	1
Benlate	10000	1
Iprodione	5000	0,5
Topador	5000	0,5
Panodan	3944	0,4
Cipermetrina	3920	0,4

Fuente: La autora

Se puede obtener como dato de referencia de quienes aportaron esta información, del consumo anual por hectárea promedio de Folimur y Blitz, los hormiguicidas utilizados en mayor superficie. Para Folimur este promedio es de 1 kg de polvo por hectárea por año. Mientras que para Blitz es de 0,5 kilos de granulado por hectárea de cultivo. Hay que resaltar que los productores utilizan ambos hormiguicidas en forma combinada, la proporción que mantienen entre ellos es 2:1, o sea por cada kilo de folimur se aplica 0,5 de Blitz para cada hectárea de cultivo. Tanto Tamberos como Tabacaleros y horticultores los utilizan. Con el fin de aportar mayor información sobre el hormiguicida Blitz o Lampo en base a Fipronil, se accedió a la versión digital de la GUÍA SATA (2009), que resume lo siguiente:

Respecto al comportamiento de este principio activo hormiguicida de presentación granulada en el ambiente el mismo es moderadamente persistente. Respecto a su destino: no se volatiliza, por ello es muy poco probable encontrarlo en el aire, excepto cuando se aplica como spray. Muestra una afinidad baja a moderada por el suelo, dependiendo de su tipo y contenido de materia orgánica. Por ello, su movilidad es limitada o nula en este medio y representa un bajo riesgo de contaminación para las aguas subterráneas. La hidrólisis de este compuesto, mediada por la acción de los microorganismos y en una pequeña proporción por reacciones químicas, participa de manera importante en la eliminación de este compuesto en los suelos. Asimismo, la fotólisis contribuye en cierta medida en este proceso. Su vida media en suelo varía de 18 a más de 300 días en el suelo, dependiendo del tipo, contenido de carbono orgánico y pH. Este plaguicida es resistente a la hidrólisis en los cuerpos de agua, con

excepción de aquellos con pH muy básico (pH 12). Su potencial estimado de bioconcentración en los organismos acuáticos es alto.

Diazinón, es utilizado por todos los Tabacaleros y uno de los viticultores. Los datos provenientes de las encuestas arrojan una dosis anual de 0,5 litros por hectárea. Se contrasta con las recomendaciones de la empresa Monte Paz, que al transplante aconseja aplicar Diazinón a razón de 2,5 litros por hectárea. Las recomendaciones técnicas de la empresa Monte Paz para fertilizantes y plaguicidas se pueden ver en el (ANEXO 4). No se conoce la razón de la discrepancia. El hecho de ser aplicado al transplante implica que una buena proporción del agrotóxico es directamente aplicado al suelo, por el escaso follaje que presentan las mudas al transplante.

El Imidatec (Piridina) es usado por 3 de los 8 horticultores, no mas de 4 veces al año; y por los Tabacaleros. Estos últimos, en las encuestas aclaran gastar 1/3 de litro por hectárea; lo que se aproxima a las recomendaciones de la empresa Monte Paz, que sugiere una aplicación de 0,2 litros por hectárea a los 24 días de haber transplantado el Tabaco en el campo, con mayor desarrollo de la planta y por lo tanto menor llegada al suelo.

Mancoseb: Funguicida de mayor distribución en área; abarca 22 Hás, es utilizado por 2 horticultores y 2 viticultores, su dosis por hectárea/año promedio es de 4 kilos. Los horticultores lo aplican con mayor frecuencia en estaciones amenas (otoño y primavera) y los viticultores a partir de la primavera cuando la viña tiene hojas, no fueron proporcionados datos de frecuencias, pero normalmente las curas en estos cultivos se hacen cada 15 días.

Rayo 50: Insecticida utilizado en 13 Hás, por 3 horticultores y todos los Tabacaleros. Uno de los horticultores lo aplica todas las semanas del año, sobre toda su área, el otro una vez por mes. Los Tabacaleros utilizan 1 litro por año, el que les es suficiente hasta para 3 hás, lo que implica un gasto de 0,3 l/Há/año.

Folpan: Utilizado solamente por los viticultores, se distribuye en total de 11 hás. La cantidad promedio aplicada en forma anual es de 5 kilos por hectárea. Es un funguicida de formulación polvo mojable, cuyo principio activo es Folpet.

Previcur es un funguicida sistémico, cuyo principio activo es propamocarb clorhidrato. Es utilizado por 3 de los horticultores, todos los Tabacaleros en los almácigos (el área promedio de almácigos es 1500 metros cuadrados) y el vivero forestal en toda su área. El que aportó datos de cantidad de curas anuales fue el horticultor, que lo utiliza todas las semanas. Los tabacaleros aplican medio litro por año, en las áreas de almácigos a fines de invierno. Los almácigos se hacen en bandejas de espuma plast, flotantes, en área nivelada y forrada de nylon que contiene una pequeña cantidad de agua (altura de 5 cm, volumen estimado: 75 metros cúbicos de agua, 75000 litros) que es absorbida por el sustrato artificial por capilaridad en su totalidad. Los funguicidas se aplican con regadera o pulverizando el follaje; además de Previcur se utilizan: Rovral, Mancoseb, Ridomil, Fitomicina y Oxido

Cuproso (datos proporcionados por la empresa Monte Paz, Plan de curas 2008-2009, ANEXO). Estudiando en el mapa elaborado en el SIG donde está la localización de todos los Tabacaleros proporcionada por la Compañía Tabacalera, se encuentra 19 productores en la cuenca del arroyo Curticeiras y 4 en la del arroyo Cuñapirú; por lo que las áreas de almácigos aproximadas respectivas, dentro de cada cuenca son: 28500 metros cuadrados en cuenca Curticeiras y 6000 en la del Cuñapirú. Nueve de los 11 Tabacaleros encuestados declararon haber utilizado Bromuro de metilo en desinfección de almácigos, cuando los almácigos se hacían directo en la tierra (el método se fue abandonando gradualmente, hasta el año 2000, en que se eliminó). La localización de las áreas de almácigos, es siempre cercano a alguna fuente de agua, de los que utilizaron Bromuro: 2 declararon hacerlo cerca de la casa (30 y 50 mts), el resto lejos de la misma, pero cerca de cañadas o arroyos cuya agua se utilizaban para regar los almácigos con regadera.

Clorpirifós: es utilizado por dos de los horticultores y uno de los fruticultores. Las frecuencias de aplicación o consumo por área: uno de los horticultores aplica cada 15 días en primavera y otoño; el otro consume 2,5 litros por año y los aplica en 2000 metros cuadrados. El fruticultor utiliza 1 litro por año, en 5 Hás.

Los productos siguientes de la lista son utilizados en poca área y por no más de dos productores, no se cuenta con información sobre frecuencias o cantidades.

Pasando a los productos químicos para aplicar en animales, utilizados por los tamberos; se relevó específicamente sobre los productos utilizados para control de Garrapata (un parásito externo del grupo de los ácaros, que succiona la sangre de los mamíferos) y modos de aplicación. En los modos de aplicación, se vio que 5 de los Tamberos utilizan mochila aspersora con producto acaricida, aplicando pulverizaciones cada 20 días a partir de inicio de primavera hasta mediados de otoño; sobre el lomo de animales en instalaciones de trabajo vacuno que tienen. En general, las mismas están cerca de las casas.

2 realizan baño de inmersión que consiste en un pozo de 10m X 1m X 1m, recubierto de cemento, en el que se coloca agua y acaricida disuelto, se arrean los animales hasta que caen al agua y se los deja salir por el extremo. Los tamberos hasta aquí presentados, no aclararon la naturaleza del producto químico utilizado en las curas, ya sea por pulverización como por inmersión.

Los últimos 4 que restan, aplican Pour on, dos de ellos aclaran que se trata de una formulación especial para tambo que permite continuar el ordeño de las vacas tratadas. Otro usa Ivermectina (un inyectable que permanece en la sangre y tiene acción sistémica) o puor on común, este no remite a la industria, ya que se trata de una institución de enseñanza agraria que produce la leche para sus internos, cabe aclarar que los controles de garrapata

coinciden con la época de vacaciones en que no hay consumo de leche por parte de internos. El último utiliza Fipronil, aplicándolo como Pour on.

Es importante agregar, que la mayoría de los predios visitados utilizan más de un agrotóxico en la misma área productiva. A continuación se detalla según rubro la cantidad de agrotóxicos diferentes utilizados en promedio. Horticultores: 3, 5 alternan insecticidas y funguicidas en frecuencias que van desde 1 vez cada 2 meses, hasta todas las semanas. Viticultores: 5, funguicidas, insecticidas y hormiguicidas. No proporcionaron idea de frecuencia de aplicaciones.

Tabacaleros: 5, igual combinación que viticultores, tampoco proporcionaron idea de frecuencia. Tamberos: 2,5 entre hormiguicidas y productos de baño para garrapatas. El vivero forestal usa 3, todos funguicidas, de contacto y sistémicos.

5.3.1.7.2.2. Almacenamiento de agrotóxicos

21 de los entrevistados almacena los agrotóxicos en buenas condiciones, que incluyen: distancia prudencial de casas, piezas exclusivas para este uso con acceso restringido, todas con techo, algunas: piso de tierra. 4 de los entrevistados no almacenan agrotóxicos en buenas condiciones, son 3 horticultores y un tambero: respectivamente: en una pieza de su propia casa, dos precarios y el último en galpón de ordeño.

5.3.1.7.2.3. Realización de la aplicación de tóxicos

En 19 de los predios entrevistados es el propietario o algún integrante del núcleo familiar el que realiza la aplicación de plaguicidas, mientras que en 7 dicha tarea la realizan empleados. En todos los casos de horticultura y Tabaco se hace mediante mochila aspersora de mano, que pulveriza con lluvia muy fina las hojas y otras partes del cultivo. En viticultura y fruticultura se utilizan tractores con pulverizadoras específicas para los cultivos, que distribuyen la lluvia más gruesa a mayor distancia, altura y con mayor presión y caudal. Indudablemente hay mayor probabilidad de aplicar en zonas no deseadas en los casos de fruti y viticultura.

5.3.1.7.2.4. Cuidados personales en utilización

9 entrevistados no tiene equipo de seguridad y por lo tanto no usa (40% del total), 6 tiene equipo parcial y/o utilizan a veces (27%), 7 usan equipo de seguridad para las aplicaciones (32%), del total de 22 establecimientos que hacen algún tipo de aplicación de

agroquímico y respondieron la pregunta. 11 de los 22 entrevistados utilizan guantes para preparar las diluciones, el resto no. En los rubros donde hay mayor descuido respecto al equipo de seguridad es en Tabacaleros (8 de 11 no tienen o no usan, equipos de seguridad en aplicaciones) y horticultura (5 de 8 productores no tienen equipos). Los tamberos no tienen, pero utilizan solo veneno de hormiga y garrapaticida, además su frecuencia de aplicación es baja. Los que no tienen equipos, dicen que se cuidan de ponerse a favor del viento.

Los viticultores usan protección en cabina de tractor, pilot, pero no máscara, en dos de los tres casos son los propietarios que aplican.

5.3.1.7.2.5. Descarte de envases vacíos

12 de los productores encuestados llevan sus envases vacíos luego de realizar triple lavado e inutilización al aterro de la IDR (mas del 50%), 9 queman los envases, 1 entierra y 2 los almacenan.

La mitad de los horticultores, un viticultor, 7 de los 11 Tabacaleros y Tamberos llevan a aterro de IDR.

5.3.1.7.2.6. Antecedentes de usos de plaguicidas

Hasta el año 2000 se utilizó Bromuro de metilo en áreas de producción de almácigo de Tabaco. Hasta el año 1992 se utilizaba como Hormiguicida: Aldrin (Dodecacloro) en todas las producciones de la zona.

5.3.2.- Determinación del riesgo

Para proceder a la determinación de riesgo de las actividades realizadas se tomará en cuenta algunas de las variables presentadas, que se piensa son las mas relevantes respecto al riesgo de contaminación, independientemente de la actividad. A cada variable se le asignó en una escala de 1 a 3: riesgo alto (3), medio (2) o bajo (1) para asignar un grado de importancia cuantitativo a cada variable y poder obtener un número que las contemple a todas. Se dividió el cálculo del riesgo en dos partes: riesgo de contaminación de la fuente de agua y riesgo de contaminación del acuífero, seleccionando para cada una las variables de mayor peso en la determinación. Para asignar los valores en algunos casos se debió incluir información adicional, proveniente de las encuestas y de las observaciones realizadas en los predios para tomar en cuenta el proceso de producción involucrado.

5.3.2.1 Riesgo de contaminación de la fuente

Los riesgos asignados por variable son:

Posición topográfica del predio: Alto: 1, ladera: 2, Bajo: 3.

Distancia al contaminante: más de 50 metros: 1, entre 50 y 25: 2, menos de 25: 3

Tipo de contaminante: conjunto de 2 a mas, sala ordeño, invernáculos: 3, pozo negro con pérdidas, chacra Tabaco: 2 cámaras sépticas, corrales de trabajo esporádico: 1.

Proceso de basura doméstica: Si quema o traslada: 1, si entierra: 2, no se considera 3 por la consideración empírica que la composición de la basura de éstos predios es de menor volumen y diferente a la urbana en su constitución.

Tratamiento de aguas residuales domésticas: Pozos negros sellados, con limpieza frecuente y cámaras sépticas: 1, pozos negros filtrantes o sin fondo o con robadores subterráneos: 3

Características constructivas del pozo: Pozo Mevir, Prenader o PPR: 1 Pozo tubular artesanal: 3

Posición topográfica del pozo: Alto: 1, ladera: 2, Bajo: 3.

Nivel estático: Hasta 6 m: 3, de 6 a 10: 2, mas de 10:1. En el caso de la cachimba en el cerro, se consideró 1 el riesgo, porque es un manantial que se encuentra en un punto alto, con acceso impedido a animales.

Tipo de suelo: arenoso o anegado: 3, Arcilla o tierra negra: 1

El cálculo del índice de riesgo para la contaminación de las fuentes se hizo a través de un promedio de los índices asignados a cada variable calificada, otorgándole el mismo peso a cada una. Cuando no se tiene información sobre alguna, no influye sobre el promedio, dividiendo por el número de datos efectivos para cada fuente.

Índices de Riesgo resultantes: por encima de 2,5 se considera alto; entre 2,4 y 1,6 medio; menor a 1,5 Bajo.

En el Cuadro 7 se pueden ver los resultados obtenidos, el número de ID identifica los predios, por lo que el mismo id corresponde a diferentes pozos en uso del mismos predio.

Cuadro 7- Estimación de Índices de Riesgo de Contaminación de la Fuente-Parte 1

ID	Ant	topografía	IR	distancia (mts) contaminante	IR	Naturaleza contaminante	IR	Proceso Basura doméstica	IR	Tratam. Aguas residuales domésticas	IR
1	38	Bajo	3	20	3	invernáculo	3	Quema	1	PN Sellado	1
2	16	Bajo	3	3	3	invernáculo	3			PN	1
3		Alto	1	25	3	PN filtr, invernác	3	Quema	1	PN Filtra	3
4	3	Bajo inundable	3	20	3	PN , invernác	3	Traslada	1	PN, abierto, limpia lluvia que arrastra contenido en bañado	3
5	6	ladera	2	100	1	invernác, ovejas	1	Quema	1	PN sin fondo	3
6	6	bajo	3	10	3	invernác	3	Entierra	2	PN, filtra	3
7	8	ladera	2	40	2	PN	2	Quema	1	PN	1
8	8	ladera	2	0	3	periferia suburbana s/ saneam	3	Quema y Traslada	1	PN sin fondo en const.	3
9		ladera	2	10	3	PN, invernáculo	3				
10	8	ladera	2	50	1	PN	1	Quema	1	Cámara, PN sellado	1
11	25	Alto	1	40	2	PN	2	Quema y Traslada a circuitos limpios IDR	1	PN c/robadores subterráneos a 2 mts	3
12	13	ladera	2	4	3	area fruticola con riego	2	Entierra	2	PN sin fondo	3
13	20	Ladera	2	2	3	Sala ordeño	3	Entierra orgánico y quema plásticos	2	Cámara séptica	1
14	25	ladera	2	30	2	PN, chacra	3	Entierra y quema	2	PN	1
14	47	Alto	1	20	3	Sala ordeño	3	Quema	1	PN	3
16	15	bajo	3	150	1	Sala ordeño	1	Quema	1	PN	1
17		Ladera	2	60	1	PN	1	Entierra	1	PN	1
18	33	alto	1	3	3	PN, sala ordeño	3	Quema pl, resto tira campo	2	PN	3
19	30	Ladera	2	100	1	sala ordeño, chacra	1				
20	30	ladera	2	40	2	PN filtra	3	Traslada basurero	1	PN, filtra	3
21	32	alto	1	100	1	PN, sala ordeño	1	coloca en pozo , cuando llena quema	2	PN y cámara	1
22	32	bajo	3	125	1	sala ordeño	1	Quema	1	PN	1
23	32	alto	1	150	1		1				
24	30	alto	1	50	1	sala ordeño	1	entierra	2	PN	1

25	14	alto	1	8	3	corrales, cámara sépticas	2	entierra	2	PN	1
26	26	bajo	3	100	1	cámaras sépticas	1	entierra	2	PN con robador	3
27	12	ladera	2	30	2	PN, chacra	3	Entierra y quema	2	PN	3
28	23	ladera	2	40	2	PN	3	Entierra y quema	2	PN sin fondo	3
29	12	ladera	2	30	2	invernác, chacra, corrales ovinos	3	Entierra	2	PN sin fondo	3
30	9	alto	1	20	3	PN sin fondo	2	Quema y traslada	1	PN sin fondo	3
31		alto	1	100	1	riego vivero	1	Quema	1	PN	3
32		ladera	2	2	3	riego vivero	3		1		1
33		ladera	2	2	3	riego vivero	3		1		1

Fuente: La autora

Referencias: PN: Pozo negro

Cuadro 7- Estimación de Índices de Riesgo de Contaminación de la Fuente- Parte 2

ID	Caracts construct. Pozo	IR	posición topográfica DEL POZO	IR	NE	IR	Tipo de suelo	IR	Indice de RIESGO contami nación fuente	Valoración Indice
1	P Artes.Tubular	3	igual nivel	2	4,5	3	Mezcla, Ann	3	2,4	medio
2	P Artes.Tubular	3	aguas abajo	3	21	1	TN	1	2,3	medio
3	P Artes.Tubular	3	aguas arriba	1	15	1	Arenoso	3	2,1	medio
4	P Artes.Tubular	3	igual nivel	2	0,5	3	Ann , TN	3	2,7	alto
5	P Artes.Tubular	3	aguas abajo	3	10	2	Arenoso	3	2,1	medio
6	P Artes.Tubular	3	aguas abajo	3	8	2	Arenoso	3	2,8	alto
7	P Artes.Tubular	3	aguas abajo	3	2	3	Arenoso	3	2,2	medio
8	P Artes.Tubular	3	aguas abajo	3	14	1	Arenoso	3	2,8	alto
9	P Artes.Tubular	3	igual nivel	2	10	2	Arenoso -Ann	3	2,6	alto
10	P Artes.Tubular	3	aguas arriba	1			arenoso	3	1,6	medio
11	P Artes.Tubular	3	igual nivel	2	12	1	arenoso	3	2,0	medio
12	P todo entubado	1	aguas abajo	3	20	1	arenoso	3	2,2	medio
13	Pozo Prenader	1	aguas abajo	3	28	1	Arenoso, TN	3	2,1	medio
14	Pozo Mevir	1	igual nivel	2	23	1	mezcla	2	1,8	medio
14	Pozo Brocal	3	igual nivel	2	20	1	arenoso, 10 há TN lejos	3	2,2	medio
16	P tubular local Curticeiras	1	aguas abajo	3			arenoso	3	1,8	medio
17	P Prenader	1	aguas	3			arenoso	3	1,6	medio

			abajo							
18	Pozo Brocal	3	igual nivel	2	13,5	1	mezcla	2	2,2	medio
19	P Artes.Tubular	3	aguas abajo	3	5	3	arenosos	3	2,3	medio
20	P Artes.Tubular	3	igual nivel	2			Arenoso, costa TN	3	2,4	medio
21	Pozo Mevir	1	aguas arriba	1			TN	1	1,1	bajo
22	P Artes.Tubular	3	aguas abajo	3			arenosos	3	2,0	medio
23	Cachimba en cerro	1	aguas arriba	1	0	1	arenosos	3	1,3	bajo
24	PArtes.Tubular	3	igual nivel	2	20	1	arenoso , 2 a 3 Hás de TN	3	1,7	medio
25	Pozo Mevir	1	aguas arriba	1	14	1	arenoso, algo tierra negra	3	1,7	medio
26	Pozo PPR	1	aguas abajo	3	21	1	arenosos	3	2,0	medio
27	Pozo PPR	1	aguas arriba	1	25	1	arenoso y TN en partes igual	3	2,0	medio
28	Pozo Mevir	1	aguas arriba	1			Arenosos, costa TN	3	2,1	medio
29	Pozo PPR	1	igual nivel	2	27	1	arenosos	3	2,1	medio
30	P Artes.Tubular	3	igual nivel	2	20	1	arenoso	3	2,1	medio
31	P Artes.Tubular	3	aguas abajo	3			arenoso	3	2,0	medio
32	P Artes.Tubular	3	igual nivel	2			arenosos	3	2,3	medio
33	P Artes.Tubular	3	igual nivel	2			arenosos	3	2,3	medio

Fuente: La autora

Referencias: Pozo PPR: Pozo financiado por Producción Responsable-MGAP. Suelos: Ann: anegado; TN: tierra negra

Observando el mismo se puede concluir, que 4 de 33 pozos (12%) tiene índice de riesgo de contaminación alto, 3 ubicados según se puede comprobar en el mapa en zona suburbana y 1 en zona rural (se puede ver localización en Fig. 20). Un detalle a resaltar que surge de la observación de la Figura 20, comparándola con la Figura 6, es que los tres pozos con índice de alto riesgo en la zona suburbana, están incluidos en la zona definida en el Plan de Desarrollo... (IDR, 2004, aún no aprobado) donde para la protección del SAG los niveles piezométricos deben ser identificados en los emprendimientos potencialmente agresivos. Los 4 pozos de índice de riesgo medio ubicados mas próximos a la planta urbana hacia el SE, se encuentran en la zona determinada en el estudio de Pérez y Rocha (2002) como de contaminación por nitratos (Figura 2), uno pertenece a Tambo y los otros 3 a vivero forestal. El 81% (27 de 33) de las fuentes tiene índice de riesgo medio y solo el 6% índice de riesgo bajo. Sumando los que tienen riesgo medio y alto de contaminación se comprueba

que son el 93% de las fuentes estudiadas, explicado por la interacción y acumulación de los factores de riesgo considerados.

5.3.2.2 Riesgo de contaminación del acuífero

Está determinado por los riesgos de los procesos de producción, (los riesgos relacionados a los tratamientos domésticos de basura y efluentes de saneamiento y/o salas de ordeño, se consideran solamente dentro de los riesgos de contaminación de la fuente).

Valores asignados:

Carga hidráulica: Aporte 25% superior a precipitaciones anuales: 3, entre 25% superior a promedio de precipitaciones anuales y promedio de precipitaciones anuales: 1. Se debe tener en cuenta que para los hortícolas no se suma el valor de riego a la precipitación, en cambio para los otros rubros si, por lo que si su aporte es mas de 400 litros por metro cuadrado (mm) ya excede los 2000 mm anuales que se pusieron como límite entre las categorías.

Aportes de Nitrógeno: Con el fin de establecer un criterio científico para establecer un rango de riesgo en aportes de nitrógeno, se parte de la referencia presentada por Prakasa Rao y Puttanna (2000), que citan como máximo límite admitido en USA de nitrato en el agua de 45 ppm (45 mg de nitrato cada litro de agua). Por su parte la OSE, en Uruguay, para agua potable, como ya se mencionó pone un límite de 50 mg/l. Conociendo el promedio de precipitaciones anual de la zona, alrededor de 1600 mm anuales (equivalente a litros por metro cuadrado), se calcula los gramos de nitrógeno que se pueden diluir en esta cantidad de agua para obtener una concentración de 45 ppm. Los gramos anuales para obtener esta concentración serían 7 grs. Según datos proporcionados por Dieguez (2008) y García Lamothe et al. (2009), solamente el 30% del fertilizante aplicado bajo la forma de fertilizante es utilizado por las plantas, por lo que si se aplican 10 g/metro cuadrado de nitrógeno, 7 quedarían disponibles para ser lixiviados. De este modo, hasta 20 g de nitrógeno por metro cuadrado/año se considerará riesgo 1, de 20 a 40 g/metro/año riesgo 2; superior a 40 g riesgo 3.

Para abono orgánico: Compostada la materia orgánica: 2 si la dosis de N es superior al límite de 40 g/mt; si es inferior a esa cantidad 1; sin compostar: 3, la materia orgánica de los tambos se asume que es sin compostar y adicionalmente contiene productos de limpieza, por lo que es 3.

Frecuencia aplicación de agrotóxicos: Si la frecuencia es semanal o quincenal: 3, cada mes: 2, superior a mensual: 1. Los fruticultores se les asigna 2, no solo por la

frecuencia sino por el modo de aplicación, en tractor con máquina a presión de bombas que pulverizan además del cultivo foco, suelo, aire y malezas.

Rotaciones: si no hay rotaciones nunca: 3; si las hay: 1

Del mismo modo que en ítem anterior el índice de riesgo calculado es un promedio de los datos que se dispone en cada caso. Si el Índice de Riesgo resulta por encima de 2,5 se considera alto; entre 2,4 y 1,6 medio; menor a 1,5 Bajo. En el cuadro 8, se pueden ver los resultados.

Cuadro 8- Estimación de Índices de Riesgo de Contaminación del Proceso- Parte 1

RUBRO	Carga hidrául. Aporte en litros/metro cuadrado	IR	Aporte de nitrógeno g/m2 anual al suelo	IR	Aporte de nitrógeno g/m2 anual al orgánico	IR	Compostado o no	IR
Hort	2901	3	11	1	170	3	Da igual	3
Hort	14726	3	0	1			Compostado	2
Hort	3179	3	375	3			compostado	2
Hort	864	1	0	1			Fresco	3
Hort	900	1	42	3	85	3	compostado	2
Hort	10800	3	47,5	3	127,5	3	compostado	2
Hort	2229	3	0	0	476	3	fresco	3
Hort	3690	3	168	3	510	3	Fresco	3
Hort		1		1				
Frutivitic	6	1		1			fresco	3
Frutivitic	3	1		1			compostado	1
Frutivitic	10	1		1			fresco	3
Tambo	196	1	9,5	1	104244	3	compostado	2
Tamb-Tab	24	1	23,9	2	134028	3	Fresco	3
Tambo	41	1	28,9	2				
Tambo	811	3	9,1	1	409530	3	Fresco	3
Tamb-Tab	406	3	21,5	2	198560	3	Fresco	3
Tamb-Tab	12	1	31,9	2	218416	3	Fresco	3
Tambo	0	1	3,9	1	3723	3	Fresco	3
Tamb-Tab	0	1	32,2	2	134028	3	Fresco	3
Tambo	0	1	11,9	1	74460	3	Fresco	3
Tambo	324	1	8	1	114172	3	Fresco	3
Tambo	0	1	26	2	134028	3	Fresco	3
Tabaco		1	17,5	1				
Taba Hort	491	3	23,9	2				
Taba Hort	267	1	23,9	2				
Taba Hort	360	1	23,9	2				
Tabaco		1	23,9	2				
Vivero	1440	3		1				

Fuente: La autora

Cuadro 8- Estimación de Índices de Riesgo de Contaminación del Proceso- Parte 2

RUBRO	Aporte de nitrógeno g/m ² anual al fertiriego	IR	Rotaciones	IR	Frecuencia agrotóxicos	IR	Índice RIESGO contaminación Proceso	Valoración Índice
Hort	27	2	No	3	Semanal	3	2,6	alto
Hort	16	1	No	3	Sup a mens	1	1,8	medio
Hort	0,17	1	No	3	quincenal	3	2,5	alto
Hort	0,5	1	No	3	Cuatrimestr	1	1,7	medio
Hort	17,66	1	No	3	semanal	3	2,3	medio
Hort			No	3			2,0	medio
Hort	0,71	1	No	3	Sup a mens	1	2,0	medio
Hort	1	1	No	3		1	2,4	medio
Hort			no	3		1	1,5	bajo
Frutivitic			no	3	mensual	2	2,0	medio
Frutivitic			No	3	mensual	2	1,6	medio
Frutivitic	8,3	1	No	3	mensual	2	1,8	medio
Tambo	0,5	1	c/3 años	1	semestral	1	1,4	bajo
Tamb-Tab			c/2 años	1		1	1,8	medio
Tambo					semestral	1	1,3	bajo
Tambo					semestral	1	2,2	medio
Tamb-Tab			c/3 años	1	mensual	2	2,3	medio
Tamb-Tab			c/2 años	1	mensual	2	2,0	medio
Tambo			No	3	semestral	1	2,0	medio
Tamb-Tab			c/3 años	1	mensual	2	2,0	medio
Tambo					semestral	1	1,8	medio
Tambo					semestral	1	1,8	medio
Tambo			anual	1	semestral	1	1,8	medio
Tabaco			c/ 2 años	1	mensual	2	1,3	bajo
Taba Hort			c/ 3 años	1	mensual	2	2,0	medio
Taba Hort			c/3 años	2	mensual	2	1,8	medio
Taba Hort	2,16	1	c/3 años	1	mensual	2	1,4	bajo
Tabaco			c/3 años	1	mensual	2	1,5	bajo
Vivero	2,1	1	no	3	mensual	2	2,0	medio

Fuente: La autora

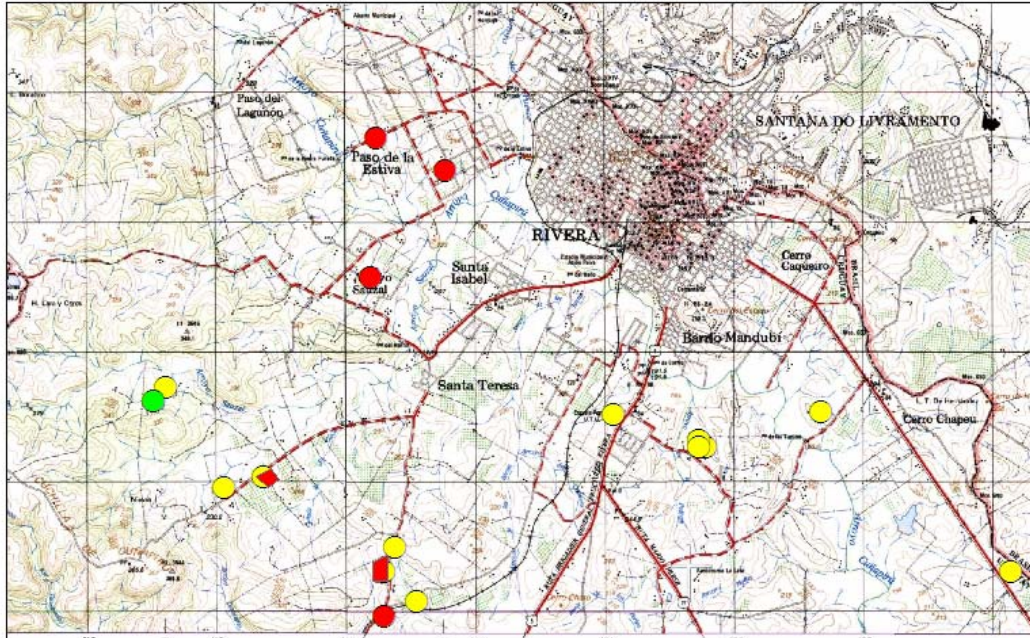
Se puede comprobar que en los procesos de producción, de los horticultores; el 88% tienen índice de riesgo medio y alto. La mayoría se dedican al rubro hoja. Localizando geográficamente los que tienen riesgo alto se encuentran en zonas rurales próximas a la ciudad, en zona que abarca el Plan Desarrollo... (IDR, 2004). Los altos riesgos estarían explicados por la interacción entre aporte de carga hidráulica, niveles de aportes de nitrógeno y frecuencia de aplicaciones de agrotóxicos.

Todos los frutivicultores presentan índice de riesgo medio. El vivero forestal, índice de riesgo medio, localizado en zona suburbana de contaminación por nitratos reportada por Pérez Y Rocha (2002) que se visualiza en Figura 2.

Los tamberos, tabacaleros y explotaciones mixtas de ambos rubros: 31% índice bajo y 69% medio.

De esto se desprende que el rubro de mayor riesgo del proceso es la horticultura bajo plástico con riego, donde hay un alto % de predios con riesgo alto y medio. Los otros rubros tienen alta incidencia de riesgo medio, con manifestación de menor riesgo en caso de cerca del 31 % de Tabacaleros y Tamberos. El riesgo del no tratamiento de efluentes, tuvo por lo tanto mayor incidencia sobre el índice de riesgo de contaminación de la fuente, no afectando de gran manera al considerar el proceso de producción en su conjunto ya que se introdujo otros aspectos, que también se consideran importantes, y abarcan la totalidad del área del predio.

Una vez calculados los riesgos, se colocó en el SIG color rojo a los predios con riesgo alto, amarillo a riesgo medio y verde a riesgo bajo, para los dos tipos de riesgo planteados. Los riesgos de contaminación de la fuente se representaron como puntos correspondientes a las fuentes involucradas, en uso para las producciones y abastecimiento doméstico. Los riesgos de los procesos abarcan toda la superficie del predio en donde se realiza el respectivo proceso productivo. En las Figuras 20, 21, 22 y 23, se ilustran los resultados. Figuras 20 y 21- Riesgo de contaminación de la fuente en Carta del SGM, Hoja H 7 y Hoja H 8. Figuras 22 y 23- Riesgo de Contaminación del proceso en Carta del SGM, Hoja H 7 y Hoja H 8.

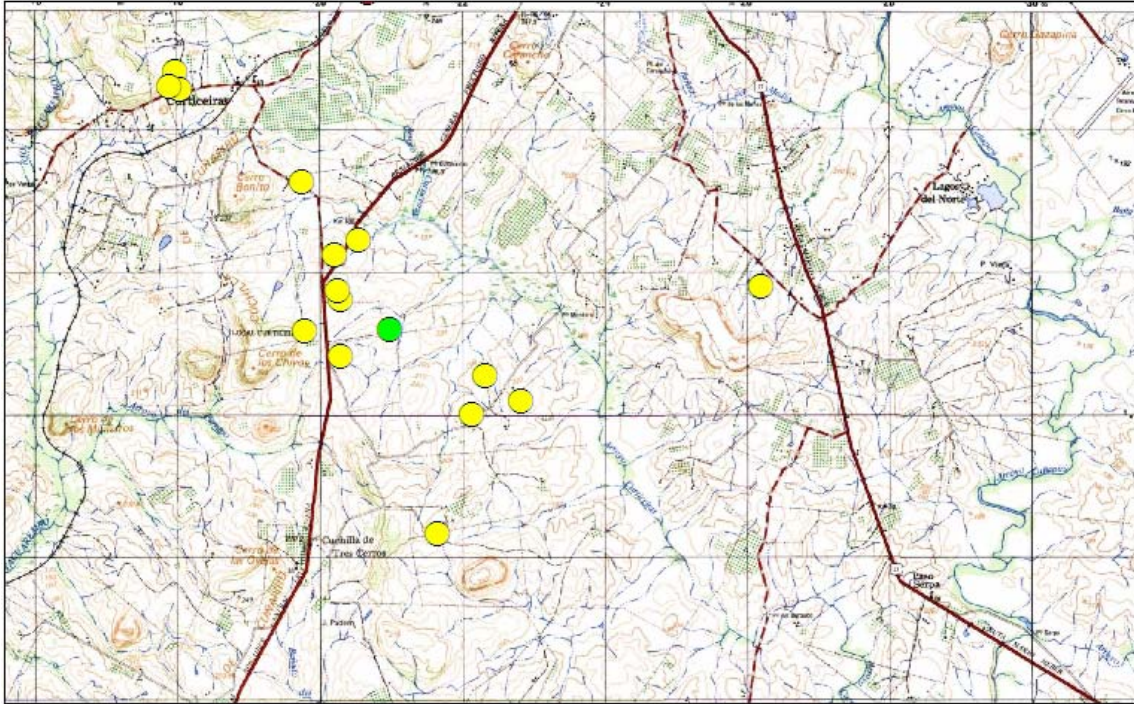


Legend

- riesgo alto fuente
- riesgo bajo fuente
- riesgo medio fuente

Figura 20- Riesgo de Contaminación de la Fuente en Carta H-7.

Fuente: Elaborado por Manganelli con coordenadas proporcionadas por autora



Legend

- riesgo alto fuente
- riesgo bajo fuente
- riesgo medio fuente

Figura 21- Riesgo de Contaminación de la Fuente en Carta H-8
Fuente: Elaborado por Manganelli con coordenadas proporcionadas por autora.

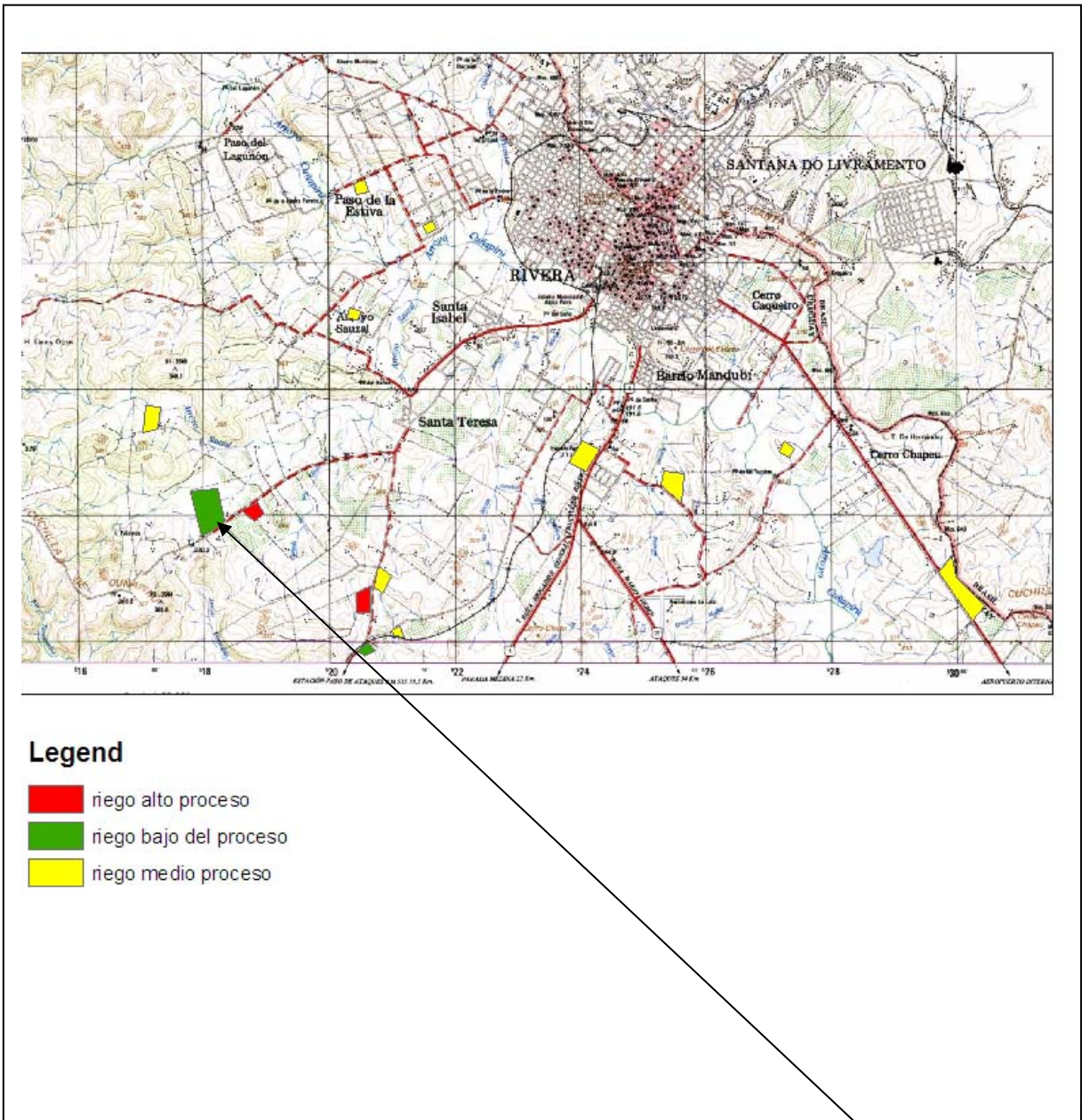
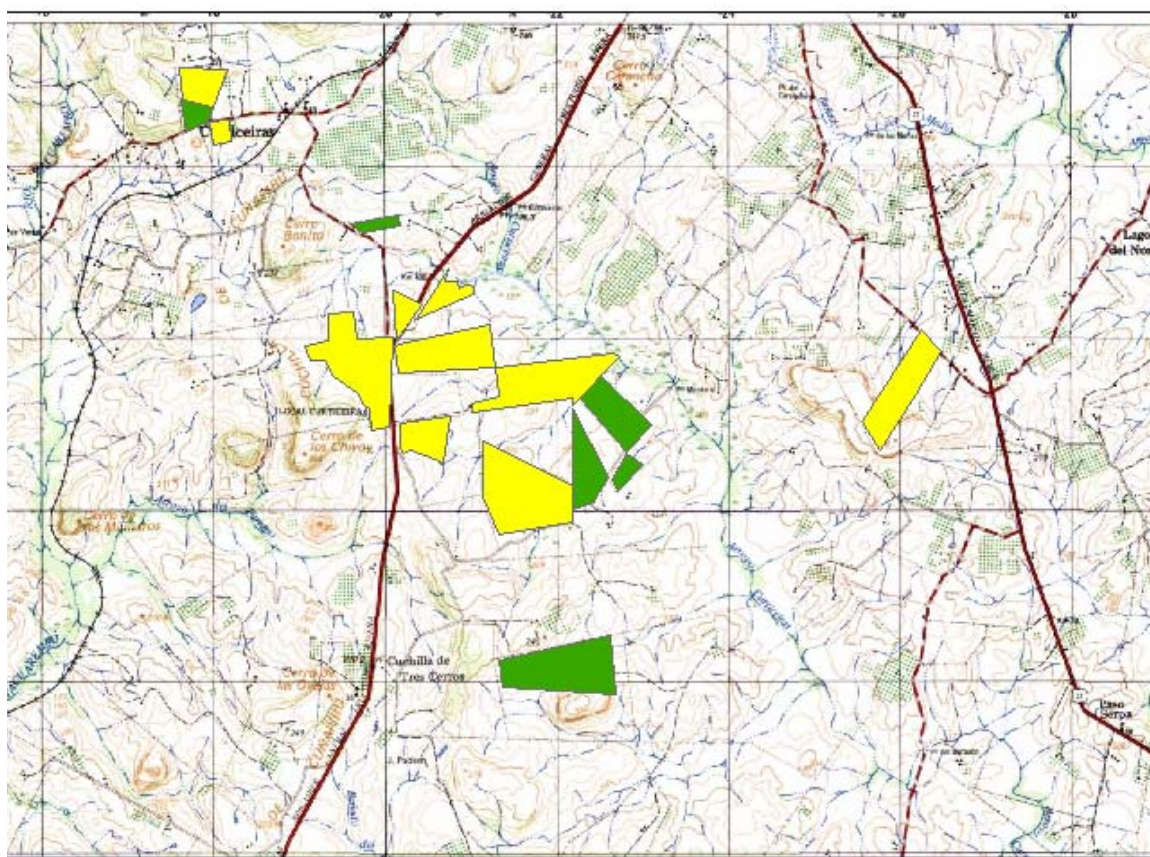


Figura 22- Riesgo de Contaminación de los Procesos en Carta SGM H-7
 Fuente: Elaborado por Manganelli con coordenadas proporcionadas por autora.

Errata: El predio señalado, en ajuste de cálculo, resultó en Índice medio



Legend

- riego alto proceso
- riego bajo del proceso
- riego medio proceso

Figura 23- Riesgo de Contaminación de los Procesos en Carta SGM H-8
Fuente: Elaborado por Manganelli con coordenadas proporcionadas por autora.

6.- DISCUSIÓN:

En el presente trabajo se procuró seguir la metodología propuesta por Foster et al (2006) para la protección de acuíferos en zonas de alta vulnerabilidad, que consiste en realizar un levantamiento de datos sobre carga contaminante potencial producida, en este caso por la actividad agrícola intensiva, en zona de recarga del Acuífero Guaraní. Mas en profundidad Hirata (1993, apud. HIRATA y REBOUÇAS, 2001), recomienda un inventario de actividades con definición de compuestos químicos que éstas implican, descripción de procesos y distribución de materias primas y residuos como medio de proteger acuíferos,

dando a esta actividad mayor relevancia que la propia determinación de vulnerabilidad. Con este fin se plantearon los objetivos de: Describir los procesos utilizados en la producción agrícola intensiva periurbana sobre el SAG aflorante; identificar y cuantificar en los mismos, los procedimientos (u omisiones de procedimientos) y sustancias químicas utilizadas; realizar discusión sobre el grado de riesgo actual de la situación y enumerar medidas de mitigación de potenciales riesgos en las actividades citadas.

Para delimitar la zona de estudio se seleccionó el área que se piensa es la de mayor contaminación potencial por actividades agrícolas intensivas, la periferia urbana, que por motivos de infraestructura y localización cuenta con mayor concentración de predios intensivos. En esa zona a través de encuestas a los productores se procuró obtener datos que fueran representativos de la realidad, tanto social como de los procesos productivos que se desarrollan en los predios. Aunque se piensa que se debería haber visitado todos, lo mismo no fue posible por motivos de tiempo disponible. A causa de esto, se procuró obtener una muestra representativa de los predios de mayores escalas en los diferentes rubros relevados. Ésta selección hace correr el riesgo de que la realidad económico-social de los productores esté sobreestimada, porque quedan fuera de las encuestas los tamberos mas pequeños, que no remiten a agroindustria, venden leche sin pasteurizar al consumidor o a las microindustrias citadas en Curso de Actualización... (IDR, Oct. 2007). Tabacaleros que solo realizan este cultivo como única fuente de rentas anual; horticultores con áreas inferiores a 1000 mts cubiertos. De todos modos los excluidos, desde el punto de vista de la producción de contaminantes y aporte de carga hidráulica adicional no son tan relevantes por contar con un número muy reducido de vacas (menor que los remitentes), consumen escasa cantidad de agua y no utilizan productos químicos para lavados de máquinas porque en general ordeñan a mano. Los Tabacaleros con esta actividad en forma única, son los que tienen menores ingresos dentro de este sector. En definitiva los que diversifican con Tambo, producen el Tabaco del mismo modo que quienes lo hacen como monocultivo, por lo que el proceso descrito para Tabaco es el que todos aplican. Queda la incógnita de si los predios que realizan monocultivo exclusivo utilizan avena como cultivo de cobertura invernal. Posiblemente si, por ser ésta actividad promovida y financiada por la empresa Montepaz, además en general todos los productores de la zona cuentan con algún ganado que las aprovecha en invierno.

Para subsanar la falta de acceso a la totalidad, se realizó el relevamiento previo de información, que pretende proporcionar una idea de la localización geográfica de todos los productores de los diferentes rubros en el área de estudio del presente trabajo.

En la realización de las encuestas se tuvo algunas dificultades de obtener toda la información en relación a los agroquímicos utilizados, por la ausencia de registros en los predios. En forma adicional, los datos que proporcionaron los productores, en muchos casos

no son comparables entre si y por lo tanto hubo dificultad para integrarlos en forma adecuada. Se encontró conveniente convertir las superficies a metros cuadrados para evitar la pérdida de relevancia de los predios hortícolas a una escala mayor. Las omisiones u errores que surgieron en el proceso de realización de encuestas fueron puestos en evidencia en el momento de armar las tablas Excel, por lo que no hubo posibilidad de modificar o completar la información en muchos casos, en otros se pudo subsanar basado en el conocimiento personal previo de los productores y sistemas de producción de la zona. Esto permitió complementar parte de la información necesaria, y en otros casos descartar la dudosa.

Uno de los resultados a resaltar del presente estudio es la caracterización cuantitativa y cualitativa de las producciones intensivas que se desarrollan en la zona de estudio. Desde el punto de vista cuantitativo, se utilizan efectivamente en forma intensiva el 1% de la superficie de 234 km² de usos rurales estudiada. Esto pone en evidencia un muy escaso desarrollo en superficie, que era evidente en los mapas de agricultura familiar, elaborados por MGAP-DIEA en base a censo 2000. Cabe destacar, de todos modos que estas actividades productivas intensivas periurbanas tienen gran importancia social, aspecto en que se concuerda con el informe de Barrenechea, Rodríguez y Troncoso (PNUD-ART, 2008); en la zona delimitada generan ingreso a 58 familias de tamberos, tabacaleros y horticultores radicados en la zona, estos rubros son los que mantienen aún arraigado en el medio rural un buen porcentaje de la población rural de bajos recursos, evitando la expulsión hacia el centro urbano próximo. Hay que agregar los 4 viticultores y fruticultores, que también se encuentran en la zona, aunque no viven exclusivamente de la producción, pero con su actividad dan trabajo a por lo menos 2 personas por establecimiento, lo que implica 8 familias adicionales sustentadas por estas actividades. Pese al escaso desarrollo en superficie y a los bajos retornos económicos, dado que son actividades importantes desde el punto de vista social, se percibe el interés del gobierno local por promover el crecimiento de las mismas. Esto se ha materializado en el informe referido, que lo plantea como estrategia válida a seguir para el desarrollo económico y social en el departamento, para disminuir la pobreza rural, que es de las más graves del interior del país.

Respecto a la distribución geográfica de los predios, se comprobó una mayor concentración de Tamberos y Tabacaleros en la cuenca del arroyo Curticeiras junto con aproximadamente la mitad de los horticultores; mientras que el resto de horticultores, la mayoría de los bodegueros y el vivero forestal desarrollan sus actividades en la cuenca del arroyo Cuñapirú.

Desde el punto de vista geológico la zona de estudio, es definida tanto por Collazo, Auge y Montañó (2005) como por Silverio et al (2006) como área de recarga directa del Acuífero Guaraní. Lo que implica que una proporción del agua de las precipitaciones,

ingresa a recargar el acuífero. Una de las estimaciones hechas de éste ingreso, calculado por Pacheco (2004, apud. RODRÍGUEZ et al., 2006) es de 50,2 mm/año en base a una precipitación anual de 1400 mm. El promedio de precipitaciones anuales en realidad, según la Dirección Nacional de Meteorología (apud. COLLAZO et al, 2005) es de 1617 mm anuales, por lo que la estimación sería inferior a la realidad. De todos modos, tomando como referencia el dato de Pacheco; por metro cuadrado ingresan 50 mm por año, y existen 2.780.000 metros cuadrados de agricultura intensiva. Se puede calcular que ingresan como mínimo 140.000 metros cúbicos anuales de agua al SAG a través de los suelos de uso intensivo. Considerando la afirmación de Rodríguez (Ose, 2005), ésta agua corre el riesgo de contaminarse por las sustancias químicas con las que entra en contacto desde que toca el suelo. En forma adicional, si se considera que hay aportes de carga hidráulica extra en las áreas que utilizan riego (5 Hás de Durazno, 1 de vivero forestal, 2 de horticultura), se puede inferir que el ingreso real de agua en éstas zonas es mayor al estimado. Según las encuestas son 96.500 metros cúbicos adicionales (68%) por concepto de riego. Los rubros más relevantes son la horticultura y los viveros forestales, que hacen un aporte adicional de carga hidráulica en sus áreas de producción, de hasta el doble o triple de la que aportan las precipitaciones.

Resumiendo: ingresan a través de suelos agrícolas intensivos: 140.000 metros cúbicos + 96.500 metros cúbicos de agua (236.500 M³ anuales) de recarga con potencial carga contaminante de este origen.

Para poder visualizar la importancia relativa del dato estimado se procede a relacionar el volumen de agua que ingresa con potencial carga contaminante y la cantidad total de agua que ingresa, en la suma de superficies de las dos cuencas estudiadas. Basado en aspectos propuestos por Foster et al (2006), para obtener una idea de la proporción de la recarga total afectada por la potencial contaminación agrícola en esa zona (FOSTER e HIRATA, 1991). La superficie de las dos cuencas fue calculada en 272 km². Utilizando nuevamente el dato de Pacheco de recarga anual por metro cuadrado, el ingreso anual de agua en esa área sería de 13.600.000 metros cúbicos anuales. Se concluye que la proporción potencialmente afectada de la recarga anual, por las actividades agrícolas, es cercana al 1,7 % del total de la recarga que se ingresa las cuencas estudiadas.

Respecto a la duración de la aplicación contaminante y el modo de descarga, se puede responder que en caso de los efluentes domésticos, la aplicación ha sido constante durante más de 50 años. Las actividades intensivas en los predios en cambio tienen una antigüedad promedio de 21 años. Se destacan para 19 predios: horticultura, salas de ordeños de tambos, fruticultura y vivero, por localizar su actividad siempre en el mismo punto en ese período de tiempo. Las descargas ocurren sobre la superficie del suelo en la

mayoría de los casos productivos, mientras que en lo doméstico: pozos negros que filtran y el proceso por entierro de la basura son sucesos frecuentes.

En lo que se refiere a la clase de contaminantes que aportan estas actividades en relación a las aguas subterráneas, resalta el nitrato por su persistencia y movilidad (PRAKASSA RAO y PUTTANNA, 2000) y microorganismos patógenos y tóxicos (GUÍA GESTIÓN... DINAMA, 2008). La cuantificación del aporte anual de nitratos es notoriamente alta en salas de ordeños de Tambos (152 kg de nitrógeno por metro cuadrado por año), que suman 14 en total y tiene como superficie de influencia directa aproximada estimada de 900 m² cada una. También la horticultura, que utiliza riego asociado a aportes de nitrógeno cuatro veces superiores a la demanda anual de los cultivos; cabe agregar que la determinación del caudal a aplicar en el riego no, se basa en criterios científicos en la gran mayoría de los casos estudiados.

Es pertinente mencionar la recomendación de Foster et al (2006) respecto a que la única alternativa de minimización de la contaminación en contaminantes móviles y persistentes, es la dilución y por lo tanto la mejor medida es disminuir su emisión. En ésta situación está incluido el Nitrato, por lo que surge como fundamental el ajuste de los balances de nitrógenos prediales a cero tal como recomienda Tyler (2007, apud. GARCÍA LAMOTHE et al 2009).

En relación a los aportes de carga hidráulica asociados al riego y a efluentes, Foster e Hirata (1991), hacen mención que el flujo de agua con contaminantes se acelera en la zona no saturada si hay aportes de carga hidráulica adicional, por lo que es menor el tiempo que tiene el suelo para actuar sobre los contaminantes. Los mismos autores indican que es en la zona no saturada donde ocurren los mecanismos de atenuación de contaminantes, por lo que bajo condiciones de riego los contaminantes verían acelerado su acceso a la zona saturada o napa freática, lo que se traduciría en un mayor riesgo de acceso de contaminantes sin depurar a esta zona en las áreas bajo riego. En referencia al mismo tema, Montaña (en GUIA GESTIÓN... DINAMA, 2008) aclara que en arenas la depuración es mucho mas difícil, mientras que Foster et al (2006) agregan que la preocupación por la contaminación es mayor en acuíferos libres con napa freática rasa.

Por otra parte, se debe también considerar que los suelos arenosos bajo agricultura continua de la zona, se caracterizan por tener un muy bajo % de materia orgánica, (DURÁN, 1989). Ésta es de gran importancia en los procesos de atenuación del suelo sobre los plaguicidas según Worrall y Kolping (2004). Quienes también hacen referencia a que mayor drenaje del suelo favorece el transporte de pesticidas en profundidad. Esto es particularmente relevante en el caso de utilización frecuente de agrotóxicos en situación bajo riego, lo que ocurre en la horticultura (mayor frecuencia de aplicaciones de agrotóxicos, en tres predios sobre suelos con napa freáticas a escasa distancia de la superficie), vivero

forestal y en menor medida en la fruticultura (aplicaciones menos frecuentes). Otra actividad que implica uso de agrotóxicos a gran escala en estos suelos arenosos, el Tabaco, tiene un impacto posiblemente menor por la no existencia de riego, aunque los % de materia orgánica de los suelos son también extremadamente bajos.

Profundizando en aspectos prediales, surgen las diferencias que marcan los distintos procesos utilizados en las diversas producciones. Es importante mencionar que en términos de superficie dedicada, los rubros más significativos son el Tambo y el Tabaco, entre los dos a través de la diversificación de los predios abarcan el 93% del área agrícola intensiva. Dentro de estos rubros, en la determinación del índice de riesgo de los procesos, un 69% de establecimientos cuentan con índice de riesgo medio a alto, mientras que el restante 31% lo tiene bajo. En cambio, si se analiza el índice de riesgo de contaminación de la fuente de agua, donde tiene mayor peso el no manejo de efluentes de las salas de ordeño y corrales de espera, el 88% de las fuentes resulta en un índice de riesgo medio.

Un aspecto social importante a resaltar es el alto % de arrendatarios (cerca del 30% de los establecimientos), lo que es un inconveniente para la realización de inversiones en los predios y motivar a los usuarios de los recursos naturales como suelo y el agua, a invertir para su preservación. Ésta es una realidad que se da en todo el país y ha aumentado a partir del auge de la agricultura en los últimos años; ya ha generado preocupación a nivel de organismos oficiales como el MGAP-ReNaRe, que han hecho propuestas para modificaciones de la ley de suelos e iniciado inspecciones en grandes áreas agrícolas (información verbal VITORA. In SIMPOSIO.... INIA, LATU, 2009).

Pasando a analizar los datos prediales; en lo que refiere a fuentes de agua, solo el 30% de las utilizadas fueron gestionadas por organismos oficiales que tienen el cometido de financiar obras adecuadas para productores. El resto, 70%, son soluciones económicas, no registradas, financiadas por los propios productores. Es importante destacar que en caso de los horticultores, todos los pozos son de construcción artesanal, con una única excepción. Este tipo de obra no garantiza que se cumplan las medidas principales de protección de las fuentes de captación que mencionan Hirata y Rebouças (2001); Foster et al (2006); Montaña (en GUIA GESTIÓN... DINAMA, 2008). Comenzando por la elección de la localización de la perforación, que se hace en estos predios en base a la conveniencia de la localización de la vivienda, por ese motivo existe en 75% de los predios una proximidad no recomendada a fuentes contaminantes de diversos tipos. En forma adicional está el hecho de la ubicación topográfica de los pozos, en igual altura o aguas abajo a la zona de contaminación, lo que es indicado por Montaña (en GUIA GESTIÓN... DINAMA, 2008) como desfavorable para la fuente, tampoco coincide con las recomendaciones de mantener un perímetro de protección de pozos hecha por Foster et al (2006). Otro aspecto que se piensa no es tenido en cuenta en las perforaciones artesanales son los requisitos constructivos para la realización de

perforaciones. Los mismos son tratados extensamente en el Manual Perforaciones... (PSAG, 2007), y de forma mas sucinta por Montaña (en GUIA GESTIÓN... DINAMA, 2008) cuando subraya la importancia de construir una vereda alrededor del pozo de 0,5 mts y tapa hermética para los pozos. Se debe agregar que de todos los predios encuestados en el área, que en la carta de suelos del MGAP, escala 1/1000000 (2001) figura como correspondiente a suelos arenosos, hay algunos (6 predios de 29) que tienen tierra negra o mezcla. Incluidos en estos hay tres predios hortícolas que tienen condiciones de anegación en algunos sectores, que coinciden con la localización de los pozos, y son los que además se localizan en la zona definida por el Plan Desarrollo...(IDR, 2004). Éstos últimos son predios ubicados en zonas bajas, con napas freáticas próximas a la superficie, lo que Lafleur et al (2008) identifican como zonas de alta a media susceptibilidad a la contaminación. En el Manual Perforaciones... (PSAG, 2007), se hace especial énfasis en la colocación de un sello de cemento de por lo menos 6 metros de profundidad, protegiendo externamente el revestimiento del pozo en los pozos hechos en afloramientos de areniscas. Esto no puede ser constatado a través de la observación directa ni por comunicación de los productores, que no conocen estos datos de sus pozos; pero en los pozos artesanales, dado sus bajos costos, se puede suponer que no lo tienen.

Casi la mitad de los predios tienen pozos abandonados. De los mismos, solo el 16% fueron sellados, no se sabe si siguiendo procedimiento similar al propuesto por el referido manual, mientras que el resto conserva comunicación con la superficie, con los riesgos que esto implica de ingreso de cuerpos o sustancias extrañas, en uno de los casos declarado por los propios productores.

Dadas las escasas profundidades de la mayoría de los pozos (profundidad promedio 15 mts a nivel estático; 38 mts profundidad total), es claro que extraen aguas de la capa mas cercana a la superficie, correspondiente al acuífero somero mencionado por Rodríguez et al (2006), el cual contiene aguas jóvenes provenientes de precipitaciones. En los casos de pozos excesivamente próximos a fuentes contaminantes, los contaminantes ingresarán en esta capa superficial, que luego recarga, según el mismo autor, las capas mas profundas. Esto es respaldado por el hecho comprobado por Pérez y Rocha (2002), que en varias perforaciones profundas y correctamente construidas por OSE, se obtuvo altas concentraciones de nitrato en las aguas. Una de las fuentes citadas en el referido estudio se ubica aguas abajo de chacra de avena de mas de 30 años de antigüedad en zona suburbana, en suelo anegado, perteneciente a tambo de institución educativa que fue encuestado en el presente trabajo. Esto iría en sentido contrario a la afirmación de la Agencia de control de contaminación de Minnessota (1999), que subraya que si la calidad de construcción de los pozos en los acuíferos multicapa es la adecuada, se evita la contaminación por nitratos desde las capas superficiales hacia las profundas, ya que en este

caso la calidad de la construcción no evitó la contaminación, a no ser que lo contaminado en este caso, sea el acuífero.

Por otra parte, Collazo, Auge y Montaña (2005) en su estudio de vulnerabilidad del acuífero en área aflorante en Rivera, afirma que para pozos con niveles de agua menores a 20 metros, la vulnerabilidad es alta, por lo que se puede concluir que en la mayoría de los casos están bajo esta situación en la zona estudiada, y por ende se debería tener especial cuidado con las actividades que se llevan a cabo en esos suelos (LAFLEUR et al, 2008). Este es el principio en que se basa el Plan Desarrollo... (IDR, 2004) para plantear que para la protección del SAG, en la zona de recuperación ambiental señalada en la figura 6, los niveles piezométricos del Acuífero sean identificados en cada emprendimiento individual potencialmente agresivo, abarcando los que incluyan utilización de agroquímicos. Es en esa zona donde fueron localizadas 3 fuentes de agua con índice de riesgo de contaminación alto, asociadas a producción hortícola intensiva, las que tienen niveles piezométricos de: 0,5; 8 y 14 metros respectivamente.

Cuando se procedió al estudio de la naturaleza de los contaminantes, se comprobó que son diferentes los mismos dependiendo del rubro productivo, pero tienen en común los relacionados al funcionamiento doméstico predial (pozos negros, efluentes de lavados y proceso de basura). Se piensa que es posible que la concentración de contaminantes relacionados a la producción sea superior cuantitativamente a la de los relacionados a lo doméstico, dado la baja cantidad de habitantes y al estilo austero de vida en los predios rurales. De todos modos hay una acumulación de ambos tipos de contaminantes y los procesos que se realizan sobre residuos y efluentes domésticos no son los más indicados. La gran mayoría de los predios tienen pozos negros a los que solamente se dirigen las aguas de los baños, ya que la de lavados es liberada directamente a campo en superficie. Casi un 40% de los pozos negros no se limpian por pérdidas de diversos orígenes. Lo que más puede preocupar es la existencia de pozos negros sin fondo, dos de construcción reciente, lo que implica que los productores carecen de la información sobre cómo se deberían realizar del modo más adecuado para no perjudicar aguas subterráneas. Hay que considerar también que estos pozos hacen un aporte de carga hidráulica extra, en forma puntual y continua. La misma es difícil de cuantificar, ya que del consumo per cápita anual de agua (2269 litros) una parte desconocida es liberada directamente a campo por utilizarse en lavados y lo que resta se dirige a los pozos negros. Los residuos sólidos tienen diversos tratamientos en los predios, se piensa que existe una menor producción de los mismos en términos comparativos con los residuos urbanos. En los predios se da una clasificación en el manejo de los residuos, con utilización de orgánicos en alimentación animal o incorporación como abono a suelos; quema de plásticos y enterrado de los que no se queman. Una característica importante a resaltar es el grado de reutilización que hay de algunos residuos

como botellas, frascos, bolsas, etc.; debido a las condiciones de ingreso económico, educación y acceso a bienes de consumo en el medio rural.

La mayor relevancia del tipo de saneamiento y los tratamientos de residuos sólidos es sobre el riesgo de contaminación de la fuente de agua del mismo predio, haciendo referencia a la distancia mínima que tienen que tener las mismas de fuentes contaminantes.

Se constató que solo dos de los 32 pozos se encontraba a distancia mayor a 100 metros de fuentes contaminantes; la Guía Gestión... (DINAMA, 2008) recomienda una distancia mínima de 50 mts, mientras que Foster et al (2006) proponen una serie de cálculos que incluyen datos de hidrogeología, suelo y topografía para determinar el adecuado perímetro de protección de la fuente. Los pozos a distancias menores de 50 mts son el 75% del total relevado. De éstos, en el 56%, el contaminante se relaciona con excrementos, humanos (pozos negros) o animales (salas de ordeño o corrales). Esto implica, riesgo de mineralización del nitrógeno orgánico en inorgánico citado por Prakasa Rao y Puttanna (2000), que probablemente exceda tanto la posible absorción por parte de las plantas como por parte de la materia orgánica del suelo, produciendo lavado de nitratos y riesgos sanitarios por presencia de microorganismos patógenos mencionados por Foster et al (2006) para acuíferos rasos y por la Guía Gestión... (DINAMA, 2008). Para confirmar la presencia de patógenos hubiera sido un aporte esclarecedor contar con los resultados de los análisis microbiológicos de agua que realizan los veterinarios asesores de los tamberos para presentar en forma anual al MGAP como requisito de funcionamiento de sus tambos. Lamentablemente no se obtuvo respuesta a la solicitud realizada, a pesar del plazo razonable en que la misma fue hecha. Este tipo de dificultad de acceso a información oficial, también fue mencionada por Silverio et al (2006).

Tanto la Guía Gestión... (DINAMA, 2008) como el Manual De Evaluación... (IICA-MGAP, 2007), recomiendan para aguas subterráneas recoger información sobre nitratos, coliformes fecales y conductividad. Pese a esto, las instituciones oficiales de la zona (MGAP, IDR) solo exigen y/o realizan los microbiológicos.

Sganga, Cayssials y VÍctora (2004) también destacan las carencias de los monitoreos de calidad de aguas que se realizan en el país; mencionando que no permiten diferenciar tóxicos orgánicos o metales pesados, hacen referencia a contaminación por nitratos relacionadas a la actividad lechera y a las características constructivas de las perforaciones. Perdomo, Casanova y Ciganda (2000) en estudio realizado en el litoral, confirmaron la relación entre la calidad del agua en tambos en relación a distancia de salas, corrales, pozos negros menores a 50 mts y calidad de las perforaciones, no así en las actividades agrícolas. Respecto a esto último, cabe acotar las diferencias entre los suelos del citado estudio (con mayor contenido de arcilla y materia orgánica) y su topografía (menos ondulada) pueden implicar, que en la zona del presente estudio, las actividades

agrícolas si tengan relevancia sobre la contaminación de las fuentes, lo que sería recomendable comprobar científicamente dada las características de los suelos y la vulnerabilidad intrínseca del Acuífero.

Hill y Clérici (2008), en estudios sobre plaguicidas y metales pesados en aguas superficiales relacionadas al cultivo de arroz, comprobaron existencia de residuos de los más utilizados y cadmio en aguas superficiales. Esto permite inferir que si se realizaran algún tipo de análisis en las fuentes utilizadas, la probabilidad de detectar contaminación de diversos tipos puede ser alta. Si se incluyen todos los parámetros que recomiendan los autores previamente citados, se tendría datos importantes desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo.

El 31 % de las perforaciones relevadas se encuentra a menos de 50 mts de áreas de cultivo que implican uso de hormiguicidas, otros plaguicidas y fertilizantes. Una proporción similar está a menos de 20 metros de áreas irrigadas, que como ya se vio, son zonas de mayor aporte de carga hidráulica, lo que acelera circulación de contaminantes siendo especialmente perjudicial en caso de los de mayor persistencia y movilidad. Agravándose la situación por los hechos de la textura arenosa de los suelos, su escaso % de materia orgánica y la napa freática próxima a la superficie.

Tomando en consideración las normas legales, se comprueba que de los que extraen aguas para riego, solamente 2 de 10 establecimientos que utilizan ésta tecnología tienen sus pozos registrados por la DNH, al ser realizados por instituciones oficiales. Esto implica que no existe cesión de concesión, ni regulación, ni contabilización por parte de la DNH del recurso utilizado, tampoco la RENARE puede cumplir su cometido conjunto de regulación del uso y manejo del suelo bajo riego. El caudal utilizado en riego, que no está registrado, suma 61.800 metros cúbicos anuales, de 8 pozos artesanales (el 64% del agua extraída para riego en esa zona). Esto coincide con la afirmación de Cantón (2004), sobre la carencia en medios para fiscalización y control, que restan efectividad a la normativa legal en el espacio rural.

En los riesgos de contaminación de la fuente, se vio que según el rubro a que se dedique el predio, se hace relevante el tipo de actividad próxima a la fuente que potencia dicho riesgo. Es así que en los Tambos encuestados, que se encuentran en zona de recarga sobre suelos arenosos, se comprueba que no hay un manejo adecuado de los efluentes, con infiltración directa de los mismos a terreno y posible DBO₅ mayores a los 700 mg/l requeridos legalmente para éste tratamiento. La norma legal (decreto 253/79) también establece suelos arcillosos y lejanía de más de 100 mts fuentes de agua aguas abajo, para las unidades de tratamientos de efluentes. Dado que esto no se contempla, y las salas de ordeño están próximas a casas y fuentes de agua, se potencia el riesgo de contaminación de las fuentes. La horticultura tiene una situación similar de interacción perjudicial hacia la

fuentes de agua dado la proximidad de fuentes, casas y área productiva. La misma cuenta con riego frecuente, lo que mantiene el contenido de agua del suelo en capacidad de campo y favorece la mayor infiltración (recarga) con sustancias disueltas (exceso de nitratos como es afirmado por Lamond, Powell y Devlin (1999); agroquímicos según sus características químicas de persistencia y movilidad, Worrall y Kolping (2004). Por otra parte, interactúan en forma negativa las características de los suelos arenosos de la zona, que según Durán (1989) tienen buen drenaje, baja CIC en arcillas y escaso % de materia orgánica inicial; el que posterior a laboreos, desciende abruptamente a muy bajos niveles (RUFFO y PARSONS, 2004). La misma es la que interviene activamente en los procesos de depuración de contaminantes según los autores citados. Entre ellos García (2008); Arias-Estévez et al (2008); Worrall y Kolping (2004), mencionan la importancia de ésta característica de la superficie del suelo, que se asocia también a la presencia de microorganismos (GARCÍA LAMOTHE et al., 2009), y tiene especial relevancia en la depuración tanto de agrotóxicos, como en alguna medida la retención de nitrato a través de la presencia de cobertura vegetal (PRAKASA RAO y PUTTANA, 2000). Influye también en el equilibrio, el balance con el carbono orgánico, que permitiría mejorar la eficiencia de uso del nitrato al permitir la retención de mayor proporción de los mismos por los microorganismos del suelo. Esto lleva a suponer que las fuentes cercanas a áreas hortícolas tengan un mayor riesgo de contaminación, principalmente por nitratos y también agrotóxicos debido a la continuidad de aporte de agua (mayor carga hidráulica), fertilización superior a demanda anual de cultivos con utilización en algunos casos de abonos orgánicos no compostados y aplicaciones de agrotóxicos, que son más frecuente que en otras producciones. Esto se ve reforzado por la comprobación que la distancia promedio entre pozos y áreas hortícolas es de menos de 20 metros. También la carga hidráulica adicional es un factor en contra, considerando además que su aplicación en general en los predios hortícolas no se hace basada en conceptos científicos. Lo expuesto respecto al proceso de producción en horticultura, lleva a pensar que el límite que establece el decreto 349/005 (Uruguay, 2005) donde se plantea el requerimiento de Autorización Ambiental previa para diversas actividades, que incluyen (entre otras) las explotaciones hortícolas, frutícolas y vinícolas de más de 100 Hás en un único predio; es excesivo, ya que áreas menores en las actuales condiciones tienen un alto índice de riesgo, por lo menos para la zona considerada dadas las características de vulnerabilidad intrínseca del Acuífero. Además la escala de producción del rubro hortícola, tanto geográfica como económicamente, y su proceso de producción; no son comparables a la de fruticultura y viticultura, que requieren mayores escalas. Esto se podría subsanar a través de normas locales específicas, dictadas por parte del gobierno departamental para la protección del Acuífero en la franja aflorante.

En vivero forestal, tiene similares condiciones de producción a la hortícola, los pozos están a menor distancia del área de producción, en forma adicional se aplica fertiriego y curas a través del riego en 25% del área que corresponde a caminos, sin vegetación ni cobertura de ningún tipo. Tiene en cambio, a su favor la escasa cantidad anual de nitrógeno aplicada por metro cuadrado y el hecho de que se determina el caudal de riego en base a demanda hídrica de las plantas. Estos pozos, de índice de riesgo medio, están localizados en la zona de contaminación por nitratos (Figura 2) determinada en el estudio de Pérez y Rocha (2002). Esto no implica que esta actividad sea la causante de dicha contaminación, ya que en las encuestas la antigüedad del vivero es de 9 años, por lo que su fecha de inicio es alrededor del año 2000, dos años antes del mencionado estudio. El hecho que ha aportado nitrógeno en forma continua en la zona es la ausencia de saneamiento periurbano, pero actualmente el vivero podría contribuir.

En el análisis de riesgo de contaminación de la fuente en que se tomó en cuenta los elementos expuestos, para elaborar el índice de riesgo, se comprobó mas del 90% de los pozos tienen índice de riesgo potencial alto o medio. En los mapas de riesgo de contaminación potencial queda señalada la localización de los mismos, con su calificación en alto, medio y bajo. Hay que tomar en cuenta el riesgo de que las fuentes, a través de la circulación del agua subterránea, contaminen el acuífero con los contaminantes que se caractericen por su persistencia y movilidad, que sean utilizados frecuentemente o en altas concentraciones en relación a la superficie de aplicación. Es pertinente nuevamente mencionar que según Foster et al (2006) para éste tipo de contaminantes las mejores medidas a tomar es disminuir su concentración en la recarga a través de la minimización de sus emisiones.

En lo que se refiere a riesgos de contaminación de los procesos se definirían áreas de potencial contaminación difusa en los padrones con riesgo alto en sus procesos, si en esos predios se realizan rotaciones de las actividades cuyos procesos tienen alto riesgo. En cambio, si no existen rotaciones, como el caso de la horticultura o las salas de ordeño, se trataría de potencial contaminación más localizada y con un período de aplicación mas prolongado.

Pasando a analizar los procesos productivos descriptos, que se utilizaron para determinar riesgo a partir de los mismos, se identifica como mayor fuente de potencial riesgo el manejo de los inputs de nitrógeno. Visto por Prakassa Rao y Puttanna (2000) como problema global, dadas las transformaciones que sufre el nitrógeno en suelos con escasa materia orgánica, los lavados de nitratos son muy comunes en suelos arenosos. Los aportes ocurren a través de la fertilización con fertilizantes químicos (horticultores, tabacaleros, tamberos, fruticultores), abonos orgánicos (horticultores y efluentes de tambos), utilización de leguminosas (tamberos). (MOTAVALLI y CRUZ, 2004) Altas concentraciones diarias de

animales en áreas reducidas, como salas de espera de tambos sin cobertura de cemento, efluentes de salas de ordeño. (GUÍA GESTIÓN... DINAMA, 2008). También cabe destacar la relevante ineficiencia del uso del nitrógeno en sistemas pastoriles mencionada por Diéguez (2008) y García Lamothe et al (2009), donde se pierde un 70% del nitrógeno que se aporta bajo forma de fertilizante. Lo que según Lamond, Powell y Devlin (1999) es peor aún en situaciones bajo riego asociado a suelos arenosos.

Motavalli y Cruz (2004) afirman que se puede manejar adecuadamente el nitrógeno que se utiliza en el predio si se tienen en cuenta sumar todas las fuentes de aporte que se utilizan y adecuarlas a la demanda de los cultivos. Lo mismo refieren García, Rufo y Davedere (1999), cuando mencionan el requisito de conocer la disponibilidad de nutrientes en el suelo previa a la recomendación de fertilizantes, y sobre todo contemplar la relación entre los mismos, ya que si existe deficiencia de alguno, se puede correr el riesgo de aportar otros en exceso. Aquí surge como muy relevante para este tipo de suelos la disponibilidad de carbono orgánico, relacionado a la materia orgánica del suelo, y en casos de suelos arenosos bajo agricultura intensiva presenta niveles muy bajos. Si la relación carbono/nitrógeno no es adecuada, se corre mayor riesgo de pérdida de nitrógeno por lavado a causa de la ausencia de carbono para combinarlo por parte de los microorganismos del suelo que podrían inmovilizarlo (GARCÍA LAMOTHE et al, 2009). Lo previamente expuesto reforzaría la importancia de un manejo racional de suelos, donde la mejor situación es contar con cultivos plurianuales que se encuentren en forma permanente ejerciendo la cobertura del suelo, tal como lo recomienda Durán (1989). La fragilidad de los suelos arenosos bajo sistemas agrícolas continuos es superior a los suelos agrícolas del sureste estudiados por García Lamothe et al (información verbal. In SIMPOSIO... INIA, 2009), en donde para evitar lavados de nitratos y mantener el % de materia orgánica del suelo, se recomienda alternar cultivos agrícolas anuales con pasturas en rotaciones largas. Esto es puesto en evidencia por Urquiaga et al (información verbal. in SIMPOSIO... INIA, 2009) que afirma que el desarrollo agrícola sostenible en suelos frágiles implican necesariamente el uso de sistemas conservacionistas de utilización de los mismos que procuren conservar o aumentar el contenido de materia orgánica. La importancia del % de materia orgánica en la superficie del suelo en los procesos de atenuación de contaminación, desde el punto de vista de la protección de las aguas, ya fue mencionada.

El fraccionamiento de la fertilización nitrogenada también se indica como fundamental por parte de varios autores, entre otros Lamond Powell y Devlin (1999); Motavalli y Cruz (2004) y Zamalvide (información verbal, 2009), como estrategia para aumentar la eficiencia en el uso del nitrógeno y por lo tanto disminuir las pérdidas por lavado.

Los procesos productivos con aporte de nitrógeno excesivo mas destacados fueron los hortícolas, que utilizan varias fuentes y exceden ampliamente en sus aportes la demanda de sus cultivos. En forma adicional en estos predios no se realiza nunca rotaciones, por lo que la acumulación de excesos es constante; y el riego mantiene el suelo en estado permanente de humedad. En la gran mayoría de los casos los suelos cultivados son arenosos o presentan napas freáticas a escasa profundidad, dos situaciones que facilitan lavado de nitratos según Lamond Powell y Devlin (1999). Se agrega que el riego no se realiza de acuerdo a los datos de evapotranspiración diaria, a no ser en dos de los 8 productores que riegan, (fruticultor y vivero forestal) por lo que se determina el caudal a utilizar por estación, en forma empírica y basado en el principio que el suelo se debe dejar “bien mojado”.

En caso de tambos, son quienes mayor aporte excesivo de nitrógeno realizan al suelo y los hacen en las peores condiciones como consecuencia de la ausencia de tratamiento de efluentes a distancias inferiores a 100 metros, en suelos arenosos y en muchos casos aguas arriba de las fuentes de agua, esto fue contemplado cuando se estimó el índice de riesgo de contaminación de la fuente. Dentro de la estimación de riesgo de los procesos éste aspecto disminuyó su importancia al considerar otros aspectos en relación al manejo de suelos en los predios, que abarca una superficie muy superior a la afectada por los efluentes. El manejo de suelos bajo agricultura es bastante acertado, sobre todo en los que cuentan también con cultivo de Tabaco. De todos modos que el 26 % del suelo que se utiliza para verdeo de invierno y que no se cultiva en verano, es con mayor probabilidad fuente de potencial lavado de fertilizante al tratarse de barbechos en estaciones secas (información verbal, ZAMALVIDE, 2009; CASANOVA, 2009). Además la erosión en suelos sin cobertura vegetal, produce arrastre de suelo con materia orgánica y nitratos hacia zonas bajas y terminan contaminando fuentes de agua superficiales, situación relativamente común reportada por Foster et al (2006). Según Foster et al (2006) las aguas superficiales que se comunican con las subterráneas, afectarán a éstas últimas cuando los cursos se comportan como influentes, en situación de sequía. En caso de contaminantes móviles y persistentes van a constituir los componentes más importantes de la carga contaminante del subsuelo. Cabe recordar la observación de Hill y Clérici (2008) de que el nitrato se dirige a aguas subterráneas, mientras que los residuos de fertilizantes fosfatados y algunos agrotóxicos lo hacen hacia las superficiales. Esto fue comprobado por la Dra. Blanco del Dpto. Higiene, IDR (información verbal, 2009) quien realizó estudio de nitratos en aguas superficiales del arroyo Curticeiras en Noviembre del 2009, no encontrando concentraciones importantes en las mismas. Si se encontró en pozos próximos, en similares análisis, dentro del mismo estudio.

En el caso de los productores de Tabaco, se destaca como positivo el asesoramiento de Zamalvide en el ajuste de la fertilización a las demandas del cultivo, fraccionamiento del aporte; además de la toma de medidas de prevención de erosión, ya que se contemplan la mayoría de los criterios de aumento de eficiencia en el uso del nitrógeno mencionados entre otros por Lamond Powell y Devlin (1999); García, Rufo y Daverede (1999); García Lamothe et al (2009). De todos modos la eficiencia de uso de fertilizantes químicos como ya se mencionó es baja (30 a 40 %). Esto se comprueba al observar el excelente desarrollo de las avenas sobre Tabaco; es ésta práctica, que tal como mencionan Rufo y Parsons (2004) minimiza la lixiviación de nitratos residuales del cultivo previo, al capturarlo con la avena. Dicho cultivo es mencionado por Carriquiry (2009) dentro de las especies que acumulan nitratos. En el Tabaco también se realizan rotaciones, luego de dos o tres años de uso del suelo. Se ha visto que los productores que realizan pasturas con leguminosas en dichas áreas, logran una buena recuperación de la calidad de los suelos, lo que implica elevar el % de materia orgánica, que como ya se mencionó es fundamental para la protección de la calidad de las aguas. Lamentablemente ésta práctica no está muy extendida entre los Tabacaleros ya que solamente 3 de los encuestados las han realizado, en forma muy reciente.

Las prácticas de fertilización de la fruticultura, cultivos perennes, más adecuados a estos tipos de suelos en relación a la dinámica de la materia orgánica, según Durán (1989), se hacen en forma bianual en momentos del año en que hay extracción de nutrientes. Por este motivo no se ve como de riesgo respecto a la aplicación de nitrógeno, dadas las bajas dosis y frecuencias de aplicación. En forma adicional, los fruticultores mencionaron que se basan en análisis foliares para decidir las dosis, por lo que se piensa que en lo que respecta al nitrógeno de la fertilización no existe gran exceso. Por otra parte realizan cultivos de cobertura en entrehileras, lo que es mejor que mantener el suelo desnudo a efectos de lavado de nitrógeno. (CASANOVA, 2009) El mayor inconveniente en este rubro es la forma de aplicación de los agrotóxicos, poco localizada. También la utilización, no declarada en encuestas pero constatada, de herbicida glifosato en la hilera de cultivo, 4 veces por año. En referencia a esto último: Haney et al (2002, apud. ESLAVA MOCHA et al., 2007) mencionan que el glifosato es inactivado inmediatamente en el suelo mediante una reacción química que ocurre con las arcillas; presenta un bajo potencial de lixiviación ya que es fuertemente adsorbido a arcillas, óxido hidroso, material orgánico y mineral suspendido en el agua. Piccolo et al., (1994, apud. ESLAVA MOCHA et al., 2007) agregan que su movilidad en el suelo está determinada por la composición del mismo, presentando una alta movilidad en suelos con bajo contenido de materia orgánica y arcillas. Coinciden las afirmaciones con las características de los suelos que son utilizados en la frutivicultura encuestada, que vienen de situaciones de degradación agrícola previa y muy bajo % de materia orgánica, por lo que

es de esperar que el glifosato no sea inactivado e ingrese libremente al suelo. En el predio que realiza riego por aspersión la situación tiende a agravarse por el aumento de carga hidráulica en primavera verano. Existe el atenuante de la vida corta del Glifosato, que, según Torstensson et al. (1989) citado por misma fuente, es menor a 50 días.

En el vivero forestal se incluye riego diario (aporte de carga hidráulica), el suelo debajo de las mesas se encuentra desnudo y saturado de humedad. Un 25% del área de caminos también está bajo riego, sin cobertura vegetal, con fertilizante diluido. Aunque las dosis aplicadas no son excesivas, existe en esa área un lavado importante de nitratos. Aunque la carga hidráulica adicional contribuya a una mayor dilución del nitrato, también contribuye a su más rápido desplazamiento. Cabe agregar, como dato significativo, que la localización del vivero está dentro de la zona delimitada de contaminación por nitratos en el estudio de Pérez y Rocha (2002) que se muestra en la figura 2, al sur oeste de la ciudad, igual que el tambo de zona suburbana de institución educativa, por lo que ambos emprendimientos pueden contribuir, al igual que la ausencia de saneamiento en la zona suburbana, a la referida contaminación.

El uso de agroquímicos (concepto que abarca fertilizante y plaguicida) en general tiene escasa base científica en un alto porcentaje de los establecimientos. Resalta el uso de plaguicidas por su falta de ajuste a las normas legales establecidas por el MGAP en lo que respecta a utilización de equipos de seguridad, aunque se ve un avance en el proceso de descarte de envases en forma segura, debido a la existencia de un local adecuado en el departamento, constatándose participación incipiente de productores encuestados en dicho proceso. Coincide con las afirmaciones de la FAO (1997) de que el mayor problema de los países subdesarrollados con la contaminación por plaguicidas, es la falta de capacitación de los usuarios. También con los resultados de Bruno (2005) en frutivinicultura en el departamento de Canelones.

Es importante destacar la relevancia que tienen las características del suelo sobre la potencial contaminación por plaguicidas (GARCÍA (2008), ARIAS- ESTÉVEZ et al. (2007)) y la fragilidad de los suelos de la zona a éste respecto (DURÁN, 1989; CASANOVA, 2009). Se trata de suelos con muy bajo contenido de materia orgánica en superficie y profundidad, en forma adicional bajo condiciones de agricultura continua, desciende todavía más. Esto disminuye la posibilidad de adsorción de las moléculas por parte del suelo. También su buen drenaje y la aplicación de carga hidráulica adicional a través de riego (en caso de horticultura y vivero) favorecen el acceso de los plaguicidas a la napa freática (WORRAL y KOLPING, 2004), que en la zona se encuentra a una profundidad promedio de 15 metros.

Arias-Esteves et al. (2007), recomiendan contar con registros de información sobre aplicaciones de plaguicidas, utilizando bases de datos relacionadas a sistemas de información geográfica. Se coincide ampliamente con la pertinencia de esta recomendación,

pero se comprobó que no existen registros prediales de aplicaciones en ningún caso, lo que limitó en gran medida el trabajo en este aspecto. Es una actividad que se debería promover para contar con la información, que adecuadamente procesada, permita prever consecuencias negativas del uso de los plaguicidas. Dada la limitante surgida, se restringió el trabajo a la presentación de la lista de plaguicidas utilizados con sus áreas respectivas de uso, que pueden ser individualizadas a través de la relación entre los datos de las encuestas y el SIG.

Los criterios utilizados para seleccionar plaguicidas en los predios que carecen de asistencia técnica, en general están determinados en forma empírica en base a comunicaciones entre productores y recomendaciones de vendedores de insumos. Esto le resta posibilidad a la experimentación en la utilización de nuevas fórmulas, mas modernas y selectivas, pero de mayor costo. De los plaguicidas que fueron mencionados como utilizados por los productores, los mas comunes, los hormiguicidas, no parecen presentar problemas graves respecto a lavado en el suelo y contaminación de acuíferos. Tomando en cuenta que la persistencia es una de las característica mas importante de los plaguicidas respecto a la contaminación, según García (2008); se constató que el parathión metílico es poco persistente (vida media de 1 a 30 días) y su biodegradación se ve favorecida en suelos arenosos y climas cálidos (INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, Mexico, 2006?). El fipronil es medianamente persistente (18 a 300 días), pero tiene movilidad nula en el suelo (GUÍA SATA, 2009). De todos modos se piensa que un estudio de concentraciones residuales de hormiguicidas en la solución del suelo en zonas definidas como de mayor y mas constante utilización, sería de suma importancia, dadas las características de escaso contenido de materia orgánica de los suelos y excelente drenaje.

Se debe resaltar que el insecticida Imidatec (Piridina), que se encuentra en la categoría de muy utilizado (en 9 predios) y se aplica en un área de 24 Hás: por Tabacaleros (a razón de 200 ml por hectárea/ año, ANEXO 4) y algunos horticultores (sin precisar dosis y frecuencias), según la GTZ (1996) es notablemente móvil, dicha fuente lo considera una amenaza para el agua. Es recomendable por lo tanto sustituir su utilización por algún otro producto con similares efectos sobre las plagas y mejor comportamiento ambiental.

En lo que se refiere al modo de aplicación de plaguicidas, rasgo importante mencionado por Arias-Estévez et al (2007) la aplicación directa a las plantas con aspersion, produce un efecto de localización adecuada sobre la vegetación, minimizando la deriva sobre los suelos. Los mayores problemas pueden surgir en las pulverizaciones inmediatas al transplante, que ocurren en Tabaco y horticultura, cuando existe muy poco desarrollo vegetativo y un buen % de la pulverización alcanza el suelo desnudo. Esta situación sería mas grave en horticultura de hoja, dada la frecuencia anual de trasplantes (6 por año) y el aporte de carga hidráulica adicional por el riego. En lo que respecta a selección, uso y

manejo de plaguicidas hay mucho por hacer: brindar más información y capacitación a los productores, estimular la producción de registros, promover las prácticas de protección personal y divulgar las consecuencias ambientales de su utilización. De este modo se puede lograr la participación de la sociedad, motivada e informada, a través de elaboración de registros y control de las emisiones.

En base a lo anteriormente expuesto y tomando en cuenta que en los estudios realizados en el país sobre contaminación de fuentes de aguas, han arrojado en sus resultados problemas de contaminación, ya sea por nitratos (PERDOMO, CASANOVA y CIGANDA, 2000; PÉREZ y ROCHA, 2002) como por agrotóxicos (BRUNO, 2005; HILL y CLÉRICI, 2008), se puede inferir que si en la zona se realizaran estudios de la calidad de las aguas de los pozos, probablemente también se obtengan resultados que proporcionen una señal de alerta. Esto es puesto en evidencia por los índices de riesgo que fueron estimados en el presente estudio, que justifican la necesidad de realizar estudios más amplios de calidad de agua que involucren, además de análisis microbiológicos, contenido de nitratos y conductividad.

Es necesario resaltar que es imprescindible, para lograr la participación de la sociedad, la divulgación de los resultados que se obtengan; destacando su estrecha relación con las características de las fuentes de agua, los manejos productivos de los suelos y la gestión de aguas domésticas y productivas.

7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se ha logrado plasmar a través del presente estudio, la realidad de las actividades agrícolas intensivas en la zona y los procesos productivos utilizados, concluyéndose que el área afectada a dichos cultivos es en realidad escasa, no superando el 1% en superficie del total considerado (272 km²), por lo que se puede hablar de un desarrollo muy incipiente para la mayoría de las producciones estudiadas.

El % de la recarga hídrica que es afectado por las producciones intensivas en las cuencas del Curticeiras y alta del Cuñapirú alcanza al 1,7 % del total de agua que ingresa, debido al aporte de carga hidráulica extra correspondiente al riego en Horticultura, Frutivicultura y Vivero forestal. La cuenca mas afectada en términos de superficie dedicada a éstas actividades en su conjunto es la del Curticeiras.

Sin embargo, a pesar de su escaso desarrollo, analizando la descripción de los procesos productivos utilizados en los distintos predios productivos, se pueden obtener algunas señales de alerta en lo que respecta a potencial contaminación de las aguas subterráneas.

A través de la descripción de los procesos se detectó carencias en la calidad constructiva de las fuentes de agua de los predios (70% de pozos de construcción precaria, no registrados), su predominante mala localización en términos de distancia a fuentes contaminantes (75% a distancias menores a 50 mts) y relación topográfica desfavorable respecto a las mismas, con 79% de los pozos aguas abajo o a la misma altura respecto a los contaminantes generados en la actividad predial. En caso de los tambos, se comprobó que el 36% de los pozos están a menos de 50 metros de salas de ordeño y además aguas abajo. Esto implica que en el 75% de los pozos hay ingreso de las sustancias contaminantes utilizadas o generadas a partir del proceso productivo en sus proximidades.

Respecto a utilización del agua, se comprobó que quienes mas agua utilizan para producir son el vivero forestal y los horticultores, pero los que tienen mayor probabilidad de devolverla en peor estado son los últimos, dado su manejo de fertilizantes en relación a la demanda de nutrientes de los cultivos. En forma complementaria a la descripción de procesos y coincidiendo con el segundo objetivo específico. Se logró identificar como contaminante principal asociado a los procesos de producción utilizados en la agricultura intensiva de la zona, el nitrato. Su principal característica, de ser altamente móvil y persistente, además de concentrarse cuando se encuentra en la solución del suelo (CASANOVA, 2009), puede implicar el traslado del mismo hacia puntos lejanos a su aplicación y aumentar la concentración de nitratos en las aguas del SAG, restándole calidad. En base a lo expuesto por Foster et al. (2006), conviene tomar medidas para disminuir su emisión, considerando como aspecto fundamental para evitar la contaminación por nitrato el lograr un balance de nitrógeno neutro en la producción predial, lo que justifica estudios para conocerlos con mas exactitud.

En el presente estudio se ha realizado una estimación muy grosera, en la que se puede ver que el exceso de nitrato es liberado, en orden descendente de importancia cuantitativa en cuanto a concentración (cuadro 4) por salas de ordeño sin tratamientos de efluentes, con un aporte extremadamente alto de nitrógeno, (152 Kg/m²) en las peores condiciones de aplicación posibles, ya que no existe vegetación de cobertura y el suelo permanece en condiciones permanentes de anegación, sumado al hecho de su textura arenosa. El uso de fertiriego asociado al agregado de abono orgánico combinado con abono químico en horticultura, sin realizar un estudio previo de la demanda de nitrógeno de los cultivos, es el siguiente y afecta 2 Hás en total del área estudiada. En tercer término en orden de aportes, le sigue la ausencia de rotaciones agrícolas y períodos de barbechos en suelo desnudo prolongados, lo que ocurre en 105 Hás, que incluyen además de pasturas anuales, cultivo de Tabaco y Maíz sobre la misma tierra (cuadro 1). Se hace difícil la estimación exacta del remanente de nitrógeno que es liberado al ambiente, dado que se requeriría un balance de nitrógeno a nivel predial.

Colaboran también con los aportes de nitrato al medio, el proceso general de los efluentes domésticos (40% de los pozos negros no se limpian por filtraciones, muchos sin fondo), lo que no es posible cuantificar ni en área ni en concentración. Se hace evidente la falta de acceso a la información en relación a medidas de protección ambiental de la mayoría de los productores; ya que dos habían construido, en forma reciente, pozos negros sin fondo. Se justificaría por éstos motivos, el desarrollo de talleres informativos sobre buenas prácticas ambientales a este público. Un aspecto social destacable es que solo el 58 % son propietarios de la tierra, lo que implica que no exista motivación en la protección ambiental para el 42% de los usuarios de tierras.

Otro aspecto negativo relacionado a procesos y sustancias químicas utilizadas que se identificó, fue el manejo de agroquímicos, que tiene carencias en cuanto a protección personal y criterios de selección de productos. La mayor carencia a resaltar en lo que respecta a los mismos es la ausencia de registros fidedignos de utilización anual, la única producción intensiva en la que se conoce con exactitud la utilización de agrotóxicos es el cultivo de Tabaco, en el que la agroindustria cuenta con un plan de curas específico que aplican todos los productores. El resto decide por cuenta propia y no registra datos.

Pese a la ausencia de registros, se logró constatar la utilización importante en superficie de hormiguicidas (Parathión metílico: 76 Has y Fipronil: 33 Has, cuadro 6), que ocurre en todas las producciones, y son de uso frecuente, principalmente el primero (utilizado en 12 Predios, cuadro 5), que resulta no ser de gran peligrosidad ambiental, dado que es de rápida degradación (menos de 30 días) y la misma es favorecida en suelos arenosos. Surge en cambio como alarma que exige acción inmediata, la utilización de Piridina (Imidatec), por su uso en alta proporción de predios (9 predios, Cuadro 5) que abarcan un área importante (24 Hás, Cuadro 6), asociado a la información que proporciona la GTZ sobre sus características ambientales. En el resto de los casos, se justificaría estudiar la presencia de residuos o componentes derivados del metabolismo de los agrotóxicos en fuentes de agua y solución de suelo, próximos a áreas de uso frecuente sobre suelos arenosos identificada en el presente estudio, incluyendo las áreas de desagüe de salas de ordeño por los productos de limpieza utilizados.

En referencia a la discusión sobre el grado de riesgo actual que implica la agricultura intensiva en la zona de estudio se comprobó que existe alta proporción de predios con índice de riesgo medio y alto de contaminación de la fuente (93%), dado que como ya fue mencionado no se han contemplado las especificaciones técnicas correspondientes para la construcción las mismas (cuadro 7, figuras 20 y 21). Se debe agregar que un alto % de las mismas explotan el acuífero somero, zona de mayor vulnerabilidad según Collazo, Auge y Montañó (2005), con riesgo de recargar contaminantes en capas profundas del mismo (RODRÍGUEZ, 2006).

Respecto a los índices de riesgo de los procesos (cuadro 8), el 88% de los horticultores tienen índice de riesgo medio a alto, por la acumulación de factores negativos como riego, utilización frecuente de agrotóxicos, aportes de nitrógeno de diversas fuentes que resultan superiores a la demanda de los cultivos. Todos los frutivicultores y el vivero forestal índice de riesgo medio, los que están determinados por distintos factores, en frutivicultura está determinado en mayor medida por la frecuencia y modo de aplicación de agrotóxicos, utilización de glifosato y la no existencia de rotaciones. En el vivero por el aporte de carga hidráulica en el riego con fertilizante soluble diluido, ausencia de cobertura vegetal y tipo de riego que conduce a aplicaciones fuera del área de cultivo. El 69% de los Tabacaleros y Tamberos tienen índice de riesgo medio del proceso, basado fundamentalmente en los aportes de materia orgánica sin tratar en proximidades de salas de ordeño, interactuando con rotaciones que dejan suelo desnudo en verano en 26% de la superficie; el resto (31%) tiene índice bajo (Figuras 22 y 23). Dada la presente realidad, surge como recomendable la realización de mapas de vulnerabilidad del Acuífero a Escala mas detallada (1:20.000) y en toda la superficie que abarca el Acuífero aflorante en el departamento.

En base a lo anteriormente expuesto, pasando a mencionar las medidas de mitigación de los riesgos, se concluye que existen puntos a mejorar en los procesos, con el objetivo de proteger la calidad de las aguas que infiltran al SAG en estas zonas de uso agrícola intensivo, fundamentalmente contemplando la instalación de nuevas explotaciones. Los principales están relacionados a las características constructivas de las fuentes de agua, principalmente en la selección de sitio para perforación. Esto es muy difícil de solucionar en las ya existentes, dado los costos de las perforaciones profundas adecuadas a utilización en riego y producción, asociado a la realidad socioeconómica de los productores. En cuanto al manejo de suelos se debe procurar la realización de rotaciones con inclusión de leguminosas, evitando períodos prolongados de suelos desnudos sin cobertura vegetal en las situaciones agrícolas de secano; todo lo que afecta los balances de nitrógeno prediales. Es recomendable la disminución en la proporción de cultivos anuales y un aumento en la de cultivos de rotaciones largas o perennes en lo que respecta al uso de suelos.

Pensando en situaciones de riego, la determinación del caudal a aplicar en riego y aportes de nitrógeno debe ser realizada de acuerdo a la demanda de los cultivos y en forma fraccionada, tomando en cuenta las distintas fuentes de aportes del mismo; también tener especial cuidado en la frecuencia de aplicación y selección de plaguicidas.

Existe necesidad de adecuar los tratamientos de efluentes, tanto de tambos como domésticos. Para los tambos, en base a las recomendaciones de la Guía Gestión... (DINAMA, 2008). Tomando en cuenta el diagnóstico económico y social realizado, así como

la escala de los productores; el sistema de tratamiento de efluentes mas adecuado en ésta zona es el Biodigestor de flujo continuo, por su bajo costo y adaptación a pequeñas superficies.

En general en todos los casos, racionalizar el uso de plaguicidas, utilizándolos cuando las plagas sobrepasan el umbral de daño, aplicando productos modernos, selectivos, con las técnicas actuales disponibles que evitan deriva. La falta de registros de las aplicaciones es una carencia detectada, que debe ser revertida. Lo que requiere de un proceso de promoción de mayor acceso a información por parte de los usuarios, en lo que respecta a las generalidades en el uso de agrotóxicos. Dentro de los plaguicidas utilizados surge como recomendable sustituir la piridina (imidatec), contemplando su peligrosidad respecto al agua subterránea, por otro insecticida con mejor comportamiento en estos tipos de suelos con alto drenaje.

Recomendaciones:

Para futuros estudios es recomendable:

- realizar mapas de vulnerabilidad del Acuífero, a escala más detallada (1:20000), en toda el área que abarca el acuífero aflorante en el departamento.
- estudiar los balances de Nitrógeno prediales en las diferentes producciones, con el objetivo de aproximarlos al cero, a través del ajuste de la tecnología de producción aplicada.
- monitorear en forma periódica los pozos que han sido identificados con riesgo alto y medio, realizando análisis microbiológicos, concentración de sustancias relacionada al ciclo del Nitrógeno y presencia de residuos de los agroquímicos utilizados en los predios.
- Realizar talleres informativos sobre la temática ambiental en general, que proporcione a los productores elementos adecuados para modificar sus procesos productivos, en los aspectos identificados como negativos, con el objetivo de involucrarlos en la protección del agua subterránea, a causa de la vulnerabilidad intrínseca del acuífero en la zona.

Cabe aclarar que cualquier medida de mitigación de contaminación que se proponga para los productores de la zona debe incluir un componente de subsidio para su realización, dada la situación económica (producción de subsistencia) y social de los involucrados.

Por otra parte, el gobierno local debe tener especial precaución al promover la expansión de los rubros agrícolas intensivos, como medio de generar fuentes de ingresos y

radicación en el medio rural, tal como lo recomiendan Barrenechea, Rodríguez y Troncoso (PNUD-ART, 2008), ya que la legislación nacional no contempla los casos menores a 100 Hás. Se debe proporcionar a los emprendedores la información necesaria respecto a los requisitos en los procesos productivos, que permiten la preservación de la calidad de las aguas subterráneas, en la situación de acuífero vulnerable. Sumado a la supervisión de que estas medidas se cumplan.

8.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALDABE DINI, L. **Producción de hortalizas en Uruguay**. Epsilon, Montevideo, Uruguay, 2000.269 p.
2. ARIAS-ESTÉVEZ, M. et al. **The mobility and degradation of pesticides in soils and the pollution of groundwater resources**. Review. Agriculture, Ecosystems and Environment 123 (2008) 247–260. Disponible en www.sciencedirect.com
3. BARRENECHEA, P.; RODRÍGUEZ, A. ; TRONCOSO, C. **Diagnóstico económico del departamento de Rivera: Informe final Enero 2008: Análisis y priorización de los recursos económicos del departamento con potencialidad para un desarrollo local sostenible**. PNUD. Programa de desarrollo local ART-Uruguay. Enero 2008. Disponible en http://www.arturuguay.org/art/home/fotos/395/rivera_publicacion_20090625.pdf Acceso en 10 de Noviembre 2009
4. BONOMO, R. **Metodología científica: Citações e referências bibliográficas**. Documento pdf.
5. BRUNO, A. **Estimación de los efectos ambientales y socioeconómicos del uso de plaguicidas en sistemas de producción frutivícola del departamento de Canelones**. 2005. 88 p. Disertación (Maestría ambiental)- Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/~ira/web/TESIS%20ambiental%20zona%20Alfredo.Bruno-1.pdf>. Acceso en Junio 2009.
6. CÁNEPA, P. **Uso y manejo del agua. Sistemas pecuarios**. In: JORNADA DE SEQUÍA. MGAP-PPR Salto, Uruguay. Setiembre, 2007. CD-ROM
7. CANTÓN, V. **Las oportunidades de gestión ambiental vinculadas al espacio rural en el Uruguay desde su marco normativo**. [2004?] Disponible en <http://tecrenat.fcien.edu.uy/Evaluacion%20de%20Impacto%20Ambiental/Materiales/gestion%20ambiental%20-%20espacio%20rural.pdf> Acceso 12 Noviembre 2009

8. CARRIQUIRY, R. **Intoxicación por nitratos y nitritos: un riesgo en las actuales condiciones climáticas**. Plan Agropecuario n 129 (p. 44-45) Marzo 2009.
9. CASANOVA, O. respuesta a consulta sobre movilidad de nitratos en suelos. [Mensaje personal] recibido por saranolla@gmail.com. Acceso 4 mayo 2009.
10. COLLAZO, P.; AUGE, M.; MONTAÑO, J. **Vulnerabilidad y riesgo hidrogeológico del SAG en el área aflorante de Rivera**. OEA-PSAG. Fondo De Universidades .Informe Final. Proyecto 28. Universidad De La Republica – Facultad De Ciencias, Uruguay; Universidad De Buenos Aires Facultad De Ciencias Exactas Y Naturales , Argentina. Uruguay. 2005
11. LIMA, A. de; REIS, M.C. dos. **Elementos de apoio ao texto**. Universidade Norte do Paraná. 2 ed. Documento pdf.
12. DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT (GTZ) GmbH, Eschborn. **Catálogo de estándares ambientales. Tomo III**, 1996. Disponible en http://www.fastonline.org/CD3WD_40/HDLHTML/ENVMANL/ES/BEGIN3.HTM#CONTENTS. Acceso 27 Nov 2009.
13. DICOSE-MGAP. (Uruguay) Padrones lecheros departamento de Rivera. Declaración Jurada, Julio 2008.
14. DIEGUEZ, F. **Balance y eficiencia del uso del nitrógeno y su relación con la extensificación de la producción ganadera en Europa**. Plan Agropecuario n 128 (pp 42-47). Diciembre 2008.
15. DINAMA (Uruguay). **Guía de gestión integral de aguas en establecimientos lecheros**. Montevideo, Uruguay. Diciembre 2008.
16. DINAMA (Uruguay). **Guía para la Identificación y Evaluación Preliminar de Sitios Potencialmente contaminados**. Montevideo, Uruguay. Setiembre 2006. disponible en www.dinama.gub.uy
17. DURÁN, A. **Los suelos del Uruguay**. Hemisferio Sur, 1985.
18. DURÁN, A; CALIFRA, A; MOLFINO, J. H. **Suelos del Uruguay según soil taxonomy** (1999). Disponible en http://www.mgap.gub.uy/Renare/SuelosyAguas/EstudiosBasicosdeSuelos/Informacion_Suelos_Uruguay.pdf. Acceso 29 ago 2009

19. ESCUELA DE COMANDO Y ESTADO MAYOR DE AERONÁUTICA (Brasil). **Pesquisa científica: Clasificación de pesquisas.** Disponible en http://campus.funiber.org:8900/SCRIPT/IEM_PEV/scripts/student/serve_mail, acceso 13 de marzo 2009
20. ESLAVA-MOCHA et al. **Sobre los efectos del glifosato y sus mezclas: impacto sobre peces nativos.** Universidad de los Llanos, Colombia, 2007. P. 37-39.
21. FAO. **Evaluación exhaustiva de la gestión del agua en la agricultura** 2007. Agua para la alimentación agua para la vida. Earthscan y Colombo. Instituto Internacional de manejo del agua.
22. FAO departamento de desarrollo sostenible. **Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos:** (Estudio FAO Riego y Drenaje - 55) Cap.4. Los plaguicidas, en cuanto contaminantes del agua. 1997. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/w2598s/w2598s06.htm>. Acceso 30 abril 2009
23. FAO. **Hojas de datos sobre Plaguicidas: Diazinon.** En Evaluación de la contaminación de suelos. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/005/x2570s/X2570S09.htm>, acceso 27 de noviembre 2009
24. FOSTER, S.; HIRATA, R. **Determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas, una metodología basada en datos existentes.** Centro panamericano de ciencias sanitarias e ingeniería del ambiente (CEPIS). Lima, Perú ,1991. Acceso 23 de marzo 2009
25. FOSTER, S. et al. **Protección de la calidad del agua subterránea.** Banco Mundial. 2006.
26. FUNIBER. **Normas técnicas Mestrado León.** Archivo pdf.
27. GARCÍA, F.; RUFFO, M.; DAVEDERE, I. **Fertilización de pasturas y verdeos.** 1999. Disponible en [http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/\\$webindex/article=C991AD088325696C006D370BE941D8DE](http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/$webindex/article=C991AD088325696C006D370BE941D8DE)
28. GARCÍA, I. **Contaminación por fitosanitarios.** Plaguicidas. Tema 13. [200?] Disponible en <http://edafologia.ugr.es/conta/Tema13/preve.htm>. Acceso 30 abril 2009.
29. GARCÍA LAMOTHE, A. et al. El balance de Nitrógeno y la sostenibilidad de los agroecosistemas. In: SIMPOSIO: EFECTOS DE LA AGRICULTURA, LA LECHERÍA Y LA GANADERÍA EN EL RECURSO NATURAL

SUELO: IMPACTOS Y PROPUESTAS. **Resúmenes expandidos Actividad de difusión n 587** INIA La Estanzuela. Montevideo, Agosto 2009.

30. GARCÍA, M. **Tajamares** In: JORNADA DE SEQUÍA. MGAP-PPR Salto, Uruguay. Setiembre 2007.CD-ROM

31. GIL, A. C. **Como clasificar las pesquisas?** Disponible en http://www.professordilson.pro.br/omono/classifica%C3%A7%C3%A3o_de_Pesquisas.doc. Acceso 10 Marzo 2009

32. GUIA SATA. **Fipronil. Datos Técnicos.** Disponible en <http://www.laguiasata.com/Fipronil.htm>; acceso 27 de Noviembre 2009

33. HILL, M.; CLÉRICI, C. **Residualidad de agroquímicos en arroz.** Revista de Asociación de Cultivadores de Arroz n 53. Marzo 2008

34. HIRATA, R; REBOUÇAS, A. **La protección de los recursos hídricos subterráneos: Una visión integrada, basada en perímetros de protección de pozos y vulnerabilidad de acuíferos.** 2001 disponible en <http://www.medioambienteonline.com/site/root/resources/technology/857.html>, acceso en 31 de marzo 2009

35. IICA-MGAP (Uruguay) **Manual de evaluación de impacto ambiental de actividades rurales.** Montevideo, Uruguay. 2007. Disponible en [http://www.iica.org.uy/data/informes/Manual%20EIAR\[1\].pdf](http://www.iica.org.uy/data/informes/Manual%20EIAR[1].pdf). Acceso 14 de Mayo 2009.

36. INTENDENCIA DEPARTAMENTAL DE RIVERA. **Curso de actualización en calidad de leche y productos lácteos.** 2-5 octubre 2007. 35 diapositivas en Power Point.

37. INTENDENCIA DEPARTAMENTAL DE RIVERA. **Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la microregión Rivera.** Edición preliminar. Rivera, Nov 2004.

38. INTENDENCIA DEPARTAMENTAL DE RIVERA. **Proyecto urbanístico zona sur.** Disponible en <http://www.rivera.gub.uy/index.html>, Acceso en 14 de Nov.2008

39. INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE. **Requerimientos nutricionales de los cultivos.** Disponible en [http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/c7cae45a06ec30d803256b22006c3f4d/\\$FILE/aa3.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/c7cae45a06ec30d803256b22006c3f4d/$FILE/aa3.pdf). Acceso 18 nov 2009

40. INSTITUTO INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE. **Boletín del Foro Mundial del agua**. Vol. 82. n°9. Marzo 2006. Disponible en <http://www.iisd.ca/ymb/worldwater4/html/ymbvol82num15s.html> acceso 26 abril 2008.
41. INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA. (México). **Parathion metílico. Datos de identificación**. Disponible en http://www2.ine.gob.mx/sistemas/plaguicidas/pdf/paration_metilico.pdf. acceso 27/11/2009
42. INSTITUTO NACIONAL DE VITICULTURA. (Uruguay). **Departamento de Rivera, resumen departamental año 2008**. Disponible en http://www.inavi.com.uy/sitio/home/fotos/710/datos_departamental.xls. Acceso 5 de Mayo 2009
43. LAFLEUR, A.; LINDLEY, S.; FERNANDEZ, V. **Evaluación del potencial de uso del acuífero Rivera-Santana do Livramento**. OEA-PSAG. Mayo, 2008.
44. LAMOND, R. E.; MORGAN POWELL, G.; DEVLIN, D. **Nitrate and Groundwater**. Kansas State University. April 1999. Disponible en <http://www.oznet.ksu.edu>
45. MANGANELLI, A. **Aspectos normativos e institucionales de la gestión del agua subterránea en el Uruguay desde una perspectiva ambiental**. 2004. 150 p. Disertación (Maestría en Gestión de Recursos hídricos)- Universidad de las Palmas de Gran Canaria. Montevideo, 2004.
46. MAZZEI, E. **Rivera (Uruguay) Sant'Ana (Brasil) Identidad, Territorio e integración Fronteriza**. Dpto de Sociología Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la República. Abril 2000.
47. MGAP-DIEA. (Uruguay). **Agricultura familiar: Horticultura**. Mapa color en base a Censo General Agropecuario 2000. Disponible en http://www.mgap.gub.uy/opypa/JORNADAS/Jor2000/RecPrel_CGA2000.htm acceso en 20 de Marzo 2007
48. MGAP-DIEA. (Uruguay). **Agricultura familiar: Lechería**. Mapa color en base a Censo General Agropecuario 2000. Disponible en http://www.mgap.gub.uy/opypa/JORNADAS/Jor2000/RecPrel_CGA2000.htm acceso en 20 de Marzo 2007
49. MGAP-División de suelos y aguas. (Uruguay). **Mapa de Suelos del Uruguay**. Escala 1/1000000. Marzo 2001.

50. MGAP-JUNAGRA (Uruguay). **Manual de capacitación para el buen uso y manejo de plaguicidas en Uruguay**. Uruguay. Nov.2005

51. MINNESOTA POLLUTION CONTROL AGENCY, USA. **Estimating Ground Water sensitivity to nitrate contamination**. June 1999. Disponible en www.pca.state.mn.us/water/groundwater/gwmap/index.html

52. MODERNEI, P. **Guía para la protección y fertilización vegetal**. 10ª ed. Mara Oleaurre. Uruguay. 2007.

53. MOTAVALLI, P.; CRUZ, F. **Nitrogen, agriculture and the environment. N1 Nitrate and water quality**. College of agriculture and life science, University of Guam. [200?]

54. NACIONES UNIDAS. **Cumbre para la tierra. Programa 21**. Enero 2003. En Naciones Unidas-División desarrollo sostenible. Disponible en <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/spanish/agenda21sptoc.htm> acceso 24 de Abril 2008

55. OEA-PSAG. **Manual de perforación de pozos tubulares para investigación y captación de agua subterránea en el Sistema Acuífero Guaraní**. 1ª edición. Montevideo, 2007.

56. OEA-PSAG. **Programa estratégico de acción Rivera-Livramento**. 2008. Proyectos particulares, disponible en <http://www.sg-guarani.org>. Acceso en 21 de Enero 2009

57. OLMOS, F. **Ornithopus compressus l. cv. Inia encantada**. INIA. Serie Técnica N 75. 1996.

58. PERDOMO, C. H.; CASANOVA, O. N.; CIGANDA, V. S. **Contaminación de aguas subterráneas con Nitratos y coliformes en el litoral sudoeste del Uruguay**. Agrociencia. Vol. 1. pág 10-22. 2001

59. PÉREZ, A.; ROCHA, L. **Aportes al conocimiento del Acuífero Guaraní: Área ciudad de Rivera, Uruguay**. In: Groundwater and human development, Mar del Plata, Argentina. Octubre 21-25. 2002.CD-ROM

60. PNUMA. **Geo Uruguay informe del estado del ambiente 2008**. Montevideo, Uruguay. Diciembre 2008 disponible en

61. PRAKASA RAO E.V.S.; PUTTANNA, K. **Nitrates, agriculture and environment**. Current science. Vol. 79, N° 10, November 2000.

62. QUINCKE, A. et al. Dinámica del C orgánico en sistemas agrícolas de Uruguay. In: SIMPOSIO EFECTOS DE LA AGRICULTURA, LA LECHERÍA Y LA GANADERÍA EN EL RECURSO NATURAL SUELO: IMPACTOS Y PROPUESTAS. **Resúmenes expandidos Actividad de difusión n 587** INIA La Estanzuela. Latu, Montevideo, Agosto, 2009.
63. RAIKATU. **Ciudad de Rivera, red de saneamiento**. Mapa color. 2004.CD-ROM
64. RODRÍGUEZ, L. et al. **Desarrollo metodológico para la evaluación de la recarga y la vulnerabilidad del SAG en Argentina y Uruguay**. OEA-PSAG. Fondo De Universidades .Informe Final. Proyecto 12. Universidad nacional del Litoral, Argentina; Dirección Nacional de Medio Ambiente, Uruguay; Instituto Nacional del Agua e Instituto de Hidrología de las Llanuras, Argentina. Uruguay. 2006.
65. RODRÍGUEZ, N. **Manejo del agua en establecimientos lecheros: Agua potable para el tambo**. OSE, Uruguay. [2005?]
66. RUFO M.; PARSONS A. T. **Cultivos de Cobertura en Sistemas Agrícolas**. Informaciones agronómicas del Cono Sur. N 21. Marzo 2004. Disponible en [http://www.ipni.net/ppiweb/iaarg.nsf/\\$webindex/614166CDD0205CAE03256E600071A09A/\\$file/Cultivo+Cobertura-Matias+Ruffo.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iaarg.nsf/$webindex/614166CDD0205CAE03256E600071A09A/$file/Cultivo+Cobertura-Matias+Ruffo.pdf)
67. SCHWARTZMAN, S. **Pesquisa académica, pesquisa básica y pesquisa aplicada en dos comunidades científicas**. Disponible en http://www.schwartzman.org.br/simon/acad_ap.htm. Acceso en 10 de marzo de 2009
68. SERVICIO GEOGRÁFICO MILITAR (Uruguay). Cartas Rivera, Hojas: H7 y H8. Escala 1:50.000.
69. SGANGA, J.C.; CAYSSIALS, R.; VÍCTORA, C. D. **Diagnóstico para la elaboración de un plan de acción nacional de lucha contra la desertificación y la sequía**. MVOTMA (DINAMA), MGAP (DGRNR). Uruguay. Octubre 2004
70. SILVERIO, L. et al. **Caracterización de área de recarga y descarga del SAG en Rivera -Livramento y Quarai – Artigas**. OEA-PSAG. Fondo De Universidades. Informe Final. Proyecto 10. Universidad Federal de Santa Maria, Brasil; Universidad de la República– Facultad De Ciencias. Uruguay. Junio 2006.
71. SUASSUNA, D. **Técnicas para coleta de dados** (Adaptado) FUNIBER, Brasil disponible en http://www.unb.br/fef/downloads/dulce/tecnicas_de_investigacao_cientifica.ppthttp://campus.funiber.org:8900/SCRIPT/IEM_PEV/scripts/student/serve_mail, acceso 13/3/09

72. SYNGENTA. **Hoja seguridad Kendo (Lambda – Cyalotrina)**. 2006 disponible en <http://www.syngenta.cl/prodyserv/fitosanitarios/hojas.asp> Acceso 15 Noviembre 2009
73. TESSENDERLO GROUP. **Sulfato potasico en el cultivo de Tabaco**. Disponible en http://www.tessengerlo.com/binaries/Tabaco_tcm9-5257.pdf. Acceso 18 noviembre 2009
74. UNESCO. **Día mundial del agua**. In Servicio de Boletín mensual de biblioteca Facultad de Agronomía, Uruguay. agosto 2009. Disponible en http://www.unesco.org/water/water_celebrations/index_es.shtm
75. UNIVERSIDAD DE BRASILIA. **Curso de pesquisas en física: Métodos y técnicas de pesquisa**: Tipos de pesquisa y técnicas de investigación científica. http://campus.funiber.org:8900/SCRIPT/IEM_PEV/scripts/student/serve_mail. Acceso 13 marzo 2009
76. UNIP. Biblioteca Central. **Guia de normalização para apresentação de trabalhos acadêmicos**. Sao Paulo. 2007.
77. URQUIAGA, S. et al. Efectos de la agricultura y la ganadería sobre la dinámica del C y N en los suelos del Cerrado. In: SIMPOSIO EFECTOS DE LA AGRICULTURA, LA LECHERÍA Y LA GANADERÍA EN EL RECURSO NATURAL SUELO: IMPACTOS Y PROPUESTAS. **Resúmenes expandidos Actividad de difusión n 587** INIA La Estanzuela. Latu, Montevideo, Agosto, 2009.
78. Uruguay. Decreto 349/005. Reglamento de evaluación de impacto ambiental y autorizaciones ambientales. Disponible en http://www.mvotma.gub.uy/dinama/index.php?option=com_docman&Itemid=124. Acceso 8 febrero 2010
79. Uruguay. Ley 15939. Ley Forestal. Disponible en http://www.mef.gub.uy/inversor/ley_15939.pdf Acceso en 15 Noviembre 2009.
80. WORRAL, F.; BESSEN, T. **The vulnerability of groundwater to pesticide contamination estimated directly from observations of presence or absence in wells**. Journal of hidrology 303(2005) 92-107. Disponible en www.sciencedirect.com
81. WORRAL, F.; KOLPIN, D. **Aquifer vulnerability to pesticide pollution—combining soil, land-use and aquifer properties with molecular descriptors**. Journal of hidrology 293(2004) 191-204. Disponible en www.sciencedirect.com.

4. USO DE AGRO- QUIMICOS:

FERTILIZANTES:

4.1 Usa fertilizantes?

4.2 Modo de utilización:

Nombre fertilizante o fórmula	Momento aplicación	Kilos por hectárea	Estación o mes	Área fertilizada

En momento de aplicación va si es al preparar tierra o con cultivo absorbiendo

4.3 Usa abono orgánico?

4.5 Cuantos kilos por hectárea en qué area
fresco o compostado?

4.4 Almacena fertilizantes?

Donde? _____mts fuente de agua Piso : de cemento o tierra; techo: si no

4.5 Cada cuántos años cambia de tierra para el cultivo? Pasturas

Hortalizas

Tabaco Burley

Tabaco Virginia:

PLAGUICIDAS

4.6 Aplica algún producto para curar cultivos? Si No

4.7 Productos utilizados

Nombre	Área aplicación	Litros o kilos consumidos en el año

4.8 Dónde almacena los plaguicidas? Distancia casa, techo, piso tierra, acceso restringido?

4.9 Quién hace las aplicaciones?

4.10 Me muestra equipo de seguridad que usa para aplicación?

4.11 Usa guantes para preparar diluciones?

4.12 Qué hace con los envases vacíos? Entierra, quema, lleva a aterro sanitario IDR

4.13 Utilizó bromuro de metilo durante cuántos años y a cuántos mts de fuente de agua?

5 TAMBOS:

5.1 Número de vacas totales

5.2 Vacas en ordeño?

otoño	invierno	primavera	verano

5.3 Tiempo de ordeño y cuantas veces al día?

5.4 Donde comen el suplemento las vacas?

5.5 Encierra el ganado de noche?

SALA de ORDEÑO:

5.5 Piso sala de espera? Cemento tierra

5.6 Piso sala de ordeño? Cemento tierra

5.7 Distancia entre sala de ordeño y fuente de agua.

5.8 Diferencia de altura?

5.9 Gasto de agua en lavado de tambo?

5.10 La bosta la saca con el lavado o la separa antes?

5.11 Donde va el agua de lavado? Campo Piletas

5.12 Qué productos usa para lavar piso y máquina?

Nombre (y componentes)	frecuencia

5.13 Cuántas veces al día lava el piso?

5.14 Donde baña el ganado y que hace con el agua del baño?

Datos de análisis de calidad de agua del MGAP:

6. HORTICULTURA INTENSIVA:

6.1 Metros cuadrados en producción_____ y qué se especializa en producir_____

6.2 Distancia área hortícola - casa - fuente de agua-

6.3 Área bajo riego: **Horas de riego y frecuencia semanal por estación**

Otoño	Invierno	Primavera	Verano

6.4 Litros usados en cada riego: Caudal goteros_____l/h

mts goteros_____ m lineales

6.5 Cómo aplica fertilizantes de cobertura: Mochila de litros FOLIAR
Fertiriego AL SUELO solubles
(Al suelo, en fertilizantes comunes)**6.5.1 Mochila:**

Dosis por mochila, que fertilizante y frecuencia?

Área fertilizada por mochilada?

6.5.2 **Fertiriego:** Kgs de fertilizante/vez en cuánta área ó litros de agua? Cada cuánto tiempo?

Otoño	Invierno	Primavera	Verano

APENDICE 2 FUENTES DE AGUA						
	Fuente de agua	Coordenadas		Conoce calidad?	Topografía FUENTE	Dist Contamin (mts)
ID		X	Y			
1	Pozo Artes.Tubular	518720	6579446	No	Bajo	20
2	Pozo Artes.Tubular	520758	6578346	No	Bajo	3
3	Pozo Artes.Tubular	520590	6577994	No	Alto	25
4	Pozo Artes.Tubular	520384	6582541	No	Bajo inundable	20
5	Pozo Artes.Tubular	527307	6580429	No	ladera	100
6	Pozo Artes.Tubular	520469	6584650	No	bajo	10
7	Pozo Artes.Tubular	521100	6577513	No	ladera	40
8	Pozo Artes.Tubular	521549	6584186	No	ladera	0
9	Pozo Artes.Tubular	520601	6577297	No	ladera	10
10	Pozo Artes.Tubular	517912	6576175	IDR analiza agua bodegas	ladera	50
11	Pozo Artes.Tubular	530282	6578058	IDR analiza agua bodegas	Alto	40
12	Pozo Artes.Tubular; total entubado	526127	6573151	IDR analiza agua bodegas	ladera	80
13	Pozo Prenader	519346	6574629	No	Ladera	2
14	Pozo mevir	520163	6573552	no	ladera	30
15	Pozo brocal	518326	6579289	No	Alto	20
16	Pozo tubular local Curticeiras	519589	6572523	No	bajo	150
17	Pozo Prenader			No	Ladera	60
18	Pozo Brocal seco	520174	6573098		alto	1
18	Pozo Artes.Tubular s/ terminar	520216	6573009	No	Ladera	100
19	Pozo artesanal 1 m diámetro	524147	6580360	no	ladera	40
20	pozo mevir	520927	6572567	No	alto	100
21	Cachimba cerro			No	alto	150
22	Pozo Artes.Tubular	520248	6572171	no	alto	50
23	Pozo mevir	520470	6573786	no	alto	6
24	Pozo PPR	521583	6569665	No	bajo	100
25	Pozo PPR	517971	6575863	No	ladera	30
26	Pozo Mevir	517867	6575937	No	ladera	40
27	Pozo PPR	522710	6570477	No	ladera	30
28	Pozo Artes.Tubular	522282	6571885	No	alto	20
29	Pozo Artes.Tubular	525558	6579898	no	alto	100
29	Pozo Artes.Tubular	525473	6579939		ladera	2
29	Pozo Artes.Tubular	525449	6579980		ladera	2

ID	Tipo contam.	Relación topograf.c/ contamin	NE (mts)	Prof.Tot. (mts)	Cerco?	Sello?	Tapa?	Cursos agua sup. ?	Dist. Mts casa?
1	invernáculos	igual altura	4,5		No	No	Si	No	
2	invernáculos	aguas abajo	21		Si	Si	No	No	
3	PN,invernac.	aguas arriba	15	40	Si	Si	No	No	
4	PN,invernac.	igual altura	0,5	12	No	No	No	si	20
5		aguas abajo	10	50	no	Si	Si	si, tajamar	100
6	invernáculos	aguas abajo	8	15	No	Si	Si	si, laguna	20
7	PN	aguas arriba	2	10	No	Si	Si	si	60
8	Periferia urbana	aguas arriba	14	22	Si	Si	Si	No	
9	PN,invernac.	igual altura	10		No	No	No	bañado	
10		igual altura		45	Si	Si	Si	Si	
11	PN	igual altura	12	32	Si	Si	Si	No	
12		aguas abajo	20	43	No	No	No	si, tajamar	
13	sala ordeño,corral	aguas abajo	28	77	No	Si	Si	si, cañada y vertiente	60
14	chacra Tabaco, PN	aguas arriba	23	40	Si	Si	Si	No	
15	sala ordeño,corral	igual altura	20	no sabe	No	No	No	si	400
16		aguas abajo		30	No	No, ann boca	Si		lejos
17		aguas abajo		66	Si	Si	Si		lejos
18	PN	igual altura	13,5	14	No	No	No		
18	chacra Tab, PN	aguas abajo	5	7	No	No	Precaria	Si	150
19	pozos negros				Si	No	Precaria	Si, aguas ab	80
20					No	Si	Si	Si	
21		aguas arriba	mana	s/d	Si	No	Si	Si	
22			20	no sabe	No	No	precaria	Si, tajamares	
23	casa y corrales	aguas abajo	14	28	Si	Si	Si	Si	400
24			21	49	Si	Si	Si	Si	200
25	PN	aguas arriba	25	47	Si	Si	Si	Si	
26	PN	aguas arriba		35	Si	Si	Si	No	
27	PN, Chacra Tabaco	igual altura	27	55	Si	Si	Si	si, Cañada	150
28	PN		20	25	No	No	No	Si	500
29		aguas arriba		40	No	Si	No	No	
29	area.cult. regado	aguas abajo		45	No	Si	Si	No	
29	area.cult. regado	aguas abajo		50	No	Si	Si	No	

ID	Litros/ año uso domestico	Pozos Abandonados?	Basura Doméstica	Aguas WC	Frec Limp. Pozo Negro	Dist fuente agua mts	Aguas Lavados
1	360.000	No	Quema	PN Sellado	2 veces/año: aplican cultivo	50	Campo
2		No		PN			
3	108.000	Si	Quema	PN Filtra	No limpia	40	
4	67200	No	Traslada	PN	lluvia arrastra	20	campo
5	126.000	Si	Quema	PN sin fondo	recien construido	120	campo
6	144000	si, tapa madera	Entierra	PN, filtra	No limpia	50	campo hacia pozo
7	14.400	No	Quema	PN	Limpia	40	campo hacia zanja
8	405000	No	Quema y Traslada	PN sin fondo en const.	1 /mes	10	calles
9		No					
10	675000	en uso.	Quema	Cámara y PN sellado			Cámara séptica
11	720000	No	Quema y Traslada	PN c/robadores subterráneo a 2 mts	c/6 meses		Bosque pinos
12	24000	Si	Entierra	PN sin fondo	no se limpia	50	
13	216000	si, brocal, sella	Entierra org y quema pl	Cámara		40	
14	405000	Si	Entierra y Quema	PN	con barométrica	10	campo
15	180000	Si	Quema	PN	cada 3 años	40	campo
16	225000	No	Quema	PN	limpio una vez	150	campo
17	810000(4)	Si	Entierra	PN		50	
18							
18	43200		Quema y Tira campo	PN	Cuando llena, hace otro	0	campo
19		si, en galpón	Traslada	PN	Barométr IDR	40	
20	450000 (2)	Si	Pozo y Quema	PN y Cámara	Cuando llena	60	campo
21	no sabe	si, se usa	Quema	PN		100	
22	36000	no	Entierra	PN		50	
23	234000	si, se usa	Entierra	PN	cuando llena	30	campo
24	675000	si, sucio	Entierra	PN con robador que vacía líquido		100	campo
25	72000	si, brocal	Entierra y Quema	PN	cada 5 meses	30	Campo
26	225000	si, tubular, cerrado	Entierra y Quema	PN sin fondo	no se limpia	50	campo
27		Si brocal	Entierra	PN sin fondo	no se limpia	60	
28	90000	si, brocal sin tapa	Quema y traslada	PN, recién hecho		30	campo
29			Quema	PN	no se limpia	50	campo
29						100	
29						100	

APENDICE 3 : FERTILIZANTES NITROGENADOS Y CARGA HIDRÁULICA POR RIEGO							
		FERTILIZANTES			N g/m2 anual		
ID	Area intens (m cuad)	Usa?	Fórmula	Frecuenc anual	Dosis anual g/M2		Area? (M 2)
1	2344	Si	urea, 19-19-19	12	13,2 26,4	6 5	2344
2	2320	Si	Superfosfato	9	270	0	2320
3	1600	Si	15-15-15	6	2500	375	1600
4	1600	Si	18-18-18	48	2		1600
5	5000	si	7-40-40	6	600		5000
6	1800	Si	19-19-19	3	250		1800
7	1260	Si	15-15-15				250
8	2000	Si	15-15-15 20-40 7-40 Calcáreo	1	400 400 400 400		2000
9	1120						
10	40000	si	Calcáreo Triple 15 18 40 0	Hace 3 Hace 2 Hace 1	50 75 120		40000
11	70000	si	KCl Sulfato de Amonio Urea Superfosfato	cada 2 años	30 a 50 todos		70000
12	70000	si	urea	Anual inviern	18		70000
13		Si	Nitrato Urea 15-15-10 Fosforita Calcáreo Superfosfato	Tabaco anual.Año por medio pastura	20 15 30 50 100 15		25000 25000 25000 20000 20000 20000
14		Si	Base de Tabaco superfosfato	1	20 20		15000 30000
15		Si	18-46-46 urea	cada 2 Anual	10 5		100000 50000
16		Si	Fosfato NH 4 Urea	Maíz siembr Avena/ 1 cort	12 7		70000 200000
17		Si	Urea 15-15-15 Fert.MP Tabaco	Avena en 2 v Tabaco fraccionado	10 3		23 3 5

	ABONO	ORGÁNICO						
ID	Usa?	K/m2	N estimado g /m2/año	Area (m2)	Compost o Fresco?	Hace Rotación?	Antigüedad	Q riego anual l/m2
1	Si	10	170	2344	Da igual	No	38	2901
2	Si	no sabe		2320	Compostado	No	16	14726
3	Si	0,015		1600	compostado	No		3179
4	Si	no sabe		1600	Fresco	No	3	864
5	Si	5	85	5000	compostado	No	6	900
6	Si	7,5	127,5	1800	compostado	No	6	10800
7	Si	28	476	1260	fresco	No	8	2229
8	Si	30	510	2000	Fresco	No	8	3690
9	Si					no		
10	Si	2		60 frutales	fresco	no	8	6
11	Si	escaso y reparte		7	compostado	No	25	3
12	Si	0,4		50000	fresco	No	13	10
13	Si	no sabe		10000	compostado	/ 3 años	20	155
14	Si				Fresco	/2 años Tabaco	25	
15	no						47	
16	no						15	
17	no					/3 años		

APENDICE 3 : FERTILIZANTES NITROGENADOS Y CARGA HIDRÁULICA POR RIEGO							
		FERTILIZANTES			N g/m2 anual		
ID	Area intens (m cuad)	Usa?	Fórmula	Frecuenc anual	Dosis anual g/M2		Area? (M 2)
18		si	Nitrato de amonio Nitrato de amonio Nitrato y triple 15	Al preparar Al preparar Fraccionado en cultivo	12 12 75		2 10 3
19		si	Urea Fosfato de amonio	anual	6,3 5		80000
20		si	Urea Los de Tabaco	anual	10		2
21		si	18-46-46 Urea 18-18-18	cada 2 años 2 veces/ año anual	20 10 15		30000 20000 50000
22		Si	7-40 Urea Urea 7-40	Anual Anual Anual Anual	15 15		100000 100000
23		si	0-23-21 urea 10-18-20 19-19-19	0,5 1 1 1	5 10 a 15 70 81		20000 35000 10000 10000
24		si	Tabaco	anual	en resumen		17000 13000
25		si	De base Fosfato amonio 15-15-15		Tabaco		24000
26		si	No recuerda				
27		Si	10-18-20 34-0-0 15-03-15	Post Transplante	39,6 39,6 30		23000
28		si	Plan MP Burley				27000
29		si	18-18-18 0-52-54 Nitrato Calcio	Periodos de mayor demanda de plantas en el ciclo			10000

	ABONO	ORGÁNICO						
ID	Usa?	K/m2	N estimado g /m2/año	Area (m2)	Compost o Fresco?	Hace Rotación?	Antigüedad	Q riego anual l/m2
18						/ 2 o 3 años	33	
19	no					No	30	
20	Si	5		200	compostado	si	30	
21	no						32	
22	no						32	
23	Si				Fresco	anual	30	
24	Si				compostado	/2 años	14	
25	no					/ 3 años	26	491
26	Si			3000	compostado	Hort no Tabaco si	8	267
27	Si	10		500	compostado	/ 3 años	23	360
28	Si	4		220	compostado	/ 3 años	12	
29	no					No	9	1440

ANEXO: RECOMENDACIONES TÉCNICAS EMPRESA MONTE PAZ, AÑO 2008

TRATAMIENTOS FUNGUICIDAS (en almácigos)

Producto	Indicación	Dosis	Época de Aplicación	Forma de Aplicación
Rovral	- Alternaria - Mal de Almácigos (mela)	Muda Chica 2,5 gr./10 lt. agua. Muda grande 5gr./10 lt. agua.	Iniciar con mudas con 3 pares de hojas. Repetir c/10 días	Usar regadera Muda chica: 2 Muda Grande: 3 por cantero.
Mancozeb	Antracnosis Moho azul	Al 0,15 % o sea 75 gr. cada 50lts. de agua	Iniciar con mudas con 2 pares de hojas. Repetir c/7 días	Pulverizar el follaje.
Ridomil MZ	Mal de Almácigos	Al 0,25 % o sea 125 grs. cada 50lts. de agua	Iniciar con mudas <u>al nacimiento</u> . Repetir a los 7 días.	Aplicar con regadera
Fitomicina	Mancha angular u otras Bacteriosis	20 a 40 grs. c/100 lts. de agua.	Con la aparición de los primeros síntomas.	Pulverizar en rotación con Oxidocloruro de Cobre.
Previcur N Protec 722	Mal de Almácigos	250 grs. o cc/100 lts. de agua	Iniciar c/mudas con 2 pares de hojas. Repetir cada 14 días.	Aplicar con regadera 2 a 3 lt /mt ²
(Cuproux-50 Oxido Cuproso	Erwinia	10grs/10 lts de agua por cantero	Luego de la poda	Pulverizar el follaje a punto se goteo

FERTILIZACIÓN:

Manejo del N : Cuidar la cantidad de N a aplicar en los suelos que se prevé una capacidad de suministro de N significativa por mecanismos naturales de nitrificación .

Estos casos suceden en aquellos suelos que provienen de campo natural o retornos largos con buena regeneración del tapiz.

A veces el problema se ve agravado en texturas más pesadas, o en suelos que han recibido importantes deyecciones animales.

También prever los casos que vienen de rotaciones de Lupinus y/o Crotoaria o gramíneas invernales con fertilización nitrogenada.

a) Roturación de campo natural

Bajar el poder de mineralización del suelo con cultivos tipo maíz, por 1 o 2 años.

Recomendación : No plantar tabaco.

b) Roturación de campo de texturas arenosas y medias, que vengan de rotaciones largas con lupinus o crotoaria

En cualquier caso en que al Instructor se le planteen dudas para la decisión, debe concurrir a la chacra a estudiar el suelo y averiguar en detalle la historia de uso.

Observar el tapiz, y en caso de que se decida plantar, ajustar de acuerdo a la evolución del cultivo, el 15-00-15 de side-dressing y reposición.

Fósforo –

Teniendo en cuenta la historia de la parcela y el análisis de suelo, se usarán 5 dosis de acuerdo al nivel de **Fósforo (P)** disponible en el suelo.

Chacras viejas (altas en **P**) .. 72 unidades.

Las fuentes de **P** provienen del 10-18-20 (400 Kg./Há.) y para el caso de chacras nuevas o bajas en **P**, también del Superfosfato que se echó anteriormente.

Análisis de suelo :

1 -	5 ppm =	400 Kg./Há. de Superfosfato
6 -	10 ppm =	300 Kg./Há. de Superfosfato
11 -	15 ppm =	200 Kg./Há. de Superfosfato
16 -	20 ppm =	100 Kg./Há. de Superfosfato
>	21ppm =	no echar Superfosfato

Potasio –

Las dosis basales oscilarán entre 95 y 125 unidades de acuerdo a la dosis de side-dressing. Las fuentes de **K** son:

10-18-20	400	Kg./Há.
15-00-15	100 – 300	Kg./Há.

CUADRO FERTILIZACIÓN VIRGINIA - RIVERA

<u>MOMENTO</u>	<u>TIPO</u>	<u>CANTIDAD</u>		<u>INCORPORACIÓN</u>
		<u>Kg./Há.</u>	<u>Grs./planta</u>	
Semana pre-trasplante	Superfosfato	0 – 400	--	Enterrado con arado /disquera
Al hacer el camellón antes del trasplante	10-18-20	400	--	En una franja de 30 cm. Por debajo del camellón (4,4 Kgs./100 mt.)
21 días post-trasplante 3ra.semana	34-0-0	50 100	2,70 5,50	A chorrillo a ambos costados y a 15-20 cm. de la planta.
35 días post-trasplante 5ta.semana	15-0-15	150 200	8,25 13,75	A chorrillo a ambos costados y a 25-30 cm. de la planta.
Dosis Total :		N	P₂O₅	K₂O
		79-104	72	102-110

CUADRO RESUMEN FERTILIZACIÓN BURLEY

1 Semana pre-trasplante **Enterrado con arado / disquera**

Superfosfato 0-400 Kgs./Há.

Base al hacer el camellón :

Fertilizante 10-18-20 500 Kgs./Há. 50 90 100

Side-Dressing :

3ª Semana **Fertilizante 34-0-0 200 Kgs./Há. 68 --- ---**

5ª Semana **Fertilizante 15-03-15 350 Kgs./Há. 52,5 10,5 52,5**

7ª Semana **Fertilizante 34-0-0 200 Kgs./Há. 68 10,5 ---**

TOTALES : 238,5 10,5 152,5

A tener en cuenta :

En suelos arenosos profundos o pobres, deberá sembrarse Crotolaria como abono verde y aumentar un 10 % el N.

6) TRATAMIENTOS SANITARIOS

6.1) Tratamiento de suelo Nematicida :

RIVERA -

Etoprop 10 G - zona de bajo riesgo: no aplicar
zona de alto riesgo : 20 kgs.

Las dosis de aplicación de FENAMIFOS AGM 10 G se especificarán en cada caso particular, considerando las determinaciones de nivel de infección de cada chacra y/o parcela así como su evolución en las zafra anteriores.

La aplicación se realizará en banda (40 a 50 cmts. de ancho), al confeccionar el camellón antes del trasplante.

En aquellos suelos que presenten índice severo (S) de infestación por nematodos será imprescindible combinar los métodos de control a saber:

- ✓ rotación con crotolaria spectabilis
- ✓ Variedades con la mayor resistencia a nematodos
- ✓ Fecha de plantación temprana
- ✓ El mejor nematicida a la mayor dosis

PLAN ESPECÍFICO PARA CULTIVOS BURLEY

<u>Trasplante</u> :	DIAZINON	2,5 lt./Há. (900 lts. agua) 280 cc. cada 100 lts.
<u>1er. Tratamiento</u> : - 10 días -	DELPHINE	125 cc./Há. (250 lts. agua) 50 cc. cada 100 lts
<u>2do. Tratamiento</u> : - 24 días -	IMIDATEC	0,200 lt./Há. (400 lts. agua) 50 cc. cada 100 lts.
<u>3er. Tratamiento</u> : - 48 días -	SEVIN FLO	2 lts./Há. (800 lts. agua) 250 cc. cada 100 lts.