



**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO**

**EVOLUCIÓN DE LAS TRANSFORMACIONES PRODUCTIVAS EN LAS UNIDADES  
AGROECOLÓGICAS DE LA CUENCA DEL RÍO QUEQUÉN GRANDE Y SUS  
IMPLICANCIAS AMBIENTALES**

**PATRICIA VAZQUEZ**

**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE DOCTOR EN CIENCIAS AGRARIAS**

**DIRECTORA: MÓNICA SACIDO**

**AÑO: 2013**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

## **EVOLUCIÓN DE LAS TRANSFORMACIONES PRODUCTIVAS EN LAS UNIDADES AGROECOLÓGICAS DE LA CUENCA DEL RÍO QUEQUÉN GRANDE Y SUS IMPLICANCIAS AMBIENTALES**

**PATRICIA VAZQUEZ**

**MAGISTER EN TELEDETECCIÓN Y SIG**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DE LA  
PROVINCIA DE BUENOS AIRES**

Esta tesis es presentada como parte de los requisitos para optar al grado académico de Doctor en Ciencias Agrarias, en la Universidad Nacional de Rosario, y no ha sido previamente presentada para la obtención de otro título en ésta u otra Universidad. La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en la Cuenca del río Grande Quequén, durante el período comprendido entre 2010-2013, bajo la dirección de la Dra. Mónica Sacido.

Nombre y firma del Doctorando:

Nombre y firma del Director:

Defendida: \_\_\_\_\_, 20\_\_.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

## AGRADECIMENTOS

Agradezco profundamente a mi directora de tesis Dra. Mónica Sacido por su apoyo incondicional, por la orientación, la motivación y la ayuda recibida a lo largo de estos años.

Agradezco a mi gran amiga, Dra. Laura Zulaica, por toda la compañía durante el desarrollo de mi doctorado, y por todos los proyectos y trabajos que hemos realizado juntas, pero sobre todo su buena predisposición en todo momento a la hora de trabajar.

Agradezco profundamente a mis padres, Isidro Vazquez y Susana Gogorza, como así también a mi hermana, Julieta Vazquez; por su importante ayuda y compañía para poder realizar los cursos de posgrado y viajes a Rosario, además de entrevistas en la cuenca, Congresos, etc., y sobre todas las cosas por el gran cuidado y amor incondicional hacia Martiniano.

Agradezco de la misma manera a mis amigas y sus familias, por toda la ayuda, compañía y cariño que le brindaron a mi hijo Martiniano los días en los que viajaba.

Agradezco a la Escuela de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, por hacer posible que haya podido realizar este Doctorado de gran interés para mi formación profesional. Principalmente, agradezco al Director del posgrado, Dr. Pablo Ortiz y Dra. Juliana Stein.

Agradezco mucho los aportes realizados por los jurados de tesis, Dr. Sergio Montico, Dr. Ernesto Viglizzo y Dr. José Manuel Cisneros.

También agradezco a la Secretaria de Posgrado por su generosa atención en todo momento, principalmente a Micaela Caballero y Brenda Mereles.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
[www.fcarg.unr.edu.ar](http://www.fcarg.unr.edu.ar)  
[agro@unr.edu.ar](mailto:agro@unr.edu.ar)

## **DEDICATORIA**

Especialmente le dedico esta Tesis de Doctorado a mi hijo Martiniano, que es la gran bendición de mi vida.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

## PUBLICACIONES Y PRESENTACIONES A CONGRESOS:

### Revistas

1. Vazquez, P.; Sacido, M. y Zulaica, L. 2013. Indicadores de sustentabilidad en las unidades agroecológicas de la Cuenca del río Quequén Grande (Argentina). Revista Campo y Territorio (en prensa).
2. Vazquez, P.; Sacido, M. y Zulaica, L. 2013. Zonificación Agroecológica de la Cuenca del río Quequén Grande Provincia de Buenos Aires, Argentina). Revista Electrónica Geoaraguaia, Universidad de Federal de Mato Grosso, Vol. 3, N° 2, p. 26-45.
3. Vazquez, P.; Sacido, M. y Zulaica, L. 2012. Transformaciones agroproductivas e indicadores de sustentabilidad en la Cuenca del río Quequén Grande (Provincia de Buenos Aires, Argentina) durante los períodos 1988-1998 Y 1998-2008. Revista Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada, n. 50, p. 88-119.
4. Vazquez, P.; Sacido, M. y Zulaica, L. 2012. Técnicas de análisis para el ordenamiento territorial de cuencas agropecuarias: Aplicaciones en la Pampa Austral, Argentina. Scripta Nova. Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona. ISSN: 1138-9788. Vol. XVI, núm. 392. <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-392.htm>.
5. Vazquez, P. y Zulaica, L. 2011. Aplicación de sensores remotos al estudio de los cambios en el uso de la tierra y su incidencia sobre el hábitat, en la cuenca del río Quequén Grande (Provincia Buenos Aires, Argentina). Revista Geografía en Cuestión. ISSN 2178-0234. Vol.4., Nro. 02. pág. 270-289.
6. Vazquez, P. y Zulaica, L. 2011. Cambios agroproductivos y problemas ambientales en la Cuenca del río Quequén Grande (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Revista Geografía, publicada pela Associação de Geografia Teórica. ISSN 0100-7912. Río Claro, v. 36, n. 2, p. 283-296. <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/5128/>

0



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

## Capítulos de libros

1. Vazquez P. y Zulaica L. 2010. Análisis comparativo de los cambios en el uso del tierra (1988-2008) por ambientes geomorfológicos en la Cuenca del río Grande Quequén (provincia de Buenos Aires) mediante sensores remotos. En: M. E. Carbone, W. D. Melo, G. R. Ángeles (Ed.). Tecnologías de Información Geográficas del Sur Argentino. Capítulo 2: 15-31. ISBN: 978-987-1648-09-2. Con referato.

## Congresos y Jornadas

1. Vazquez P. y Zulaica L. 2014. Unidades Agroecológicas de la Cuenca del río Quequén Grande (provincia de Buenos Aires, Argentina). X Jornadas Nacionales de Geografía Física. Malargüe, Mendoza, 27 al 29 de marzo de 2014 (aceptado).
2. Vazquez P., Sacido M. y Zulaica L. 2013. Evolución del proceso de agriculturización en las Unidades Ecológicas de la Cuenca del río Quequén Grande (1988-2008). IV Jornadas – I Congreso Argentino de Ecología de Paisajes (CAEP). Asociación de Ecología de Paisajes (ASADEP) 28 al 30 de mayo. Buenos Aires.
3. Vazquez P., Mónica Sacido y Zulaica L. 2012. Caracterización y evolución de las unidades agroecológicas en la Cuenca del río Quequén Grande (Provincia de Buenos Aires. Argentina). 6to Coloquio Geográfico sobre América Latina. "Las nuevas configuraciones territoriales latinoamericanas desde una perspectiva geográfica." 168p. Paraná, 14 al 17 de marzo de 2012.
4. Vazquez P., Sacido M. y Zulaica L. 2012. Problemáticas ecológicas del proceso de agriculturización en la Cuenca del río Quequén Grande (período 1988-2008). IX Jornadas Nacionales de Geografía física Bahía Blanca, 19 al 21 de abril de 2012, 33-42pp. ISBN 978-987-1648-32-0.  
<https://redargentinadegeografiafisica.files.wordpress.com/2012/05/04-vazquez-sacido-problematica.pdf>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

5. Vazquez P., Mónica Sacido y Zulaica L. 2011. Expansión e intensificación agrícola y evaluación del riesgo de contaminación por agroquímicos en la Cuenca del río Quequén Grande, entre 1988 y 2008. III Jornadas Argentinas de Ecología de Paisajes (JAEP). San Carlos de Bariloche. Argentina. 4 y 6 de mayo. 44p.
6. Vazquez P., Mónica Sacido y Zulaica L. 2011. Evolución de las transformaciones agroproductivas y consecuencias sobre la flora nativa en la Cuenca del río Grande Quequén (Provincia de Buenos Aires) en los períodos 1988-1998 y 1998-2008. En Actas I Congreso Nacional de Tecnologías de Información Geográficas. IV Reunión de usuarios de Tecnologías de Información Geográficas del NEA. pp. 468-478. ISBN 978-950-656-136-9. Resistencia. Chaco. 14 al 15 de abril. Con referato.
7. Vazquez P., Mónica Sacido y Zulaica L. 2011. Sensibilidad agroecológica y evolución del uso de la tierra en la Cuenca del río Quequén Grande (provincia de Buenos Aires). En Actas VIII Jornadas Patagónicas de Geografía. Organización espacial y social: desafíos de la Geografía actual. Comodoro Rivadavia. Chubut. 13 al 16 de abril. Con referato. <http://es.scribd.com/doc/40933658/Jornadas-Patagonicas-de-Geografia-2011-1>
8. Vazquez P., Zulaica L. (ex aequo) and Sacido M. 2011. Substitution of nativa grassland the Basin of the Quequén Grande river (Buenos Aires Province, Argentina) during the period 1998-2008. En Actas IX International Rangeland Congress. Diverse Rangelands for a Sustainable Society. Rosario. Argentina. 2-8 april de 2011. p. 172.
9. Vazquez P., Sacido M. (ex aequo) and Zulaica L. 2011. Effect of floods and droughts in natural grassland of a basin of southern Pampa (Argentina) and its incidence in agroproductive changes. En Actas IX International Rangeland Congress. Diverse Rangelands for a Sustainable Society. Rosario. Argentina. 2-8 april. p. 173.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

## INDICE

Resumen	XIV
Abstract	XVI
Capítulo 1. Introducción	1
Presentación del problema	2
1. Antecedentes	3
2. Marco Teórico	4
2.1 Zonificación Agroecológica (ZAE)	6
2.2 Teledetección	7
2.3 Sistemas de Información Geográfica (SIG)	7
2.4 Indicadores de sustentabilidad	8
2.5 Gestión ambiental y ordenamiento territorial	8
3. Problema de investigación	10
4. Preguntas de investigación	11
5. Hipótesis	11
Capítulo 2. Objetivos	12
Objetivo General	13
Objetivos Específicos	13
Capítulo 3. Materiales y Métodos	14
Área de estudio	15
Unidades Ecológicas (UEc)	19
Superficies ocupadas por los distintos usos de suelo en las unidades ecológicas (UEc)	18
Unidades de Agriculturización (UAg)	26
Unidades Agroecológicas (UAE)	27
Indicadores de sustentabilidad	27
1. Riesgo de contaminación por plaguicidas (RCP)	28
2. Riesgo de intervención de hábitat (RIH)	32
3. Impactos sobre el ecosistema (ISE)	34
Capítulo 4. Resultados	37



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

Definición de las Unidades Ecológicas (UEc)	38
Clasificación de imágenes satelitales para definir usos del suelo en cada año seleccionado (1988-1998-2008)	41
Definición de las Unidades de Agriculturización (UAg)	46
Definición de las Unidades Agroecológicas (UAE)	49
Cálculo y análisis de los indicadores de sustentabilidad	51
1. Riesgo de contaminación por plaguicidas (RCP)	51
2. Riesgo de intervención de hábitat (RIH)	55
3. Impactos sobre el ecosistema (ISE)	57
Indicadores de sustentabilidad por unidades agroecológicas (UAE)	58
Capítulo 5. Discusión	63
Zonificación agroecológica de la Cuenca del río Quequén Grande (CrQG)	64
Unidades Ecológicas (UEc)	64
Unidades de Agriculturización (UAg)	68
Unidades Agroecológicas (UAE)	70
Indicadores de sustentabilidad y su evolución en las UAE	76
1. Riesgo de contaminación por plaguicidas (RCP)	76
2. Riesgo de intervención de hábitat (RIH)	80
3. Impactos sobre el ecosistema (ISE)	83
4. Análisis de los tres indicadores por UAE	85
Propuestas tendientes al ordenamiento territorial de la CrQG	86
Capítulo 6. Conclusiones	93
Bibliografía	97
Anexos	125



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

## TABLAS

Tabla 1. Imágenes Landsat TM utilizadas para la realización de los mosaicos correspondientes a la CrQG en los períodos 1988, 1998 y 2008	20
Tabla 2. Unidades Ecológicas en la Cuenca del río Quequén Grande	38
Tabla 3. Superficies ocupadas por los distintos usos de la tierra en las unidades ecológicas	40
Tabla 4. Porcentajes de incremento o decrecimiento del uso agrícola	46
Tabla 5. Principales Plaguicidas empleados en 1988 en la CrQG, características, cantidades aplicadas y superficies en las que se utilizan	51
Tabla 6. Principales Plaguicidas empleados en 1998 en la CrQG, características, cantidades aplicadas y superficies en las que se utilizan	52
Tabla 7. Principales Plaguicidas empleados en 2008 en la CrQG, características, cantidades aplicadas y superficies en las que se utilizan	53
Tabla 8. Cuenca del río Quequén Grande: Riesgo de Intervención de Hábitat en 1988, 1998 y 2008	54
Tabla 9. Indicador de Impactos sobre el Ecosistema en la Cuenca del río Quequén en los años 1988, 1998 y 2008	56
Tabla I. Anexo. Salidas de campo por Unidades Agroecológicas (UAE)	125
Tabla II. Anexo. Fotos del río Grande Quequén en su tramo superior, medio e inferior,	128



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

## FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio	16
Figura 2. Características físicas de la cuenca y principales unidades ecológicas que las componen	17
Figura 3. Metodología del procesamiento aplicado	25
Figura 3. Unidades Ecológicas en la Cuenca del río Quequén Grande	37
Figura 4. Usos de la tierra en la Cuenca del río Quequén Grande, por Unidades Ecológicas (1988)	41
Figura 5. Usos de la tierra en la Cuenca del río Quequén Grande, por Unidades Ecológicas (1998)	42
Figura 8. Unidades de Agriculturización del primer período (1988-1998)	47
Figura 9. Unidades de Agriculturización del segundo período (1998-2008)	48
Figura 10. Unidades Agroecológicas de la Cuenca del río Quequén Grande	49
Figura 1. Anexos. Modelo de elevación del terreno de la Cuenca del río Quequén Grande	134
Figura 2. Anexos. Imagen de la ciudad de Benito Juárez y alrededores (UAE6).	135
Figura 3. Anexos. Imagen del trayecto desde la ciudad de Benito Juárez hacia Tandil (UAE6, UAE2 y UAE1).	136
Figura 4. Anexos. Imagen de la ciudad de Lobería y alrededores (UAE4)	137
Figura 5. Anexos. Imagen de la ciudad de Necochea y alrededores (UAE4).	138
Figura 6. Partido de San Cayetano (lagunas) y río Quequén Grande (UAE3)	
Figura 7. Partido de Lobería (UAE5)	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

## GRÁFICOS

**Gráfico 1.** Indicadores de sustentabilidad (RCP, RIH e ISE): 57  
 valores obtenidos para la Cuenca (CrQG) en los años  
 seleccionados (1988, 1998 y 2008).

---

**Gráfico 2.** Indicador de sustentabilidad, RCP: valores obtenidos 58  
 para las distintas unidades agroecológicas (UAE) en los años  
 seleccionados (1988, 1998 y 2008).

---

**Gráfico 3.** Indicador de sustentabilidad, RIH: valores obtenidos 58  
 para las distintas unidades agroecológicas (UAE) en los años  
 seleccionados (1988, 1998 y 2008).

---

**Gráfico 4.** Indicador de sustentabilidad, RIH: valores obtenidos 59  
 para las distintas unidades agroecológicas (UAE) en los años  
 seleccionados (1988, 1998 y 2008).

---



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

## ABREBIATURAS Y SIMBOLOS

CrQG	Cuenca del río Quequén Grande
ZAE	Zonificación Agroecológica
UEc	Unidad Ecológica
UAg	Unidad de Agriculturización
Agpp	Unidad de agriculturización del primer período
Agsp	Unidad de agriculturización del segundo período
pp	Primer período
sp	Segundo período
UAE	Unidad Agroecológica
RCP	Riesgo de contaminación por plaguicidas
RPIH	Indicador de riesgo parcial de intervención del hábitat
RIH	Riesgo de intervención de hábitat.
ISE	Impactos sobre el ecosistema.
FAO	Food and agriculture organization of the united nations
SAGyP	Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
DL 50	Dosis letal media de los principales plaguicidas utilizados, que determina la toxicidad de los compuestos
Ksp	Solubilidad en agua de los principales plaguicidas utilizados
R	Expresa la permeabilidad del suelo en las capas superficiales
Koc	Coeficientes de adsorción de los compuestos por la fase orgánica del suelo
T $\frac{1}{2}$	Vida media de los productos utilizados
C	Cantidad de producto aplicada por unidad de superficie.
S	Superficie total en la cual se aplica el producto (en este caso, corresponde a las áreas agrícolas de la cuenca)
RPIH	Indicador de riesgo parcial de intervención del hábitat
Ce	Coeficiente relativo a la cantidad de especies
Or	Coeficiente referido al origen
Pe	Coeficiente de periodicidad



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

Oev	Coeficiente de organización de estratos verticales
Osv	Coeficiente de estratos subverticales
RIH	Indicador de riesgo de intervención del hábitat
cpSupAc	Coeficiente de ponderación que indica la proporción de la superficie de la cuenca ocupada por la actividad
RPIH	Indicador de riesgo de intervención del hábitat
P	Proporción del uso del suelo destinado a la agricultura, sobre el total de la cuenca
BPA	Buenas Prácticas Agrícolas
ROIs	Región de Interés
OT	Ordenamiento Territorial



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

## RESUMEN<sup>1</sup>

La Región Pampeana Austral Argentina, manifiesta una fuerte tendencia a la expansión e intensificación agrícola. Este trabajo analiza las transformaciones agroproductivas y ambientales entre 1988 y 2008 en la Cuenca del río Quequén Grande (CrQG) a través de indicadores de sustentabilidad.

La Zonificación Agroecológica (ZAE) de la cuenca, permitió diferenciar seis Unidades Agroecológicas (UAE) a partir de la integración de Unidades Ecológicas (UEc) y Unidades de Agriculturización (UAg). La UAE1, de Sierras y elevaciones del Sistema de Tandilia, presentó baja a nula agriculturización entre 1988-1998, mientras que entre 1998-2008, dicho proceso fue muy alto. La UAE2, de lomas que bordean los paisajes serranos del sistema de Tandilia, mostró baja o nula agriculturización en el primer período, mientras que en el segundo fue alto. La UAE3, de lomas planas recortadas por numerosas vías de escurrimiento, en el primer período manifestó un muy alto proceso de agriculturización y en el segundo período el resultado es medio. La UAE4, de lomas muy amplias onduladas a planas, presentó un proceso de agriculturización muy alto en el primer período, mientras que en segundo por el contrario el proceso disminuyó a bajo o nulo. La UAE5, de planicies bajas y planas a suavemente onduladas, el proceso es medio en el primer período y bajo o nulo en el segundo. Por último, la UAE6, de planicies aluviales bajas a inundables, presentó un proceso de alta agriculturización en el primer período, y bajo a nulo en el segundo.

Ahora bien, se observó que los valores más elevados de agriculturización, entre 1988-1998, se generaron en las UAE3 y UAE6, mientras que en el segundo período lo hicieron sobre la UAE1.

El indicador de riesgo de contaminación por plaguicidas (RCP), aumentó 94,98%, entre 1988-1998, mientras que entre 1998-2008, fue de 43,31%. Con respecto al indicador de riesgo de intervención del hábitat (RIH) entre 1988-1998 se incrementó en un 6,9%, mientras que en el período 1998-2008 aumentó un 4,4%. Por último, el indicador de impacto sobre el ecosistema (ISE) reveló en el primer período seleccionado, un ascenso de 56,8%; y para el segundo período un 29,3%. El

---

<sup>1</sup> Nota para mayor comprensión del jurado, por reglamento el resumen puede tener un máximo de dos hojas.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

incremento en el RCP, RIH e ISE para ambos períodos seleccionados, se correlaciona con el aumento de la agricultura en desmedro de la ganadería, las áreas agrícolas se acrecentaron un 26,1% entre 1988 y 1998, y crecieron en menor proporción (10,7%) entre 1998 y 2008. El aumento produjo una reducción del 26,2% y 13,7% de las áreas con pastizales y pasturas, respectivamente. La agricultura en el segundo período se incrementó en menor superficie que en el primer período, intensificándose con el doble cultivo (gramíneas/soja). En ambos períodos, el crecimiento de la agricultura sobre las UAE se dió de manera totalmente diferenciada.

Ahora bien, con respecto a los indicadores, el RCP aumentó en el primer período donde presentó los valores más críticos sobre la UAE1 y UAE6, mientras que en el segundo período lo hizo sobre la UAE1; el RIH sin embargo, en el primer período los valores críticos se dieron sobre la UAE1, y en segundo período sobre todas las unidades (excepto la UAE2 que presentó valores relativamente menores de incremento); en tanto que el ISE, mostró valores críticos en la UAE1 en ambos períodos.

Los resultados obtenidos, permiten afirmar que los valores críticos de los indicadores están mayormente focalizados en la UAE1, la misma está caracterizada como vulnerable en el proceso de agriculturización, debido a que se hayan localizadas las cabeceras de cuencas (tal como las nacientes del río Quequén Grande) las cuales son indispensables conservar; y además es complejo aplicar prácticas agrícolas conservacionistas, ya que corresponde a áreas de pendientes medias y bajas del sistema (*Hapludoles líticos*), los cuales presentan una delgada cubierta de depósitos eólicos sobre la roca, exhibiendo condiciones de escasa profundidad; y también los mayores valores críticos se presentan en la UAE6, caracterizada por suelos anegadizos, se haya limitada sobre todo en las zonas más bajas, consideradas como superficies llanas con excesiva humedad, que sufren frecuentes inundaciones por cursos de agua de tipo temporarios.

Se concluye que la caracterización de UAE, facilita el diagnóstico de la CrQG fundamental para aportar a la sustentabilidad agroproductiva de la misma, formulando finalmente propuestas y futuras líneas de investigaciones, con la finalidad de aportar a la implementación de un plan de ordenamiento territorial.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

## ABSTRACT<sup>2</sup>

### EVOLUTION OF PRODUCTIVE TRANSFORMATIONS IN AGRO-ECOLOGICAL UNITS OF THE QUEQUÉN GRANDE RIVER BASIN AND ITS ENVIRONMENTAL IMPLICATIONS

The Agro-Ecological Zoning (AEZ) of the Basin allowed differentiating six Agroecological Units (AEU) from the integration of Ecological Units (EcU) and Agriculturization Units (AgU). AEU1, composed by Hills and elevations of the Tandilia System presented low to nil agriculturization between 1988 and 1998, whereas between 1998 and 2008, the process was very high. AEU2, composed by hillocks that border the Tandilia System hilly landscapes, showed little or no agriculturization in the first period, while the second period was high. AEU3, composed by flat hillocks cut by numerous runoff routes, manifested in the first period a very high agriculturization process and in the second period the result is medium. AEU4, composed by very large undulating to flat hillocks, presented a very high agriculturization process in the first period, while in the second, the process decreased to low or zero. AEU5, composed by low and flat to gently undulating plains, the process is medium in the first period and low or zero in the second. Finally, AEU6, composed by low to flood floodplains, presented a high agriculturization process in the first period, and low to none in the second.

It was observed that the pesticide contamination risk indicator (PCR) increased between 1988 and 1998 by 94.98%, whereas between 1998 and 2008, it was by 43.31%. Moreover, the habitat intervention risk indicator (HIR) between 1988 and 1998 increased by 6.34%, while in the 1998-2008 period, it increased by 4.42%. Finally, the impact indicator on the ecosystem (IOE) revealed that during the first selected period (1988-1998), there was a 56,80% increase, and for the second period (1998-2008) an 29,20% increase.

The indicators presented higher values in the AEU of Hills and Tandilia System elevations (AEU1) y then in the low and flat to gently undulating plains (AEU6).

<sup>2</sup> Nota para mayor comprensión del jurado, por reglamento el ABSTRACT puede tener hasta 400 palabras.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
[www.fcarg.unr.edu.ar](http://www.fcarg.unr.edu.ar)  
[agro@unr.edu.ar](mailto:agro@unr.edu.ar)

It is concluded that the AEU characterization facilitates the previous diagnosis of the QGrB, which is essential to tend to its agrop productive sustainability, finally formulating proposals and future research in order to contribute to the implementation of a land-use strategy.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
[www.fcarg.unr.edu.ar](http://www.fcarg.unr.edu.ar)  
[agro@unr.edu.ar](mailto:agro@unr.edu.ar)

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

## PRESENTACION DEL PROBLEMA

El Acuerdo sobre Agricultura de la Organización Mundial del Comercio (OMC) y las Políticas Agrarias de los Estados Unidos y la Unión Europea, juegan un papel central en la globalización agroalimentaria. Según Soler Montiel (2007), a partir de 1995, se produce una acelerada liberación del mercado agrario que alcanzó los objetivos marcados de promover los intercambios comerciales y generar nuevas posibilidades de negocio rentable en los mercados globales; pero a su vez, las reducciones arancelarias dejaron desprotegidos a los países menos industrializados respecto a las importaciones industriales y agrarias subvencionadas. Estos países comprobaron que el acceso al mercado de los principales países continuaba bloqueando, a través de las reformas de las políticas agrarias adaptadas, la nueva retórica de la OMC. La autora continúa diciendo que las posibilidades de desarrollar una Política Agraria Común (PAC) en estos países, se ven fuertemente mermadas por la falta de recursos públicos, las obligaciones de la deuda y las restricciones de la caja de ámbar. Las dificultades para competir supusieron la crisis o bien, la desaparición de numerosas empresas locales y explotaciones familiares, agravando los problemas de balanza de pagos y deuda externa generando círculos viciosos. El caso de la soja en Brasil y en Argentina resulta paradigmático: los grandes agricultores industrializados de estos países, encontraron en la soja un negocio de alta rentabilidad que está contribuyendo a la roturación y deforestación, a la vez que se impone la creciente mecanización y siembra directa, reduciendo fuertemente el empleo (Soler Montiel, 2007). Esta situación por lo tanto, no es ajena a la región pampeana argentina, es por esto que en este estudio se plantea analizar la evolución de la situación agropecuaria a nivel de cuenca, además de observar algunos impactos ambientales a partir de indicadores de sustentabilidad. Finalmente, la elección de la Cuenca del río Quequén Grande (CrQG), para la realización de este estudio residió en: (1) la conveniencia de tomar una cuenca como unidad de análisis en estudios de paisaje; (2) que a nivel de cuenca, es la segunda en importancia en la provincia de Buenos Aires para la economía del país; (3) que a nivel productivo predominan las actividades agropecuarias.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

## 1. ANTECEDENTES

La CrQG, ocupa una superficie de 9944 km<sup>2</sup>, se halla ubicada al SE de la provincia de Buenos Aires en la porción sur de la región pampeana de Argentina, pertenecientes a los partidos de Adolfo Gonzáles Chaves, Benito Juárez, Lobería, Necochea, San Cayetano y Tandil (Vazquez et al., 2010). El mismo se origina en la confluencia de los arroyos: Medio Campo y Yehuinco, en el Partido de Benito Juárez (Suarez García, 1949). Asimismo, trabajos antecedentes muestran que el río que da nombre a la cuenca, nace en el Sistema de Tandilia, el cual define una red hidrográfica de alcance regional, y desemboca en el puerto del núcleo urbano Necochea-Quequén (Kruse, 1993; Kruse et al., 1993; Kruse et al., 1997; Varela y Teruggi, 2001). De acuerdo con Píccolo y Perillo (1997), en general, el ancho del río Quequén es poco variable, de 150 a 200 m aproximadamente, llegando a unos 400 m en la zona portuaria; el caudal medio alcanza unos 11,3 m<sup>3</sup>/s (Sala, 1975). La red de avenamiento de la cuenca se conforma bajo un diseño dendrítico (Campo de Ferreras y Píccolo, 1999; Campo de Ferreras y Píccolo, 2002; Marini y Píccolo, 2005). Los depósitos reflejan la dinámica propia de un ambiente fluvial (Lanzelotti, 2008). La cuenca se compone por una secuencia sedimentaria del Cuaternario - Terciario Superior que constituye un acuífero libre, el pampeano, principal acuífero de la zona y único explotado para todo tipo de usos (Martínez et al., 2004). Teruggi et al. (2004) y Martínez (2007) identifican y describen las seis unidades geomorfológicas de la CrQG. Otros trabajos de la cuenca muestran que la misma manifiesta una tendencia al denominado "proceso de agriculturización" (Silva, 2011; Vazquez, 2011a; Vazquez, 2011b; Vazquez y Zulaica, 2011a,b; Vazquez et al., 2012a,b; Vazquez et al., 2013, entre otros). En este sentido, la generación y adopción de políticas agropecuarias sustentables es una necesidad en el mundo y en particular en la Argentina, cuyo sector agrícola-ganadero presenta un marcado dinamismo en la actualidad (Manuel-Navarrete et al., 2005). El modelo de agriculturización que actualmente opera en gran parte de la región pampeana y extrapampeana, genera en forma implícita impactos sobre el ambiente, por los que se desarrollan estudios y debates en los ámbitos políticos y académicos (Cisneros et al., 2008).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

## 2. MARCO TEÓRICO

El desarrollo económico y social de una región y del país está directamente relacionado con la disponibilidad de sus recursos naturales. Además, toda visión de desarrollo integrado y sostenible a través del tiempo requiere que esos recursos naturales, y especialmente las tierras, mantengan su integridad física y capacidad productiva, en un marco de estabilidad ambiental y social (Cisneros et al., 2008).

En Argentina, desde fines del siglo XIX, el desarrollo económico estuvo fuertemente vinculado con el sector agropecuario (Chiriboga y Plaza, 1993). Lapitz et al., (2004) señalan que los países del Cono Sur avanzan desde 1990 hacia la especialización en la producción de oleaginosas, esta tendencia es dramática en Argentina, donde el área dedicada a oleaginosas aumenta desde la década de 1970 en un 382%. Dicho cambio se caracteriza por un paulatino aumento del doble cultivo cereal-soja en detrimento de la disminución de la actividad ganadera. El crecimiento de la soja, tanto en superficie sembrada como en rendimiento, ha sido permanente desde su introducción en la región pampeana, el cultivo de esta oleaginosa cobró un nuevo salto en Argentina a partir de 1996, con el lanzamiento al mercado de variedades de soja transgénica (en particular de la soja RR resistente al herbicida glifosato) y su asociación con la siembra directa, la cual intensifica la productividad mediante procesos complejos, estas innovaciones, conocidas como "revolución verde" que se basaron en la utilización de insumos externos de agroquímicos (fertilizantes y pesticidas), en la mecanización de las actividades y en el mejoramiento genético de los cultivos, y se lograron mayores índices de producción agrícola en los agroecosistemas<sup>3</sup> (Altieri, 2002). No obstante, esta tecnología generó nuevos problemas (Solbrig, 1999), transformando el sistema de producción tradicional a un fenómeno denominado de "agriculturización<sup>4</sup> permanente", con un espectacular avance del cultivo de soja sobre los demás productos agrícolas y

<sup>3</sup> Los "agroecosistemas" surgen como ambientes modificados, sometidos por el hombre a cambios en sus componentes bióticos y abióticos (Soriano y Aguiar, 1998).

<sup>4</sup> El cual se define como el uso creciente y continuo de las tierras para cultivos agrícolas en lugar de usos ganaderos o mixtos (Manuel-Navarrete et al., 2005).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

ganaderos (Ghersa y Martínez-Ghersa, 1991; Sarandón, 2000; Paruelo et al., 2005; Vitta et al., 2004; Atlas Ambiental de Buenos Aires).

Así, los agroecosistemas pampeanos han sido difusa e intensamente transformados como consecuencia de los procesos agropecuarios. Sus ecosistemas nativos manifiestan un nivel de degradación alto. Por ello, el bioma del pastizal pampeano, y la región ecológica que conforma, acusan la mayor degradación del país (Bertonatti y Corcuera, 2001; Burkart, 1994; FECIC, 1988; Cabrera, 1976; Ghersa, 2005; Ghersa y León, 2001). Además, los agroecosistemas se ven afectados por el uso de agroquímicos y la siembra directa, que han sido parte de los modelos productivos aplicados en la región y, por lo tanto es esperable que hayan impactado sobre algunas de las funciones del agroecosistema. Durante los últimos 50 años, los pesticidas se han convertido en uno de los componentes principales de la agricultura (Pimentel, 1991; Matson et al., 1997; Pimentel et al., 1991; Pimentel, 1992; Matson et al., 1997; Wilson y Tisdell, 2001; Pengue, 2002; Leff, 2004; Hooper et al. 2005; Gligo, 2006; Leff, 2006) y, aunque su uso es considerado económicamente rentable para la mayoría de los sistemas, los efectos secundarios que tienen sobre el ambiente son frecuentemente negativos. Por lo tanto, generan costos que raramente son considerados en los balances para el cálculo de la rentabilidad de la empresa agropecuaria (Pimentel, 1992; Wilson y Tisdell, 2001).

Por lo anterior, es que surge el interés del análisis de la sustentabilidad<sup>5</sup>; de los agroecosistemas, lo cual preocupa a diversos autores (Beets, 1990; Senigagliaesi, 1991; Adrianse, 1993; Baldares et al., 1993; Gutiérrez, 1994; Araya et al., 1995; Alvarado, 1995; Serageldin, 1996; Guzmán, 1997; De Camino y Müller, 1993; Winograd, 1995; Müller, 1996; Müller, 1997; Comerma, 1997; Morello y Matteucci, 1999; Altieri, 1992, 2002; Sarandon y Sarandon, 1993; Smyth y Dumansky, 1995; Solbrig, 1997, 1999; Bockstaller et al., 1997; Tellarini y Caporali, 2000; Altieri y Nicholls, 2000; Reboratti, 2000; Sarandón, 2000, 2002a,b,c; Reza y Parellada, 2001; Gliessman, 2001; Guimarães, 2002; Sevilla-Guzmán, 2002; Astier et al., 2002;

<sup>5</sup> De manera general el desarrollo sustentable, siguiendo una de las definiciones más conocidas acuñada por la Comisión de Brundtland (WCED, 1987), es "aquel que permite satisfacer las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras".



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

Chiappe, 2002; Flores y Sarandón, 2003a, b; Sarandón et al., 2003; Viglizzo et al., 2001a,b, 2002, 2003, 2004, 2006; Gallopín, 2004; Abbona et al., 2007; Frank, 2007; Rasul y Thapa, 2007; Vazquez, 2011a; Vazquez, 2011b; Vazquez y Zulaica, 2011b; Vazquez y Zulaica, 2012; Vazquez et al., 2012b, entre otros).

En principio un aumento de la sustentabilidad de un proceso productivo implicaría una disminución en los impactos que ésta genera al ambiente. Este análisis implica, no sólo realizar una enumeración de los impactos, sino evaluar la intensidad, magnitud, reversibilidad de los mismos (Altieri, 2002; Sevilla-Guzmán, 2000; Sarandón, 2002c; Viglizzo et al., 2003; Solbrig, 1999; Kauffman et al., 1994; Morello y Matteucci, 1999). Para esto existen diferentes herramientas que permiten apreciar las tendencias de la sustentabilidad de los agroecosistemas:

**2.1 Zonificación Agroecológica (ZAE):** es importante definir en este contexto, el proceso de identificación de áreas con características propias, que las diferencian de otras áreas, para esto primeramente se introduce al tema en base a la metodología desarrollada por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) en búsqueda de soluciones a diferentes problemas de evaluación de recursos naturales como base para una agricultura sostenible, denominada como ZAE. Las zonas agroecológicas se definen como aquellas que tienen combinaciones similares de clima y características de suelos y, por tanto, el mismo potencial biofísico en cuanto a la producción agrícola (FAO, 1995; FAO 1997). La zonificación permite así planificar los sistemas de producción más apropiados. En este marco se ubican las investigaciones de zonificación agroecológica que en general se refieren al diseño de metodologías que permiten identificar los usos de tipo agropecuario que causan menos impactos ambientales (FAO, 1996). Éstas se basan en la comparación de los requerimientos ambientales de un determinado uso del suelo con respecto a las características de una determinada región (SSSA, 1995). Existen diversas propuestas de zonificación con diferentes prioridades, sin embargo en ellas prevalecen las condiciones ecológicas, tales como clima, suelo, topografía, entre otros, que permiten definir las unidades con una mayor uniformidad. Estas deben contemplar además la necesidad de considerar el uso actual de la tierra y la necesidad de reservar áreas de



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

preservación, en casos de ecosistemas de especial fragilidad, tales como aquellos con suelos cuya degradación se anticipa en caso de someterse a nuevos sistemas de manejo. Asimismo, debe considerarse la necesidad de áreas de recreación y de áreas de refugio para la fauna y flora y de la preservación de la diversidad genética de plantas o animales, a fin de evitar pérdidas irrecuperables de biodiversidad. Los factores socio-económicos, necesarios para la planificación del uso de la tierra y el análisis de viabilidad económica de los tipos de usos de la tierra propuesta, pueden ser incluidos en diversos grados de agregación y de nivel de detalle de la presencia del hombre y sus actividades sociales y económicas.

**2.2 Teledetección:** La evaluación de las transformaciones regionales requiere de la administración de información de la superficie de la tierra con buena resolución espacial y temporal; dicha información, debe ser sencilla, de fácil acceso y comprensible (Vazquez et al., 2008). Existen varios trabajos que conducen a destacar la importancia de los sensores remotos para el análisis temporal de las transformaciones en los usos del suelo y sus consecuencias (Mather, 1987; Castro, 1997; Alperín et al. 2002; Guerschman et al., 2003; Pontius, et al., 2004; Paruelo et al., 2004, 2005; Baeza et al., 2006; Di Bella et al., 2008; Pérez-Vega et al., 2008; Cisneros et al., 2008; Terán et al., 2010; López Barrera et al., 2010; Vazquez y Zulaica, 2010; Vazquez y Zulaica, 2011a; Vazquez y Zulaica, 2011b; Vazquez y Zulaica, 2012; Vazquez et al., 2012a; Vazquez et al., 2012b; Vazquez y Zulaica, 2013a; Vazquez y Zulaica, 2013b; Vazquez, 2013, entre otros). Partiendo de las premisas anteriores, se considera importante fomentar el uso de información de satélite ya que requiere un mínimo costo y posee gran utilidad para realizar estudios en áreas de relevancia productiva (Vazquez y Rivas, 2009).

**2.3 Sistemas de Información Geográfica (SIG):** La tecnología de los SIG lleva poco más de una década de evolución en nuestro país (Buzai, 1988). En los últimos años, los sistemas de SIG constituyen una herramienta metodológica muy útil y adecuada para el análisis temporal (dinámica de los usos del suelo) y espacial (caracterización según variables descriptivas y explicativas). Existen varios trabajos de cambios en los usos del suelo aplicando SIG (Valenzuela, 1994; Gonzales et al., 2002;



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

Buzai, y Baxendale. 2010; Bosque Sendra y García, 2000; Moreira y Zerda, 2000; Matteuchi, 1998, 2006; Metzger, 2008; Vazquez y Zulaica, 2012; Vazquez y Zulaica, 2014; entre otros). Los mapas desarrollados a través de este sistema permiten obtener un documento cartográfico de gran utilidad para establecer relaciones entre dichas variables y su vinculación con procesos socioeconómicos (Bosque Sendra y Zamora Ludovic, 2002). Las funciones de superposición de distintas capas de información y la consulta condicional, permiten trazar la dinámica temporal del proceso en estudio, definir los diferentes tipos de comportamientos evolutivos, así como establecer la distribución de estos con relación a los diferentes criterios espaciales (Lucioni, 1999).

**2.4 Indicadores de sustentabilidad:** la sustentabilidad de los sistemas vivos puede evaluarse a partir de la medición o monitoreo de una serie de aspectos o variables (Adriaanse, 1993; De Camino y Müller, 1993; Winograd, 1995; Guzmán, 1997; Alvarado, 1995; Müller, 1997; Müller, 1996; Comerma, 1997). La complejidad y multidimensión de la sustentabilidad hacen necesario volcar aspectos de naturaleza compleja en valores claros, objetivos y generales, pero se debe elegir y construir indicadores<sup>6</sup> acordes a cada objetivo perseguido (Sarandón, 2002c). Y son varios los indicadores propuestos para agroecosistemas (Adriaanse, 1993; Guerza et al., 2002; Ferraro et al., 2003; Sarandón et al., 2003; Varsavsky y Fernández Dillon, 2003; Flores y Sarandón, 2003a, b; Frank, 2007; Viglizzo et al., 2003; Viglizzo et al., 2006; Sarandón et al., 2006; Vazquez 2011a; 2011b; entre otros).

**2.5 Gestión ambiental y ordenamiento territorial:** Montico (2004) interpreta que las pautas para el ordenamiento territorial incorporan un proceso de gestión ambiental. De esta manera define al ordenamiento como el conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad en la toma de decisiones relativo a la conservación, defensa o protección y mejora del medio ambiente. Señala que la gestión en una cuenca está orientada a determinar el cómo hacer, a vincular sistemáticamente los criterios naturales, tecnológicos y socioeconómicos, para darle una dimensión espacio temporal a las decisiones que mejor contribuyan a definir las estrategias y políticas de

<sup>6</sup> El concepto de indicador proviene del verbo latino indicare, que significa revelar, señalar. Y aplicado a la sustentabilidad, es el parámetro que proporciona información sobre el estado de la relación sociedad-naturaleza (Rueda, 1999).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

la región. Además, las planificaciones del manejo de cuencas, podrán estructurarse según los programas y proyectos subsumidos en cada una de ellas, respondiendo a objetivos generales y específicos, y enmarcados en la escala de tiempo (corto-mediano-largo plazo) y espacio (grande a chica) que corresponda, según la estrategia de desarrollo elaborada. Este autor propone la determinación de los principales criterios para la ordenación territorial. Entre otras cuestiones, afirma que son cuatro las etapas que comprenden la planificación: 1) el diagnóstico, que representa la interpretación histórica de la realidad y es una explicación acerca de la estructura y funcionamiento sistémico del paisaje antropizado; 2) formulación, que conforma la determinación del plan de ordenamiento y de sus objetivos, principalmente orientado a la resolución de los conflictos ambientales y al establecimiento de las bases para la elaboración de las propuestas de mitigación y contingencia de las acciones no deseadas; 3) ejecución, la cual representa el cumplimiento del plan en calidad, cantidad y tiempo. Depende del compromiso participativo de los sectores involucrados en la cuenca; y 4) evaluación, que debe plantearse en cada fase de la gestión del Plan de Ordenamiento Territorial de la cuenca, y consistente en la detección de aspectos que no se desarrollan según el Plan. Finalmente, es relevante destacar lo planteado por Viglizzo (2004), quien expone que las técnicas para evaluar el grado de riesgo de acuerdo a la vulnerabilidad de los sistemas, con respecto a los impactos ambientales producidos por las prácticas agropecuarias, conllevará al logro de un desarrollo sustentable, en el cual las macro-tendencias mundiales se introducirán poco a poco en la gestión del ambiente y los recursos naturales, donde: a) las presiones sobre los países para que mejoren sus sistemas de gestión ambiental aumentarán en las próximas décadas bajo la forma de sanciones comerciales (barreras arancelarias, boicot comercial, regulaciones orientadas) y premios (apertura de mercados específicos, pago de servicios ambientales, tratamiento comercial preferencial); b) los controles de calidad ambiental en productos y procesos productivos se globalizarán (ejemplo, Normas ISO 14000, códigos EUREP), tendiendo a la aplicación de metodologías de evaluación, códigos de buena práctica y protocolos de producción unificados internacionalmente; c) los sistemas de control de calidad ambiental en productos y procesos productivos se tornarán más rigurosos. Su aceptación por parte



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

de los países será "voluntaria", pero aquellos que no adhieran al sistema o lo dificulten, sufrirán restricciones en el acceso a los mercados mundiales.

### 3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A nivel de paisaje, se puede decir que el conocimiento de la dinámica de los cursos de agua es fundamental para un buen manejo de las actividades agropecuarias y es apropiado el análisis a nivel de la cuenca hidrográfica en conjunto (Lane, 1995; Petts, 1984; Brookes, 1988), porque los ríos cumplen el rol de interconectar los ecosistemas y las distintas unidades de paisaje y determinan el camino de gran parte de sus flujos de entradas y salidas. Es así, que las actividades del hombre y los impactos que ellas generan se integran y concentran, manifestándose en la calidad de sus aguas que son receptoras de los residuos químicos, inorgánicos y orgánicos, y de los sedimentos producto de la erosión.

En este sentido es práctico encarar el análisis regional utilizando la cuenca hidrológica como unidad de investigación, tal como lo planteado por Cisneros et al. (2008), donde expresa que el ordenamiento hidrológico de las cuencas constituye uno de los objetivos, de corto, mediano y largo plazo que básicamente consisten en minimizar la erosión, controlar procesos de inundación, de contaminación, o recuperar productividad y funciones de los ecosistemas, entre otros.

A partir de lo mencionado anteriormente, es que en esta tesis se plantea aportar al conocimiento de las transformaciones agroproductivas y ambientales en la Cuenca del río Grande Quequén (CrGQ), en dos períodos 1988-1998 y 1998-2008, comenzando por realizar una zonificación agroecológica de la misma. Para determinar las Unidades Agroecológicas (UAE), primeramente fue necesario determinar Unidades Ecológicas (UEc) homogéneas, caracterizadas respecto de factores tales como suelos, paisaje, relieve, pendiente, aspectos hidrológicos, entre otros; adicionando las Unidades de Agriculturización (UAg), las cuales señalan el avance de la agricultura sobre los pastizales naturales y pasturas artificiales.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

Una vez obtenidas las UAE de la CrGQ se procura observar algunos de los impactos ambientales ocasionados por las transformaciones agroproductivas en cada unidad, a partir de indicadores de sustentabilidad. En esta investigación, los indicadores fueron seleccionados teniendo como referencia estudios antecedentes, tales como Vazquez (2004; 2011a; 2011b), con la finalidad de profundizar a nivel regional sobre los mismos, debido a que en dichos estudios se observó que se produjeron importantes transformaciones en los indicadores que se mencionan a continuación: riesgo de contaminación por plaguicidas (RCP), riesgo de intervención de hábitat (RIH) e impactos sobre el ecosistema (ISE), es por esto el interés de aplicar dichos indicadores seleccionados en esta tesis. Es importante destacar que en esta tesis no se mide directamente el impacto ambiental, sino que se evalúa a través de indicadores elaborados a partir de información primaria y secundaria.

#### **4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

Dadas las transformaciones agroproductivas en los últimos 20 años en la CrQG, y teniendo en cuenta los impactos ambientales referidos específicamente al RCP, RIH e ISE, es que se genera la siguiente pregunta:

¿En qué medida los impactos ambientales están condicionados por las transformaciones en los procesos agroproductivos en las diferentes unidades agroecológicas de la CrQG?

#### **5. HIPÓTESIS**

Actualmente existen mayores impactos ambientales, en la CrQG, que en las últimas dos décadas y esto depende de las transformaciones en los nuevos procesos agroproductivos.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
[www.fcarg.unr.edu.ar](http://www.fcarg.unr.edu.ar)  
[agro@unr.edu.ar](mailto:agro@unr.edu.ar)

## **CAPÍTULO 2**

### **OBJETIVOS**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

## **OBJETIVO GENERAL**

Analizar las transformaciones agroproductivas y ambientales entre 1988 y 2008 en la Cuenca del río Quequén Grande a través de indicadores de sustentabilidad.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Definir las unidades ecológicas (UEc) de la CrQG.
2. Definir las unidades de agriculturización (UAg) para cada período seleccionado (1988-1998 y 1998-2008) en la CrQG.
3. Definir las unidades agroecológicas (UAE) de la CrQG.
4. Evaluar los indicadores de sustentabilidad (RCP, RIH e ISE) en diferentes las unidades agroecológicas de la CrQG, y en los diferentes períodos seleccionados.
5. Contribuir a la discusión de las alternativas y posibilidades de implementación de un plan de ordenamiento territorial (OT).



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
[www.fcarg.unr.edu.ar](http://www.fcarg.unr.edu.ar)  
[agro@unr.edu.ar](mailto:agro@unr.edu.ar)

## **CAPÍTULO 3**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

## ÁREA DE ESTUDIO

El río Quequén Grande nace en el Sistema de Tandilia, el cual define una red hidrográfica de alcance regional, y desemboca en el puerto del núcleo urbano Necochea-Quequén (población cercana a 80.000 habitantes). Píccolo y Perillo (1997), afirman que el ancho del río Quequén es poco variable, de 150 a 200 m aproximadamente, llegando a unos 400 m en la zona portuaria; el caudal medio alcanza unos 11,3 m<sup>3</sup>/s (Sala, 1975).

La red de avenamiento de la cuenca se conforma bajo un diseño dendrítico (Campo de Ferreras y Píccolo, 1999). Asimismo, en la CrQG, una secuencia sedimentaria del Cuaternario – Terciario Superior constituye un acuífero libre, el pampeano, principal acuífero de la zona y único explotado para todo tipo de usos (Martínez et al., 2004).

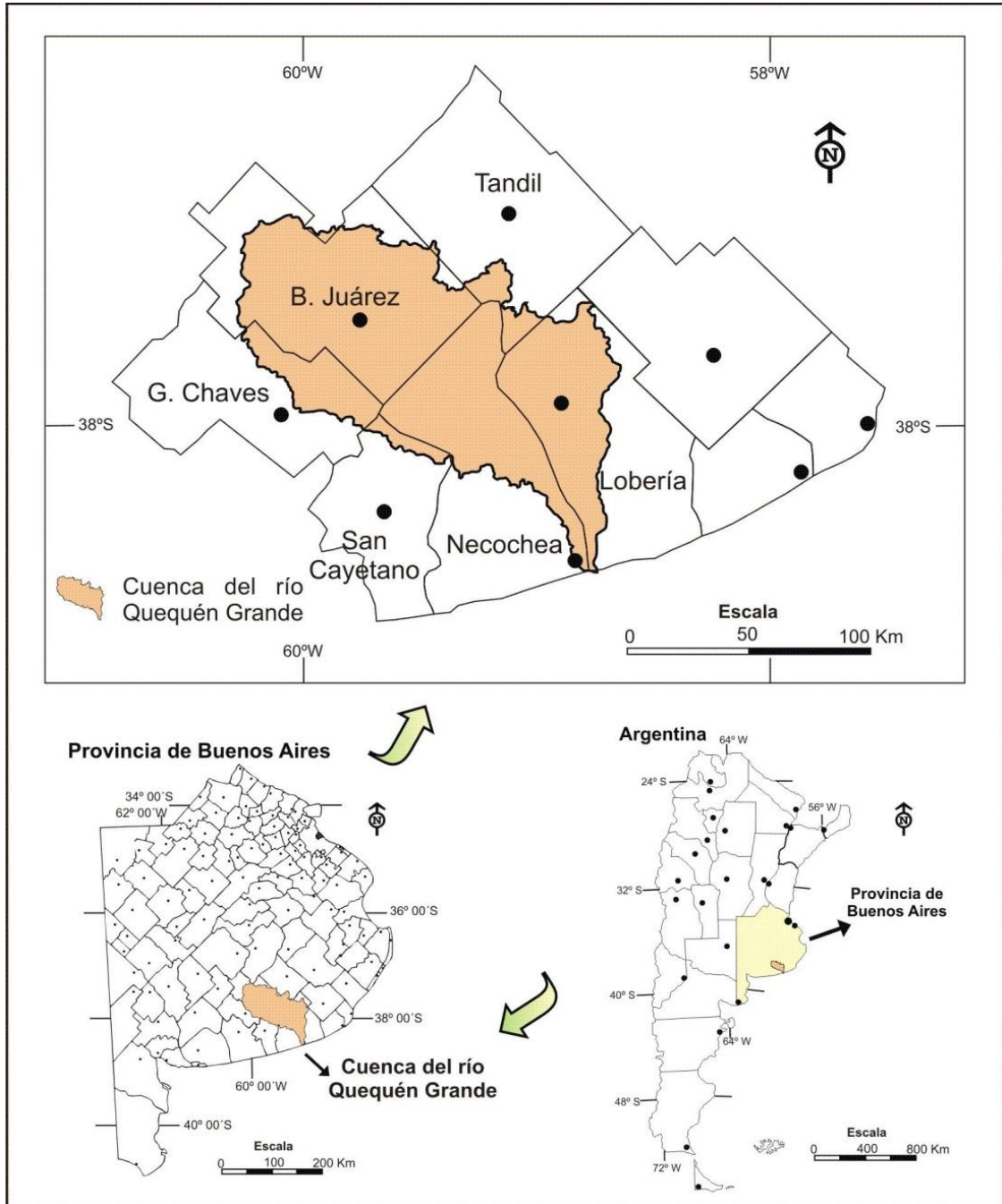
La CrQG, ocupa una superficie de 9.944 km<sup>2</sup> (Figura 1) (ANEXO: Figura 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 – Tabla 2), se haya ubicada al sudeste de la provincia de Buenos Aires en la porción sur de la región pampeana de Argentina, perteneciente a los partidos de Adolfo Gonzáles Cháves, Benito Juárez, Lobería, Necochea, San Cayetano y Tandil.

Dicha cuenca, posee sus nacientes en las sierras de Tandilia (300 y 400m de altitud), producto del aporte de pequeñas cuencas intraserranas de arroyos de régimen torrencial. La mayor superficie de la misma, se desarrolla en ambientes de llanuras (Kruse et al., 1997), cuya característica principal es el escaso gradiente topográfico. Esta llanura está constituida por depósitos de loess, donde adquieren una gran significación los procesos de infiltración (Sala et al., 1992), características que hacen muy especial dentro de otras llanuras del mundo las cuales, en su mayor parte, son aluviales o elaboradas fluvialmente (Billi y Paris, 1992).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

Figura 1. Localización del área de estudio



Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

A continuación se presenta en la Figura 2, donde se indica sobre la misma las características físicas de la cuenca y principales unidades ecológicas que las componen, como complemento para una mejor comprensión de las imágenes satelitales clasificadas.

**Figura 2.** Características físicas de la cuenca y principales unidades ecológicas que la componen



Fuente: Elaboración propia.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

En relación con ese aspecto, el análisis de informaciones publicadas por SAGyP-INTA (1989) revela que los suelos que integran el área en su mayoría son del Orden Molisoles. En las áreas serranas se destacan los suelos pertenecientes al Subgrupo *Hapludoles líticos*, en las áreas periserranas y lomas los *argiudoles típicos* y en las áreas planas y anegables dominan los *Natracuoles típicos*. La mayor parte de sus suelos son aptos para cultivos anuales, en particular trigo, excepto algunas zonas marginales en el noroeste, que sólo permiten la producción ganadera (Morello y Solbrig, 1997; Viglizzo et al., 2002). La actividad agrícola intensiva se relaciona directamente tanto con el escurrimiento superficial como con la disponibilidad y calidad de agua subterránea (Kruse, 1993; Kruse et al., 1993; Campo de Ferreras y Piccolo, 2002).

De acuerdo con el estudio realizado por Lastra et al. (2008), el clima es templado y húmedo con veranos suaves según la clasificación climática de Köppen, con precipitaciones todo el año, pero más frío y seco que el del resto de los distritos que comparten la Provincia Pampeana definida por Cabrera y Willink (1973); la temperatura media anual ronda los 14°C, siendo julio el mes más frío con un valor mínimo medio cercano a los 3°C, mientras que en los meses de verano la temperatura máxima media mensual supera los 27°C.

Biogeográficamente se ubica en la Provincia Pampeana (Dominio Chaqueño, Región Neotropical), más precisamente en el Distrito Pampeano Austral, que se extiende por el sur de Buenos Aires, desde las Sierras Septentrionales (Olavarría, Tandil y Balcarce) hasta Bahía Blanca, incluyendo las Sierras Australes. Se caracteriza por ser una llanura horizontal o suavemente ondulada con serranías que alcanzan altitudes máximas de 500 msm en Tandilia y 1200 msm en Ventania. La vegetación originaria es la pseudoestepa de gramíneas con dominancia de los géneros *Stipa* y *Piptochaetium* (Cabrera, 1976), la cual ha sido sustituida en más del 50% de la CrQG por agroecosistemas. Este hecho se vincula con la presencia de suelos con aptitud para el desarrollo de esas actividades.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

Teruggi et al. (2004) y Martínez (2007) identifican y describen las unidades geomorfológicas de la CrQG, donde distinguen seis principales, que presentan una disposición general en franjas elongadas en sentido NO-SE: Sierras y serranías, Lomas periserranas, Llanuras aluviales, Lomas relictuales sin lagunas, Lomas de divisorias con lagunas y Planicie baja mal drenada.

En relación a la problemática hídrica de las grandes cuencas en el ambiente pampeano, se ha señalado la necesidad de generar más información de carácter multidisciplinario (geológica, geomorfológica, hidrológica, de las actividades productivas y socioeconómicas, y de sus impactos sobre la calidad del agua, entre otras) para planificar adecuadamente las actividades humanas (Varela y Teruggi, 2001).

La ZAE es un instrumento que demandó la aplicación de los conceptos y metodologías de la FAO (1997), adaptándolos a este caso de estudio, la CrQG, en función de la disponibilidad de información viable de adquirir y procesar. La ZAE permite diferenciar en la cuenca unidades agroecológicas (UAE) a partir de la integración de unidades ecológicas (UEc) y unidades agroecológicas (UAg) en dos períodos interanuales: 1988-1998 y 1998-2008.

### **UNIDADES ECOLÓGICAS (UEc)**

Se definieron UEc tomando como base las unidades geomorfológicas de los estudios antecedentes de Teruggi et al. (2004) y Martínez (2007), e información obtenida de las cartas de suelos de SAGyP-INTA (1990) y las cartas topográficas de escala 1:250.000 (Instituto Geográfico Militar).

Las UEc surgen de la integración de distintos aspectos ecológicos: geofomas, alturas, pendientes, aspectos hidrológicos, drenaje superficial e interno y suelos. El clima no fue considerado porque no se evidencian diferenciaciones internas importantes en la cuenca. Tampoco se incorporó la vegetación porque no se dispone de estudios



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

específicos del área que permitan establecer diferenciaciones a nivel de unidades agroecológicas en la escala de trabajo (1: 250.000).

### **SUPERFICIES OCUPADAS POR LOS DISTINTOS USOS DE SUELO EN LAS UNIDADES ECOLOGICAS (UEc)**

Para este trabajo se utilizaron un total de 9 imágenes captadas por el sensor TM de la misión Landsat 5, con Path/Row (225/86, 224/87 y 224/86) (Tabla 1), utilizando el software ENVI 4.5 (Reserch System Inc., Boulder, CO, USA). Las mismas fueron adquiridas del sitio web <http://www.inpe.br/>, página correspondiente al Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) del Ministerio de Ciencia e Tecnología de Brasil.

**Tabla 1.** Imágenes Landsat TM utilizadas para la realización de los mosaicos correspondientes a la CrQG en los períodos 1988, 1998 y 2008.

Imagen	Fecha de adquisición	Path/Row
(1)	2008/10/31	225/86
(2)	2008/10/24	224/87
(3)	2008/10/24	224/86
(4)	1998/01/14	225/86
(5)	1998/02/08	224/87
(6)	1998/02/08	224/86
(7)	1988/04/04	225/86
(8)	1988/04/29	224/87
(9)	1988/04/29	224/86

Fuente: Elaboración propia

La metodología de procesamiento aplicada fue la calibración de las imágenes Landsat para convertir los ND (niveles digitales) en niveles de satélite a reflectividad TOA (tope de la atmósfera) (Schroeder et al., 2006). Luego, ambas imágenes fueron convertidas a valores de radiancia (Chander y Markham, 2003; Chander et al., 2007) y la



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

reflectancia TOA fue convertida a reflectancia en superficie, asumiendo una superficie uniforme Lambertiana y bajo condiciones libres de nubes (Soudani et al., 2006).

En principio se llevaron todas las imágenes a la proyección UTM- Datum WGS-84 - Zona 21 Sur. Las imágenes fueron georreferenciadas utilizando como *imagen base* la provista por el recorte de un mosaico de imágenes (2135) del sensor ETM+, obtenida de la página Web <http://www.landcover.org/>, Global Land Cover Facility, Earth Science Data Interface. El modo de operación de georreferenciación consistió en una técnica basada en obtención de *puntos de control* entre dos imágenes, lo cual se realizó eligiendo puntos (un mínimo de 20 puntos) que tomen del mismo sector en cada imagen y a través de una interpolación matricial realizada por el software se corrigieron geométricamente las imágenes (Armand, 1995).

Se realizaron luego los mosaicos (ENVI 4.5) correspondientes a cada año seleccionado (1988, 1998, 2008), se aplica y recorta la cuenca en base al vector de Varela y Teruggi (2002).

Sobre los tres mosaicos que conforman la CrGQ, y para cada año 1988-1998-2008, se realizó una clasificación supervisada para la cual fue necesario obtener conocimientos e información antecedente de la cuenca. En la detección de estas clases se emplearon técnicas de visualización de las imágenes y bandas que permiten representar de la mejor manera los distintos usos del suelo. La composición utilizada fue la llamada falso color o infrarrojo color, sobre las bandas correspondientes al infrarrojo cercano, rojo y verde (bandas 4, 3, 2, respectivamente). Esta composición facilita la cartografía de masas vegetales, láminas de agua, ciudades (Chuvienco, 2007).

Luego, sobre la base de la información aportada por las imágenes de satélite, además de información obtenida por entrevistas a un grupo de (10) productores y (20) técnicos dedicados al asesoramiento particular y/o vinculado a empresas del agro tales como CREA, ACA, Cooperativa de Seguros "La Dulce" (ANEXO: Tabla I). Se indagó acerca de la importancia relativa de la agricultura en la estructura productiva de los establecimientos de la región, se recabó información acerca del tipo de agricultura



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

realizada (tradicional/directa), como también la actividad ganadera sobre pasturas artificiales y/o naturales, en la fecha en que se obtuvieron las imágenes seleccionadas para el trabajo, se obtuvieron finalmente datos de un total 60 establecimientos (TABLA I. ANEXO).

Luego, a partir de esta información, se realizaron transectas en áreas representativas, ingresando al centro de cada lote (para evitar el efecto de borde) y obtener un punto GPS (Global Position System) del lugar, para luego referenciarlo en las imágenes.

En las campañas de campo realizadas, se obtuvieron puntos de GPS, es decir, la ubicación satelital terrestre de áreas, además de información recabada por informantes calificados, e información extraída a partir de las imágenes procesadas. Con todo lo anterior se orientaron las clases o ROIs (Región de Interés) que luego se utilizan para aplicar en el algoritmo.

Para detectar las ROIs se utilizaron diferentes técnicas de visualización de las imágenes y bandas que permitan visualizar de la mejor manera posible las clases asociadas a la cuenca. A partir de la información multi-espectral que generan la mayor parte de los sensores espaciales pueden obtenerse distintas composiciones de color. Basta para ello aplicar cada uno de los tres colores primarios (rojo, verde y azul) a una banda distinta de la imagen, seleccionada con el criterio y el orden que se considere más oportuno. La composición más habitual es la llamada falso color o infrarrojo color, fruto de aplicar los cañones de valor rojo, verde y azul sobre las bandas correspondientes al infrarrojo cercano, rojo y verde, respectivamente. Esta composición facilita la cartografía de masas vegetales, láminas de agua, ciudades, etc (Chuvienco, 2007).

Se obtuvieron las firmas espectrales para las ROIs en cada imagen, en donde se expresan los valores de reflectividad de superficie promedio en cada ROI en función de las bandas espectrales.

Las ROIs seleccionadas sobre las imágenes saletitales procesadas, fueron asignadas sobre áreas correspondientes a coberturas vegetales de interés para este caso de



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

estudio, tal como es el caso de las superficies cubiertas por pastizales naturales y pasturas artificiales perennes dedicadas a la ganadería.

Se decidió obtener los datos de pastizales naturales conjuntamente con las pasturas artificiales, debido a que si analizamos la definición de Stoddart (1972), el autor expresa que el pastizal natural es toda área que sustenta vegetación nativa compuesta por hierbas de pradera, arbustos y en ocasiones árboles, empleada en el apacentamiento del ganado. Sin embargo, la definición mayoritariamente aceptada hasta hoy como la más completa y tradicional para calificar a estos ecosistemas dice que los pastizales naturales, son todas aquellas zonas del mundo que por razones de limitaciones físicas (temperaturas extremadamente bajas o altas, precipitaciones reducidas o erráticas, topografía accidentada, régimen de aridez o semiaridez, suelos pobremente drenados, salitrosos, arenosos, infértiles o poco profundos), no sean aptas para un uso agrícola racional, constituyan una fuente de forraje basada en plantas nativas para animales domésticos y silvestres, pudiendo ser utilizadas también como cuencas proveedoras de agua, madera, leña, carbón, fauna y lugar de esparcimiento y recreación para el ser humano. Ahora bien, Martin et al. (2008) expresa que en áreas de pastizales naturales, en ocasiones se recomienda la transformación productiva de los campos bajos, entre otros. Esto suele considerar a la corrección del pH, a la fertilización del pastizal y al remplazo de las especies naturales por especies adaptadas a esos ambientes, entre otros procedimientos técnica y económicamente factibles de implementar. Luego, si comparamos a los pastizales naturales y pasturas, con la siembra de cultivos, se observa que si bien se produce un impacto antrópico en el ambiente con las pasturas implantadas, no contiene la huella desbastadora sobre la flora nativa de un "monocultivo" donde se utiliza una única especie, con similitud genética, y con doble cultivo anual sobre el mismo área, afectando significativamente la diversidad prístina, no solo en flora, sino también en fauna, nutrientes, etc. Además hay que tener en cuenta que las pasturas artificiales perduran durante toda la campaña anual, e incluso hasta cinco años (Gandini et al. 2007; Sacido et al. 2006).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

Igualmente, en estudios futuros sería interesante para mayor profundización en la temática, separar las pasturas artificiales de las naturales. Pero dado que en este estudio, ambas contribuyen a una alta diversidad de especies, se prefirió seleccionarlas juntas, además ambas están destinadas a la misma actividad, el pastoreo.

Por otra parte, se tuvieron en cuenta áreas cultivables (en este caso, se refiere a lotes que se encuentran en el momento de la captura de la imagen sin cultivos), áreas cultivadas (que son los lotes en producción o con cultivos implantados en desarrollo), cuerpos de agua superficiales y zonas urbanas. Las áreas cultivables (áreas a ser cultivadas) y las áreas cultivadas, ambas representan en conjunto el total de tierras agrícolas (esta separación anual de áreas cultivables y cultivadas se genera debido a la realización del doble cultivo anual realizado en una única campaña agrícola).

Por último, se tuvieron en cuenta las áreas destinadas a zonas urbanas y cursos de agua o lagunas (aguas superficiales).

En la fase de asignación se aplicó el Clasificador de Máxima Probabilidad (ENVI 4.5), que es el más complejo y el que demanda mayor volumen de cálculo. Sin embargo, es el más empleado en la teledetección, por su robustez y por su ajustarse con mayor rigor a la disposición general de los datos (Chuvienco, 2007).

Con la finalidad de comparar la clasificación de la imagen a partir de datos obtenidos por sensores remotos, con los datos observados a campo (o la verdad de terreno), se aplicó un índice de fiabilidad que permitió obtener una relación entre los datos medidos y los estimados. El índice aplicado fue el de exactitud global. Sus valores se encuentran en el intervalo [0, 1], siendo la clasificación mejor cuanto más se acerque a la unidad.

Una vez obtenidas las imágenes clasificadas en distintas áreas, se aplicó un filtro de Mediana (3\*3), técnica que permite mejorar el contraste espacial de la imagen (Sobrino, 2000).

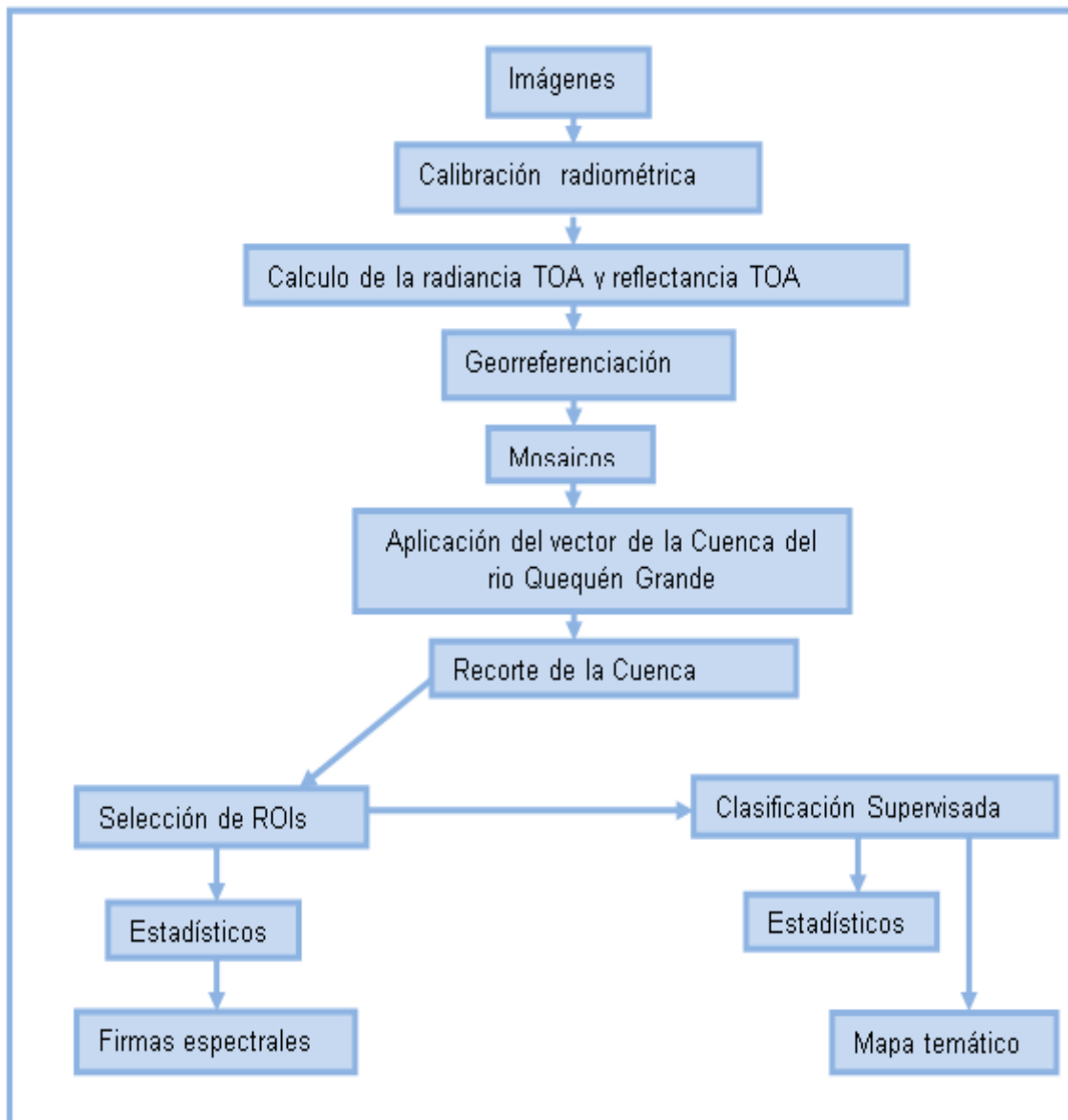


UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

Se obtuvieron los estadísticos de las imágenes clasificadas y se estimó la superficie correspondiente a cada "clase de uso de la tierra" para los años 1988, 1998 y 2008.

Luego, la metodología de procesamiento aplicada se describe en los apartados siguientes de acuerdo a lo mostrado en la Figura 3.

**Figura 3.** Metodología del procesamiento aplicado



Fuente: Elaboración propia a partir de Vazquez y Zulaica (2010, 2012b).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

Entendiendo en este trabajo al concepto de "tierra", tal como lo plantea la FAO (1996), donde explica que es considerado como el área de superficie terrestre cuyas características comprenden a todos los atributos razonablemente estables o predeciblemente cíclicos de la biosfera, verticalmente por encima o por debajo de ella y los de la atmósfera, el suelo y el substrato geológico, las poblaciones vegetales y animales y los resultados de la actividad humana pasada y presente, hasta el punto en que dichos atributos ejerzan una influencia significativa sobre los usos actuales y futuros de la tierra para el hombre.

También, Marlenko (2003) define el uso de la tierra o del suelo como, el resultado de la síntesis entre la acción antrópica y el medio natural, síntesis que surge de la interacción simultánea y compleja, de todos los fenómenos que tienen lugar en un espacio determinado y cuya proyección espacial otorga a las mismas características particulares. El uso de la tierra está relacionado con la utilización de los recursos naturales que están disponibles para la satisfacción de las necesidades humanas y su distribución sobre la superficie terrestre. Ese aprovechamiento da como resultado un determinado uso del espacio geográfico.

## **UNIDADES DE AGRICULTURIZACIÓN (UAg)**

Una vez definido lo explicado anteriormente, se obtuvo el indicador de incremento de la superficie agrícola a partir del análisis de imágenes satelitales procesadas y clasificadas de forma supervisada de la cuenca, y se definieron las UAg a partir del análisis del indicador porcentaje de incremento de la superficie agrícola en los diferentes períodos seleccionados.

Las UAg obedecen a la configuración espacial obtenida a partir de la clasificación de ese indicador en intervalos por cortes naturales<sup>7</sup>; es decir, los intervalos se definen considerando las diferencias importantes (saltos) en la distribución de las frecuencias del indicador para cada período seleccionado (1988-1998 y 1998-2008). Para ello se utilizó el Software ArcView 3.2. A dichos intervalos les fueron asignadas categorías

---

<sup>7</sup> Se considera que esta es la forma más apropiada para representar la distribución de un solo indicador. La principal dificultad reside en que el resultado obtenido para el indicador, no es comparable con otros.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

cualitativas relativas al proceso de agriculturización (baja o nula, media, alta y muy alta). El Método llamado de Optimización de Jenks, es el que implementan diferentes aplicaciones informáticas bajo la opción de realizar intervalos según los puntos de ruptura naturales de la distribución (natural breaks). Este método persigue el doble propósito de obtener clases de gran homogeneidad interna, con máximas diferencias entre las clases para el número de intervalos que se haya especificado previamente. Para ello, se realiza la clasificación basándose en la prueba de la bondad del ajuste, que indica cómo de bien se describen las clases en el conjunto. Dicho indicador toma diferentes valores según los agrupamientos que se hagan de un mismo conjunto de datos, siendo más representativos aquellos agrupamientos que proporcionen los valores más altos. Se trata de un proceso iterativo que calcula la media de cada clase con las respectivas varianzas, y traslada observaciones entre clases hasta obtener el valor máximo de la prueba de bondad de ajuste (Jenks, 1967).

## **UNIDADES AGROECOLÓGICAS (UAE)**

Las UAE se determinan mediante la función Geoprocessing de ArcView 3.2, se integraron las UEc con las UAg, dando como resultados un mapa de UAE.

## **INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD**

En este estudio se analizan impactos ambientales a partir de "indicadores de sustentabilidad", tales como RCP, RIH e ISE, para cada UAE definidas en la cuenca, los impactos seleccionados están referidos a trabajos antecedentes a nivel de establecimiento, en el área de dicha cuenca, y específicamente sobre zonas pedemontanas, realizados por Vazquez (2004; 2011a; 2011b), es por esto, que evidenciando los cambios relevantes observados en forma temporal, respecto del uso de agroquímicos y pérdida de flora nativa, a partir de las transformaciones agropecuarias y los cambios contemplados en las prácticas agrícolas, es que se intenta profundizar sobre las problemáticas ya estudiadas y a nivel de cuenca. Se tiene en cuenta en futuros trabajos discutir y calcular otros indicadores, también propuestos por Viglizzo (2003), tales como: riesgo de erosión, balances de nitrógeno y fosforo,



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

eficiencia en el uso de la energía fósil, cambio en el stock de carbono, entre otros. Si bien uno de los indicadores que surge de importancia en este estudio es el de riesgo de erosión, dadas las características de la cuenca, con pendientes pronunciadas en las zonas de sierras, y zonas deprimidas donde podría este tipo de práctica agrícola estar afectando la colmatación de cursos de agua por arrastre de sedimentos, dicho indicador presenta dificultades a la hora de su aplicación debido a la falta de datos necesarios para su realización, lo que no quiere decir que en trabajos futuros, se continuará analizando el área, para obtener datos que proporcionen la información necesaria para la aplicación de otros indicadores.

## 1. RIESGO DE CONTAMINACIÓN POR PLAGUICIDAS<sup>8</sup> (RCP)

El impacto referido al riesgo de contaminación por plaguicidas, se estimó mediante el cálculo de un indicador obtenido del Software Agro-Eco-Index, desarrollado por Viglizzo (2003), con modificaciones realizadas a partir de los datos disponibles (Vazquez y Zulaica, 2011a; Vazquez et al., 2012a; Vazquez et al., 2013a).

Para ello, sobre la base de la información aportada por las imágenes de satélite y entrevistas a informantes calificados, se obtuvieron los datos acerca de la evolución de los principales plaguicidas aplicados en 1988, 1998 y 2008 en la cuenca. Se preguntó acerca de la base de agroquímicos que se utiliza como sustento de la producción y las dosis aplicadas por hectárea de cada producto. Las respuestas fueron asentadas en una libreta de apuntes y posteriormente fueron sistematizadas y analizadas para obtener los datos que finalmente se considerarán en este estudio. Se observaron de cada planilla de encuestas aquellos agroquímicos que se reiteraban hasta 25 veces en las entrevistas realizadas (30 en total), y una vez obtenido el conjunto de agroquímicos más utilizados en cada año se obtuvo el promedio en litros de cada producto seleccionado, luego con estos datos se aplicó la fórmula presentada por Viglizzo (2003) a nivel de lote, pero ajustando el valor obtenido entre 0 y 1. En las entrevistas

<sup>8</sup> Se incluye según Demetrio (2012) entre los plaguicidas, al glifosato como principal herbicida, y a los insecticidas.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

llamó especialmente la atención el uso de agroquímicos prohibidos por la LEY 18.073 (20-01-1969) (tales como DDT, entre otros). Según información obtenida por informantes calificados, los mismos expresaban que si bien estos productos, se hallaban inhabilitados continuaron vendiéndose en diferentes sucursales de comercialización de plaguicidas hasta el agotamiento de stock. Lo mismo sucedió con aquellos productores que tenían almacenado este tipo de productos, prolongaron la aplicación de los mismos, debido a la falta de controles con respecto a la ley denominada como: "Agroquímicos Prohibidos o Restringidos, con normas reguladoras de procedimientos para evitar la contaminación".

Se tuvo en cuenta además, en este punto, estudios referentes en el área, tales como Vazquez (2004), en el cual se realiza un estudio temporal en un establecimiento agropecuario representativo del Partido de Tandil, ubicado en la zona de periserrana, donde se demuestra que la ganadería es reemplazada en su totalidad por la agricultura, analizando las implicancias ambientales para cada año a partir de indicadores de sustentabilidad, evaluaciones de impacto ambiental (EIA), modelos y costos de eficiencias energéticas, entre otros; también se tiene en cuenta otros avances relacionados al tema (Vazquez, 2011a; Vazquez, 2011b). Y a otra escala espacial, se analizan los cambios en el uso de la tierra en el Partido de Tandil, para observar el avance de la agriculturización, en desmedro de la ganadería, y sus implicancias ambientales (Vazquez y Zulaica, 2011c; Vazquez y Zulaica, 2012; Vazquez et al., 2012a; Vazquez et al., 2013b; Vazquez y Zulaica, 2013; Vazquez y Zulaica, 2014).

Asimismo, se tuvieron en cuenta los datos aportados por la tesis de Silva (2011), en el Partido de Benito Juárez, donde se realiza un estudio acerca de la evolución de los diferentes rubros productivos y su diversidad durante el período 1998-2007, en base a una selección de 30 establecimientos, en el área centro-sur bonaerense.

Posteriormente, se utilizó la siguiente ecuación (1), adaptada de Viglizzo (2003), para estimar el riesgo relativo de los compuestos:



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

$$RCP = \frac{\left( \frac{1000}{DL50} \left[ \frac{Ksp + R}{2} + Koc + T^{1/2} \right] \times C \times S \right)}{1000000000000} \quad (1)$$

donde:

**DL 50:** la dosis letal media de los principales plaguicidas utilizados (de acuerdo con las entrevistas realizadas), que determina la toxicidad de los compuestos (mg/Kg);

**Ksp:** la solubilidad en agua de los principales plaguicidas utilizados;

**R:** expresa la permeabilidad del suelo en las capas superficiales;

**Koc:** coeficientes de adsorción de los compuestos por la fase orgánica del suelo;

**T<sup>1/2</sup>:** vida media de los productos utilizados;

**C:** expresa la cantidad de producto aplicada por unidad de superficie; y

**S:** es la superficie total en la cual se aplica el producto (en este caso, corresponde a las áreas agrícolas de la cuenca obtenidas a partir de la clasificación de imágenes satelitales: áreas cultivables (o sea, lotes que se encuentran en el momento de la captura de la imagen sin cultivos) y, áreas cultivadas (que son los lotes en producción o con cultivos implantados en desarrollo); y en el caso de obtener el RCP por UAE, se realiza teniendo en cuenta solo el área agrícola correspondiente a cada unidad seleccionada.

La toxicidad, expresada como 1000/DL50 (mil dividido la dosis letal media oral para ratas macho, expresada en mg/Kg de peso corporal), es el único factor que no es relativo. Los valores de toxicidad de cada plaguicida, teniendo en cuenta la formulación comercial de los productos, se obtienen de diversas fuentes (CASAFE 1997; GIPV 2000). Por otro lado, para el resto de los factores, se utilizan valores relativos de 1 a 5, obtenidos de Weber (1994), Viglizzo (2003).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

El primero de los factores relativos corresponde a la solubilidad en agua del producto (KSP), asociada al riesgo de que el mismo (o alguno de sus metabolitos) llegue al acuífero y pueda, por consiguiente, afectar a la población humana, al ganado abrevado o a los cultivos irrigados. Este factor se asocia (a través de una semisuma) con la capacidad de recarga del acuífero (R), estimada de manera grosera a partir de la permeabilidad del suelo en las capas superficiales. Este último valor se estimó, por su parte, a partir de la textura de los suelos analizados en cada potrero, Viglizzo (2003).

También se incluye como coeficiente a la adsorción del compuesto por la fase orgánica del suelo (KOC), debido a que, aquellos plaguicidas que tengan altos valores relativos de adsorción, tendrían en teoría menor movilidad en el suelo, y no presentarían toxicidad durante mayor cantidad de tiempo, mientras se encuentren adsorbidos por el mismo, Viglizzo (2003).

El último de los factores por los que se afectó a la toxicidad fue la vida media del producto ( $T_{1/2}$ ), la cual se relaciona directamente con la posibilidad de que el mismo entre en contacto con seres vivos, a los que podría afectar negativamente Viglizzo (2003).

Finalmente, se multiplican los factores explicados hasta aquí por la dosis aplicada y la superficie de aplicación en cada caso, y se suman los valores de todos los productos dentro de cada potrero y de todos los potreros dentro de cada establecimiento Viglizzo (2003).

El indicador de riesgo de contaminación se calculó para la cuenca en general, y para cada UAE definidas en este estudio, siendo los mismos considerados como espacio regional, la ecuación se ajustó dividiendo luego el resultado final, para obtener un valor final comprendido entre 0 y 1.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

## 2. RIESGO DE INTERVENCIÓN DE HÁBITAT (RIH)

A fin de evaluar las consecuencias de las transformaciones agroproductivas sobre el hábitat, se utilizó otro de los indicadores de sustentabilidad obtenido, como el caso anterior, del Software Agro-Eco-Index (Viglizzo, 2003). Dicho indicador, denominado riesgo de intervención del hábitat, fue calculado para las principales actividades desarrolladas en la cuenca y modificado para efectuar el análisis temporal a escala regional (Vazquez y Zulaica, 2011a,b,c; Vazquez y Zulaica, 2012; Vazquez et al., 2012a; Vazquez et al., 2013b; Vazquez y Zulaica, 2013; Vazquez y Zulaica, 2014).

De acuerdo con el manual correspondiente al Programa, el cálculo de este indicador apunta a generar un índice relativo que valore el impacto negativo que impone un proceso productivo sobre la biodiversidad del lugar donde se realiza. Mediante el uso de determinados coeficientes, el indicador compara la vegetación actual con la vegetación potencial del mismo (la vegetación que se supone que habría si el hombre no hubiese intervenido en el proceso sucesional). La comparación se realiza a través de "Puntos de Impacto", donde las mayores puntuaciones pueden ser entendidas como mayores efectos negativos sobre la flora nativa y la biodiversidad Viglizzo (2003).

Los coeficientes utilizados para lograr esta comparación son:

- a) **Cantidad de especies**<sup>9</sup>: este es el coeficiente que se considera de mayor importancia relativa, y se asignan 10 puntos de impacto si existe un cambio significativo (tanto pérdida como ganancia de especies) en la cantidad de especies debido a la intervención humana y 0 puntos si no hay cambio.

<sup>9</sup> En realidad aquí no se está evaluando la cantidad de especies en sí, sino el área cultivada en cada UAE de la cuenca, donde se percibe que la cantidad de especies de los monocultivos, es menor a la cantidad de especies del ecosistema natural o pasturas. Esto se observa y se comprende en la definición del punto (a) del coeficiente propuesto por Viglizzo (2003).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

- b) **Origen (de especies vegetales nativas):** se asignan 7,5 puntos de impacto si una proporción significativa de las especies presentes en la vegetación actual son introducidas a un determinado ecosistema. Se parte del supuesto que la vegetación nativa, al haber coexistido con la fauna nativa, tiene mayor capacidad de servirle de hábitat que la vegetación exótica.
  
- c) **Periodicidad:** referida a la vegetación dominante. Si la vegetación potencial era perenne y es reemplazada por especies anuales (aún si fueran nativas), se asignan al potrero correspondiente 5 puntos de impacto. Lo mismo sucede si la vegetación potencial era mayoritariamente anual y pasa a ser perenne.
  
- d) **Organización en estratos verticales:** se asume que una mayor cantidad de estratos se corresponde con una mayor disponibilidad de sitios para su utilización como hábitats naturales. Por consiguiente, un cambio en este número determina un cambio en la capacidad de provisión de refugio y alimento de los ecosistemas. Se asignan 2,5 puntos de impacto cuando esto ocurre.
  
- e) **Organización en sub-estratos verticales:** tiene un nivel de importancia relativa menor e incluye los cambios en la cantidad de sub-estratos dentro de alguno (o algunos) de los estratos principales.

Para obtener el valor del indicador de riesgo de intervención sobre el hábitat en la cuenca, en primera instancia, se suman los coeficientes obtenidos para cada actividad y se divide dicha sumatoria por 26 (para obtener un valor de cero a uno) Viglizzo (2003). Este procedimiento permite estimar el "riesgo parcial de intervención del hábitat" (RPIH), denominado así en este presente trabajo siguiendo los antecedentes de Vazquez y Zulaica (2011a) y Vazquez et al. (2012a). El RPIH queda expresado como se muestra en la ecuación (2):



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

$$RPIH = \frac{Ce + Or + Pe + Oev + Osv}{26} \quad (2)$$

donde:

**RPIH:** indicador de riesgo parcial de intervención del hábitat;

**Ce:** coeficiente relativo a la cantidad de especies;

**Or:** coeficiente referido al origen;

**Pe:** coeficiente de periodicidad;

**Oev:** coeficiente de organización de estratos verticales; y

**Osv:** coeficiente de estratos subverticales.

Posteriormente, los valores obtenidos para cada actividad (riesgo parcial de intervención del hábitat) se multiplican por un coeficiente de ponderación que expresa la superficie ocupada por cada actividad en la cuenca. De esta manera, la sumatoria de los valores obtenidos expresa el riesgo de intervención del hábitat, el cual queda representado en la ecuación (3), Viglizzo (2003):

$$RIH = \sum cpSupAc * RPIH \quad (3)$$

donde:

**RIH:** indicador de riesgo de intervención del hábitat;

**cpSupAc:** coeficiente de ponderación que indica la proporción de la superficie de la cuenca ocupada por la actividad agrícola (o sea, las áreas agrícolas de la cuenca en general, obtenidas a partir de las clasificaciones supervisadas, que corresponden al total de áreas cultivables y áreas cultivadas); y en el caso de obtener el RIH por UAE, se realiza teniendo en cuenta solo el área agrícola correspondiente a cada unidad seleccionada.

**RPIH:** indicador de riesgo de intervención del hábitat.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

El indicador fue calculado para 1988, 1998 y 2008 a partir de los datos aportados por la clasificación supervisada de las imágenes de satélite de esos años, y además fue calculado para cada UAE definida en este estudio.

### 3. IMPACTO SOBRE EL ECOSISTEMA (ISE)

Por último, el indicador de impacto sobre el ecosistema (ISE), se utiliza para evaluar el nivel de afectación de los ecosistemas a partir de los procesos productivos que degradan el ambiente. Dentro de tales procesos, se destacan dos características por la importancia de ISE: la intervención del hábitat (o impacto negativo que impone un proceso productivo sobre la biodiversidad) y los agroquímicos aplicados. Dentro de los establecimientos, tal como lo propone Viglizzo (2003) se utiliza la ecuación (4) para calcular el indicador de impacto sobre el ecosistema.

$$ISE = P * (RIH + RCP) \quad (4)$$

donde:

**P:** corresponde a la proporción del uso del suelo destinado a la agricultura, sobre el total de la cuenca.

Estos resultados posteriormente se aplican en todas las UAE de la CrGQ, y se analiza cuáles de estas unidades son más propensas a ser afectadas en mayor medida por el proceso de agriculturización, y donde se hace más relevante aplicar criterios referidos a la gestión ambiental y ordenamiento territorial con respecto a los RCP, RIH y ISE, tanto por las actividades agropecuarias, como por las condiciones naturales de las mismas.

Lo propuesto anteriormente en la metodología, tiene como finalidad, aportar al diagnóstico preliminar de la CrGQ, teniendo en cuenta la propuesta de Montico (2004) donde plantea al mismo como la interpretación histórica de la realidad, realizando una explicación acerca de la estructura y funcionamiento sistémico del paisaje antropizado.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
[www.fcarg.unr.edu.ar](http://www.fcarg.unr.edu.ar)  
[agro@unr.edu.ar](mailto:agro@unr.edu.ar)

Además, siguiendo la propuesta del autor, el propósito de este trabajo también implicaría proponer lineamientos preliminares, principalmente orientados a la resolución de los conflictos ambientales y al establecimiento de las bases para la elaboración de las propuestas de mitigación y contingencia de las acciones no deseadas.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
[www.fcarg.unr.edu.ar](http://www.fcarg.unr.edu.ar)  
[agro@unr.edu.ar](mailto:agro@unr.edu.ar)

## **CAPÍTULO 4**

### **RESULTADOS**



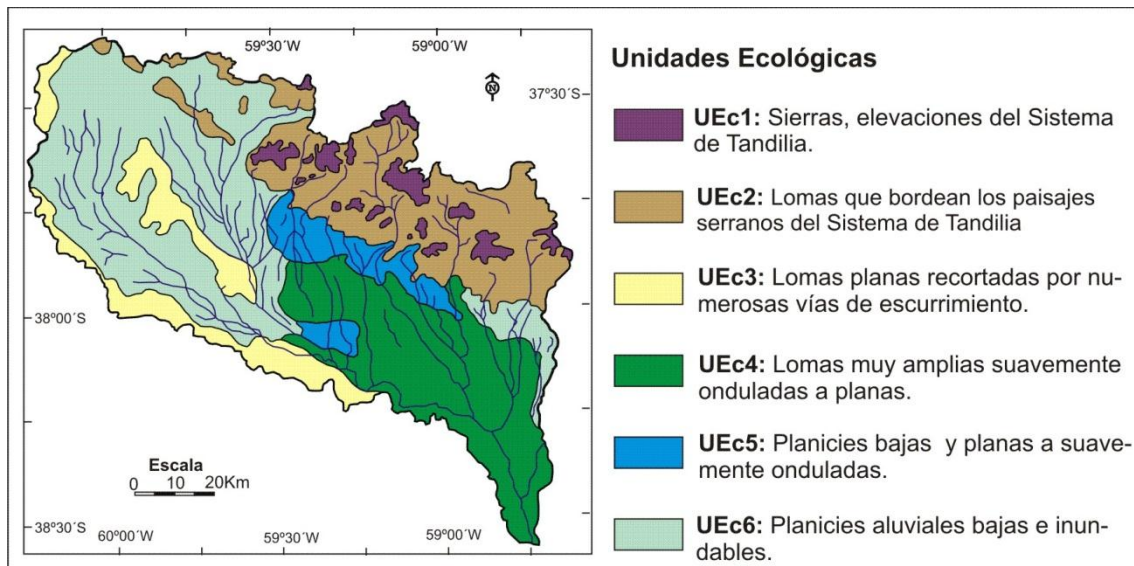
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

Los resultados obtenidos se presentan en los siguientes apartados, primeramente se caracterizan las diferentes UEc de la CrGQ, luego se identifican las UA<sub>g</sub> para cada período seleccionado, posteriormente se definen las UAE heterogéneas entre sí, a partir de la fusión de las UEc y UA<sub>g</sub> zonificadas en la cuenca, y por último, se aplicaron los indicadores de sustentabilidad relacionados con el RCP, RIH e ISE para cada UAE definida.

### DEFINICIÓN DE LAS UNIDADES ECOLÓGICAS (UEc)

La aplicación del procedimiento expresado en la metodología permite definir seis UEc (Figura 4) cuyos atributos se sintetizan en la Tabla 2. Luego, las UEc surgen de la integración de distintos aspectos mencionados en la metodología.

**Figura 4.** Unidades Ecológicas en la Cuenca del río Quequén Grande



Fuente: Elaboración propia a partir de Teruggi et al. (2004), Martínez (2007) y Vazquez et al. (2012a)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@ unr.edu.ar

**Tabla 2.** Unidades Ecológicas en la Cuenca del río Quequén Grande

Atributos		UEc1	UEc2	UEc3	UEc4	UEc5	UEc6
Paisaje		Serrano. Elevaciones del sistema de Tandilia.	Lomas que bordean los paisajes serranos del sistema de Tandilia.	Lomas planas recortadas por numerosas vías de escurrimiento.	Lomas muy amplias suavemente onduladas a planas	Planicies bajas y planas a suavemente onduladas	Planicies aluviales bajas e inundables
Alturas (m)		300 a 400	250 a 300	100 a 200	10 a 150	100 a 200	100 a 250
Pendientes (%)		Más de 50	1 a 5	0.1	0.2	0.2	0.1
Aspectos hidrológicos		Cursos de régimen temporario en valles estrechos o nacientes efímeras.	Cursos de régimen temporario con drenaje de escasa densidad.	Cursos de agua permanentes con valles profundos y presencia importante de lagunas.	Cursos de agua permanentes pertenecientes al cause principal en sus tramos medio e inferior.	Cursos de agua temporarios y lagunas de escasas dimensiones.	Cursos de agua temporarios en valles encausados
Drenaje superficial e interno		Excesivamente drenado y bien drenado.	Bien drenado	Imperfectament e drenado.	Bien drenado	Imperfectament e drenado a pobremente drenado.	Imperfectament e drenado a pobremente drenado.
Suelos	Subgrupos dominantes	Roca Hapludoles líticos Hapludoles típicos	Argiudoles típicos Hapludoles petrocálcicos	Argiudoles ácuicos Argiudoles típicos Natracuoles típicos	Argiudoles típicos Natracuoles típicos	Natracuoles típicos Argiudoles típicos Natracualfes típicos	Argiacuoles típicos Natracuoles típicos Natracualfes típicos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villarino C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@ unr.edu.ar

Textura superficial	Franco a Franco Arenosa	Franca a Franco limosa	Franca limosa	Franca limosa	Franca limosa a Franca	Franco limosa	
Textura subsuperficial I	Franca	Franco arcillo limoso	Arcillo limosa	Franco Arcillo limoso	Arcillosa	Franco arcillo limosa	
Régimen de humedad	Údico	Údico	Údico y Ácuico	Údico y Ácuico	Údico y Ácuico	Ácuico	
Limitantes	Profundidad Roca superficial Pedregosidad	Profundidad Suceptibilidad a la erosión hídrica	Drenaje Sodicidad	Suceptibilidad a la erosión hídrica Sodicidad	Drenaje Sodicidad	Drenaje Sodicidad	
Capacidad de uso	VIII, IV, III	II, IV	III, II, VI	II, VI	VI, II, VII	III,VI,VIII	
Índice de Productividad	Menor a 36	49	36	54-74	32	32	

\*Sistema de evaluación utilizado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (Klingebiel y Montgomery, 1961).  
 Fuente: Elaboración propia (Vazquez et al., 2013a)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarga.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

## CLASIFICACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES PARA DEFINIR EL USO DEL SUELO EN CADA AÑO SELECCIONADO (1988-1998-2008)

A fin de realizar el análisis comparativo de los cambios originados entre 1988, 1998 y 2008, se obtuvieron las imágenes clasificadas para cada año seleccionado (Figura 5, 6 y 7, Tabla 3). Las imágenes clasificadas permiten identificar diferentes tipos de uso de la tierra: áreas con pastizales naturales y pasturas artificiales perennes; áreas cultivables (en este caso, se refiere a lotes que se encuentran en el momento de la captura de la imagen sin cultivos), áreas cultivadas (que son los lotes en producción o con cultivos implantados en desarrollo), cuerpos de agua superficiales y zonas urbanas. Las áreas cultivables (áreas a ser cultivadas) y las áreas cultivadas, ambas representan en conjunto el total de tierras agrícolas (esta separación anual de áreas cultivables y cultivadas se genera debido a la realización del doble cultivo anual realizado en una única campaña agrícola). Mientras que las áreas ocupadas con pastizales y pasturas (dedicadas a la ganadería) perduran durante toda la campaña anual (Figura 4).

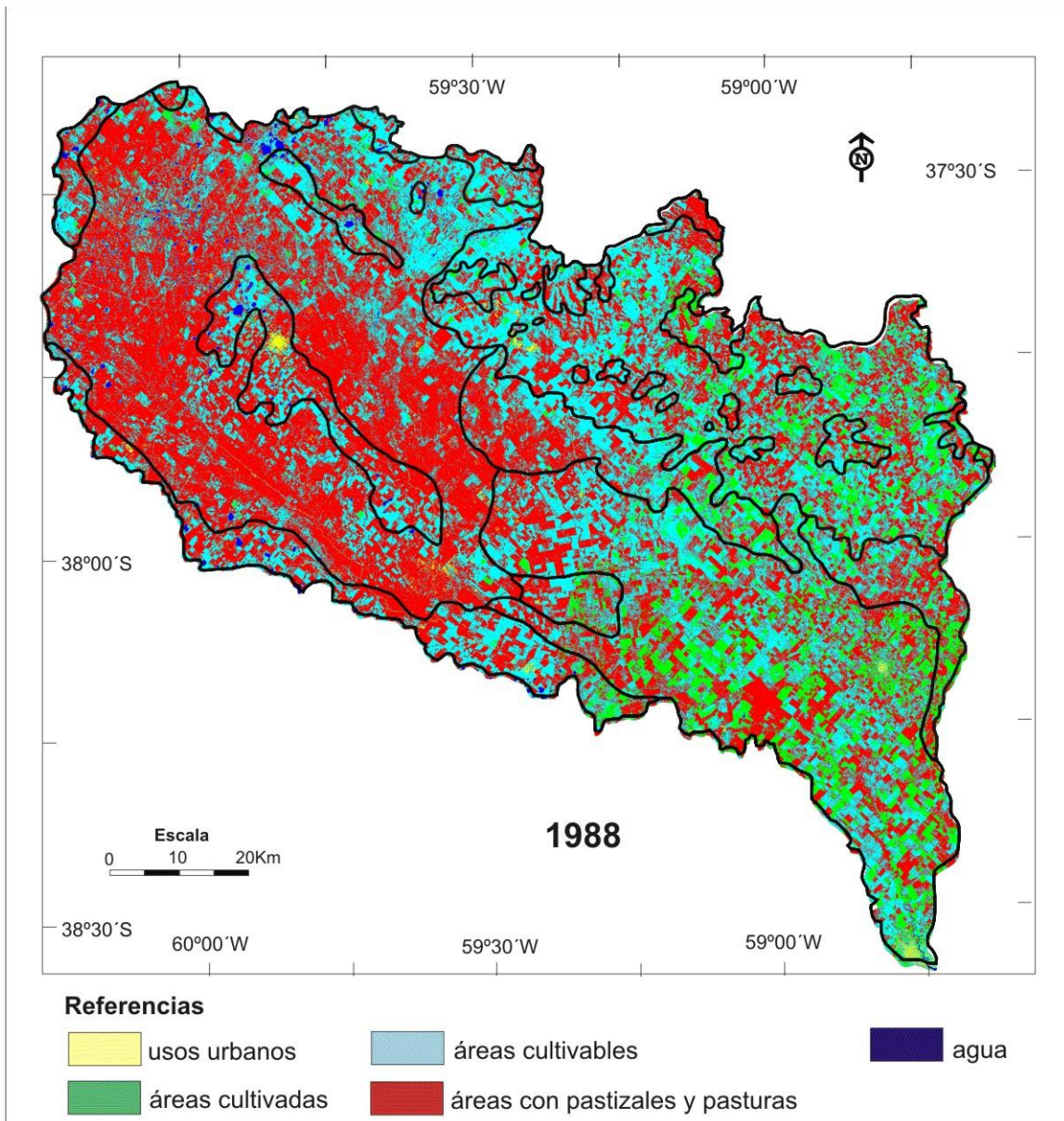
**Tabla 3.** Superficies ocupadas por los distintos usos de la tierra en las unidades ecológicas

Año	Tipos de usos	UEc1	UEc2	UEc3	UEc4	UEc5	UEc6
		Sup (Km <sup>2</sup> )					
1988	Agrícolas	142,4	1347,2	457,8	1315,9	405,3	982,5
	Ganaderos	118,3	925,4	600,5	946,5	362,7	2226,8
	Urbanos	0,7	2,3	2,9	16,3	0,2	1,0
	Agua	0,6	11,1	25,8	6,3	1,6	43,9
1998	Agrícolas	124,0	1349,0	666,0	1793,0	460,0	1473,0
	Ganaderos	135,0	900,5	355,0	441,0	305,0	1690,0
	Urbanos	1,0	3,0	3,0	27,0	0,3	1,2
	Agua	2,0	33,5	63,0	24,0	9,0	90,0
2008	Agrícolas	171,1	1699,0	749,8	1876,0	478,6	1517,7
	Ganaderos	87,8	564,0	298,0	354,0	282,0	1714,0
	Urbanos	3,0	19,0	12,8	35,0	3,2	9,5
	Agua	0,1	4,0	26,4	21,1	5,6	13,0
<b>Sup. total de la UEc</b>		<b>262,0</b>	<b>2286,0</b>	<b>1087,0</b>	<b>2285,0</b>	<b>769,8</b>	<b>3254,2</b>

Fuente: Elaboración propia<sup>10</sup>

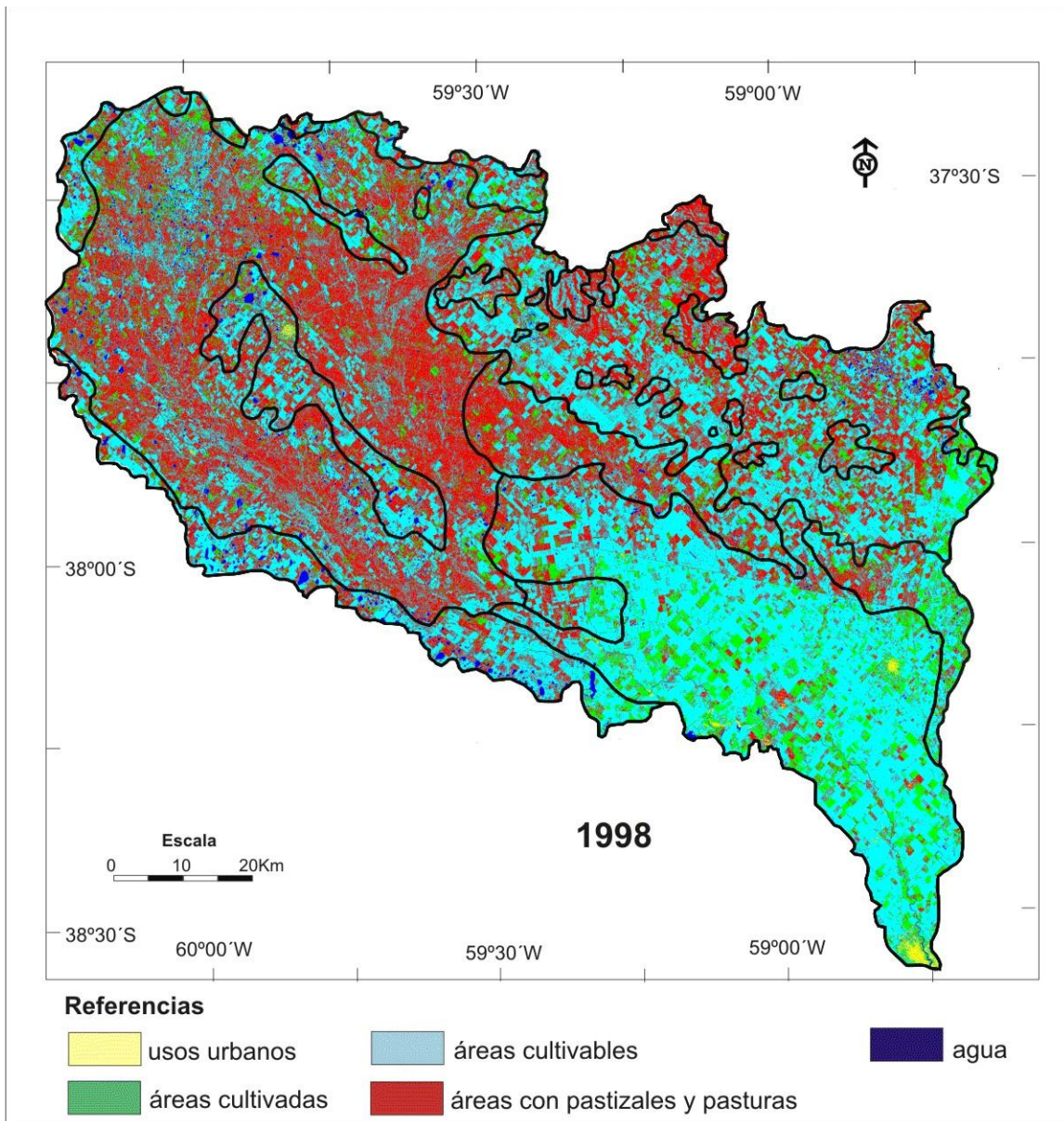
<sup>10</sup> En este caso particular, se observó que el valor del índice de exactitud global es igual a 0,94% (R software obtenido de la página <http://www.r-project.org/>).

**Figura 5.** Usos de la tierra en las Unidades Ecológicas de la Cuenca del río Quequén Grande (1988)



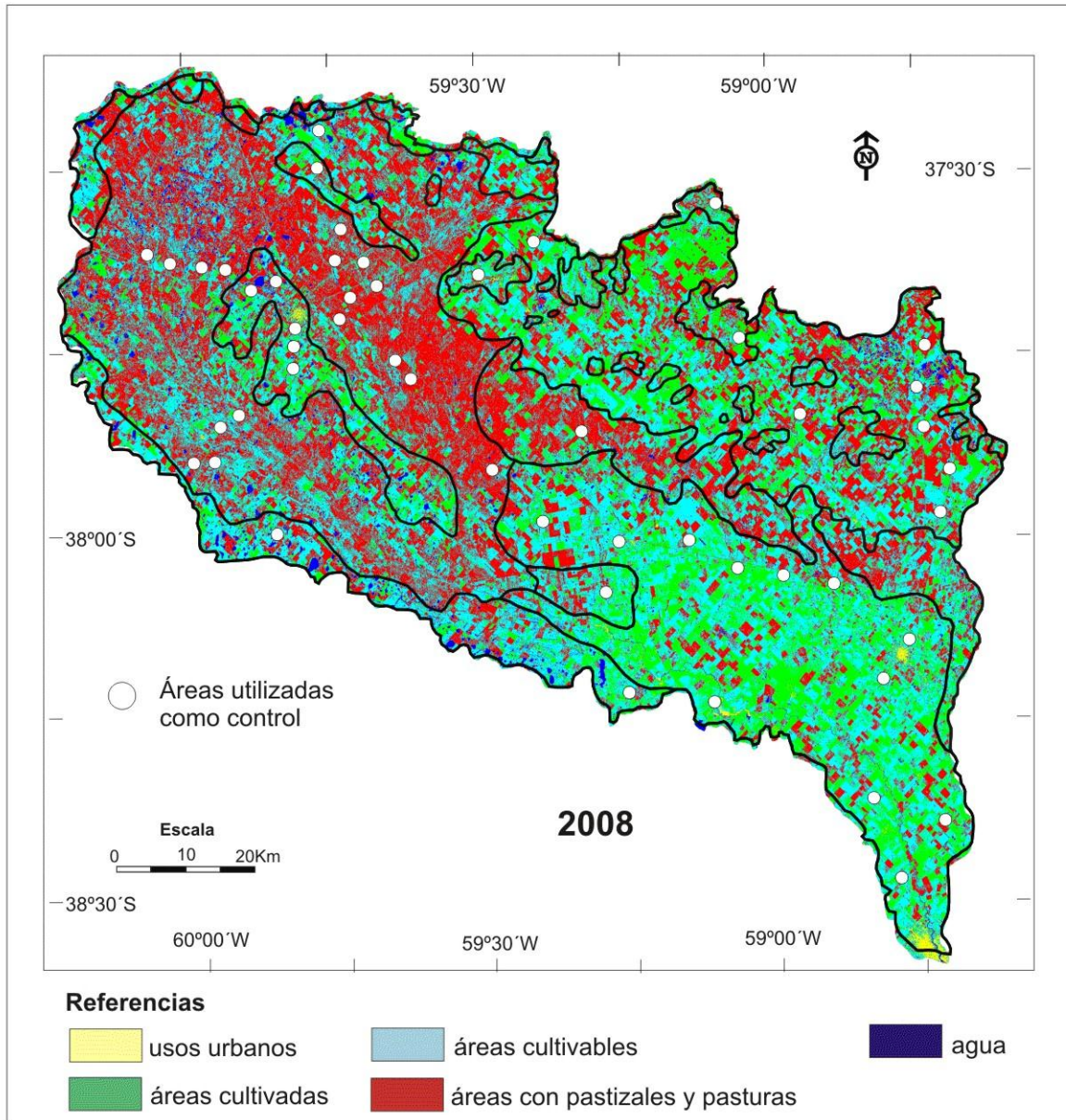
Fuente: Elaboración propia (Vazquez et al., 2012)

**Figura 6.** Usos de la tierra en las Unidades Ecológicas de la Cuenca del río Quequén Grande (1998)



Fuente: Elaboración propia (Vazquez et al., 2012)

**Figura 7.** Usos de la tierra en las Unidades Ecológicas de la Cuenca del río Quequén Grande (2008)



Fuente: Elaboración propia (Vazquez et al., 2012)

Entre 1988 y 2008 la agricultura aumentó un 37,7%, por el reemplazo de la ganadería. Se observa, que en el primer período seleccionado de 10 años (1988-1998), los usos agrícolas



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarga.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

aumentaron un 26,1%, en detrimento de los usos ganaderos, los cuales disminuyen en proporción equivalente. Mientras, que en el segundo período consecutivo, y también de 10 años (1998-2008), si bien las tendencias continuaron afianzándose, los usos agrícolas sólo aumentaron un 10,7% (siendo este valor, menor a la mitad del incremento del primer período). Ese acrecentamiento se produce nuevamente a expensas de las áreas ganaderas, las cuales disminuyen un 13,7%.

El mayor crecimiento de la agricultura en el primer período (1988-1998), se origina sobre las áreas ganaderas, es decir, a partir de las áreas ocupadas por pastizales y pasturas en 1988. En el período 1998-2008, la agricultura aumentó en menor proporción; aunque se asume que en este período se promueve una intensificación de la actividad mediante la utilización de la técnica de doble cultivo, basada en la siembra directa.

Del análisis de los datos de superficies surge que en el año 1988, la agricultura superaba el 50% en la UEc1, UEc2, UEc4 y UEc5, con un máximo de 58,9%. Mientras que en 1998, la superficie agrícola se extiende en casi un 60% o más de las UEc2, UEc3, UEc4 y UEc5, con un valor máximo de 78,5%. Finalmente, en el último año (2008) todas las unidades, excepto la UE6 (planicies aluviales bajas e inundables), presentan una media de 70,6% de superficie destinada a cultivos agrícolas, alcanzando la UEc4 (lomas muy amplias suavemente onduladas a planas) un 82,1%.

La identificación y caracterización de las UEc de la CrQG muestra que en el primer período seleccionado (1988-1998), la agriculturización avanzó principalmente en la UEc6 de planicies aluviales bajas e inundables, en un 49,9%; en segundo orden se incrementó en la UEc3, de lomas planas recortadas por numerosas vías de escurrimiento, donde se produjo un aumento de la agricultura del 45,5%, y por último en la UEc4, de lomas muy amplias suavemente onduladas a planas, con un incremento del 36,3%. Sucesivamente, produjo a una disminución de áreas de pastoreo destinados a la ganadería del 24,1%, 40,9% y 53,4%, respectivamente. En el segundo período (1998-2008), se extiende considerablemente la agricultura en las unidades ecológicas correspondientes a sierras, elevaciones del Sistema de Tandilia (UEc1: 38%) y en las lomas que bordean los paisajes serranos del sistema de Tandilia (UEc2: 25,9%);



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarga.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

y, en forma inversa, se origina una disminución de 35,0% y 37,4% respectivamente, en la superficie dedicada a pastoreo.

Por lo tanto, es el primer período, donde se verifican las mayores transformaciones en el uso de la tierra en las unidades ecológicas, debido a la expansión de la agricultura. Es importante precisar además que, en ambos períodos, los crecimientos de la agricultura sobre las unidades ecológicas se dieron de manera totalmente diferenciada, ya que las unidades más afectadas no fueron las mismas.

Las superficies ocupadas por cuerpos de agua superficiales aumentan un 148% entre 1988-1998, mientras que son significativamente menores en el período 1998-2008, donde disminuyen en un 68,8%. El proceso mencionado se evidencia principalmente en la UEc6, en el primer período, con un incremento del 462,5%; mientras que en el segundo, se da principalmente en las unidades ecológicas de UEc1: 94%, UEc2: 88,1% y UEc6: 85,6%.

Por último, el uso referido a asentamientos urbanos, se caracteriza por una expansión del 51,7% entre 1988-1998, siendo la unidad ecológica con mayor incremento la UEc4 (65,6%) y UEc5 (50%). Luego, en el segundo período, comprendido entre 1998 y 2008, el crecimiento fué del 132,3%, siendo la unidad ecológica con mayor incremento (966,7%) la UEc5. Este hecho, se asocia con el proceso de expansión urbana de un sector del núcleo Necochea-Quequén, Benito Juárez y Lobería, ciudades cabeceras de partido que concentran la población urbana de la cuenca (alrededor de 110.000 habitantes).

## **DEFINICIÓN DE LAS UNIDADES DE AGRICULTURIZACIÓN (UA<sub>g</sub>)**

En la Tabla 4, se detallan los porcentajes de incremento o decrecimiento del uso referido a agricultura, en la clasificación de imágenes satelitales, para los períodos seleccionados (1988-1998 y 1998-2008), con la finalidad de obtener posteriormente las (UA<sub>g</sub>).

**Tabla 4.** Porcentajes de incremento o decrecimiento del uso agrícola

Período	UEc1	UEc2	UEc3	UEc4	UEc5	UEc6
	Incremento de superficies agrícolas (%)					
<b>1988-1998</b>	-12,9	0,1	45,5	36,3	13,5	49,9
<b>1998- 2008</b>	38,0	25,0	12,6	4,6	4,0	3,0

Fuente: Elaboración propia

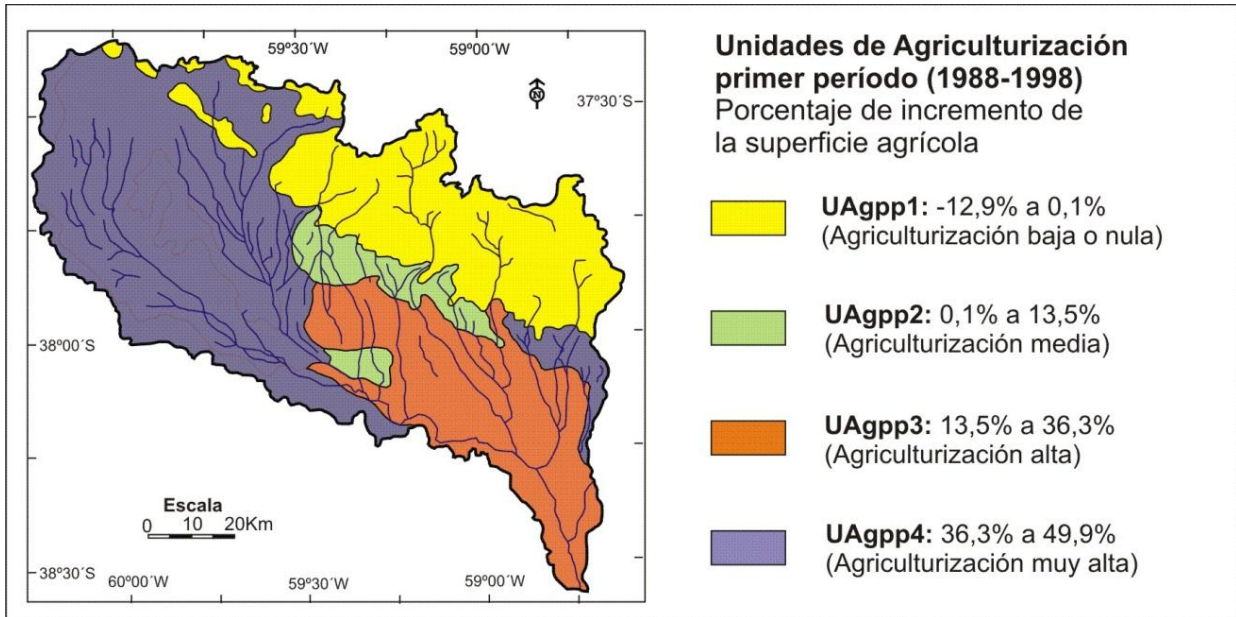
En la Figura 8, se observa que quedan representadas cuatro unidades de agriculturización en el primer período (Agpp), como fue explicado en la metodología, se integran en intervalos los valores de agriculturización del primer período, y por otra parte los del segundo período, los mismos obedecen a la configuración espacial obtenida a partir de la clasificación de los porcentajes de incremento del área agrícola por cortes naturales, que permitió establecer distintas categorías para cada período. Entre 1988 y 1998 los intervalos fueron: -12,9% a 0,1% (agriculturización baja o nula); 0,1% a 13,5% (agriculturización media); 13,5% a 36,3% (agriculturización alta); y 36,3% a 49,9% (agriculturización muy alta). Entre 1998 y 2008, dichos valores fueron agrupados de la siguiente forma: 3,0% a 4,6% (agriculturización baja o nula); 4,6% a 12,6% (agriculturización media); 12,6% a 25,0% (agriculturización alta); y 25,0% a 38,0% (agriculturización muy alta).

Los resultados muestran que en el primer período (1988-1998) la UEc3 y la UEc6, correspondientes a las unidades de lomas planas recortadas por numerosas vías de escurrimiento y planicies aluviales bajas e inundables, respectivamente, se fusionaron en la UAgpp4, que representa a un proceso de agriculturización muy alto.

Mientras que la UAg4 correspondiente a la UEc de lomas muy amplias suavemente onduladas o planas, queda constituida por la UAgpp3 indicando un alto proceso de agriculturización, y la UAg5 en la UAgpp2 (agriculturización media); esta unidad se corresponde con la UEc de planicies bajas y planas a suavemente onduladas. Por último, la UAg1 y la UAg2 quedan agrupadas en la UAgpp1, la cual muestra un proceso de agriculturización bajo a nulo, las

mismas integran las unidades ecológicas de Sierras y elevaciones del sistema de Tandilia y pedemonte o lomas que bordean los paisajes periserranos de Tandilia.

**Figura 8.** Unidades de Agriculturización del primer período (1988-1998)



Fuente: Elaboración propia (Vazquez et al., 2013a)

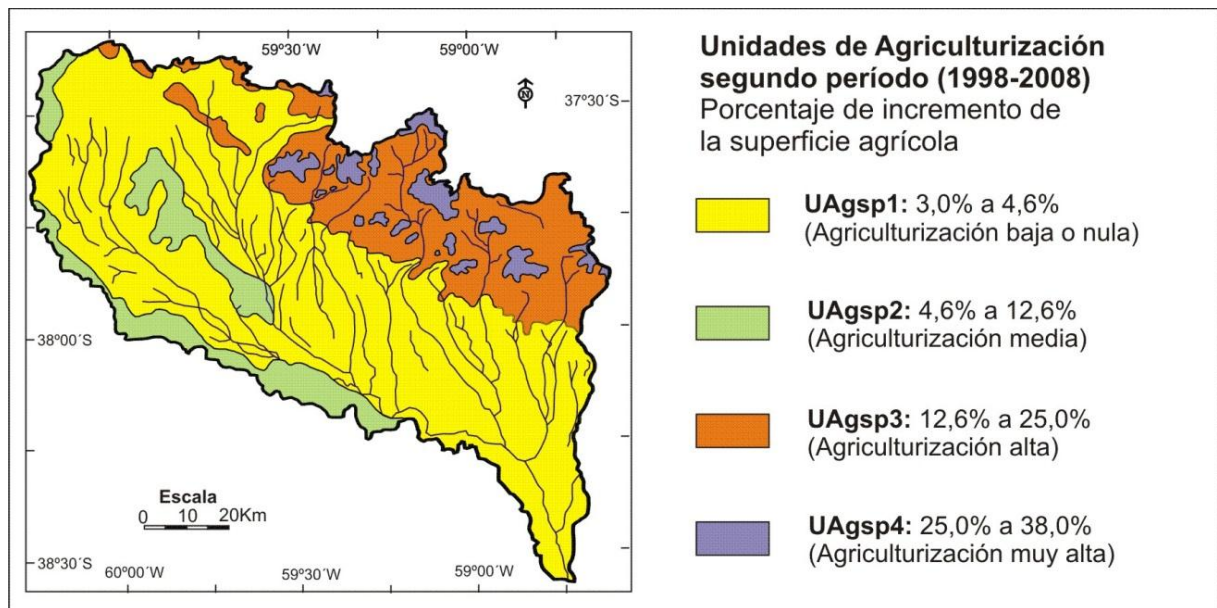
La Figura 9, muestra que las unidades de agriculturización del segundo período seleccionado (UAgsp, 1998-2008) también quedan representadas en cuatro unidades.

Se observa que la UEc1, perteneciente a las unidades ecológicas de Sierras y elevaciones del sistema de Tandilia, se corresponde con la UAgsp4 indicando un muy alto proceso de agriculturización, en las áreas correspondientes a valles interserranos cultivables (con predominio de *Hapludoles Líticos*); mientras que la UEc2, correspondiente a áreas de pedemonte o lomas que bordean los paisajes periserranos de Tandilia, lo hace con la UAgsp3, la cual expresa un valor alto de agriculturización.

La UEc3, correspondiente a la unidad de lomas planas recortadas por numerosas vías de escurrimiento, queda integrada en la UAgsp2, indicando un valor medio de agriculturización, en

tanto que la UEc4, UEc5 y UEc6, quedan agrupadas en la UAgsp1, la cual muestra un proceso de agriculturización entre bajo a nulo; las mismas están constituidas por las UEc de lomas muy amplias suavemente onduladas o planas, planicies bajas y planas a suavemente onduladas y lomas planas recortadas por numerosas vías de escurrimiento, respectivamente.

**Figura 9.** Unidades de Agriculturización del segundo período (1998-2008)

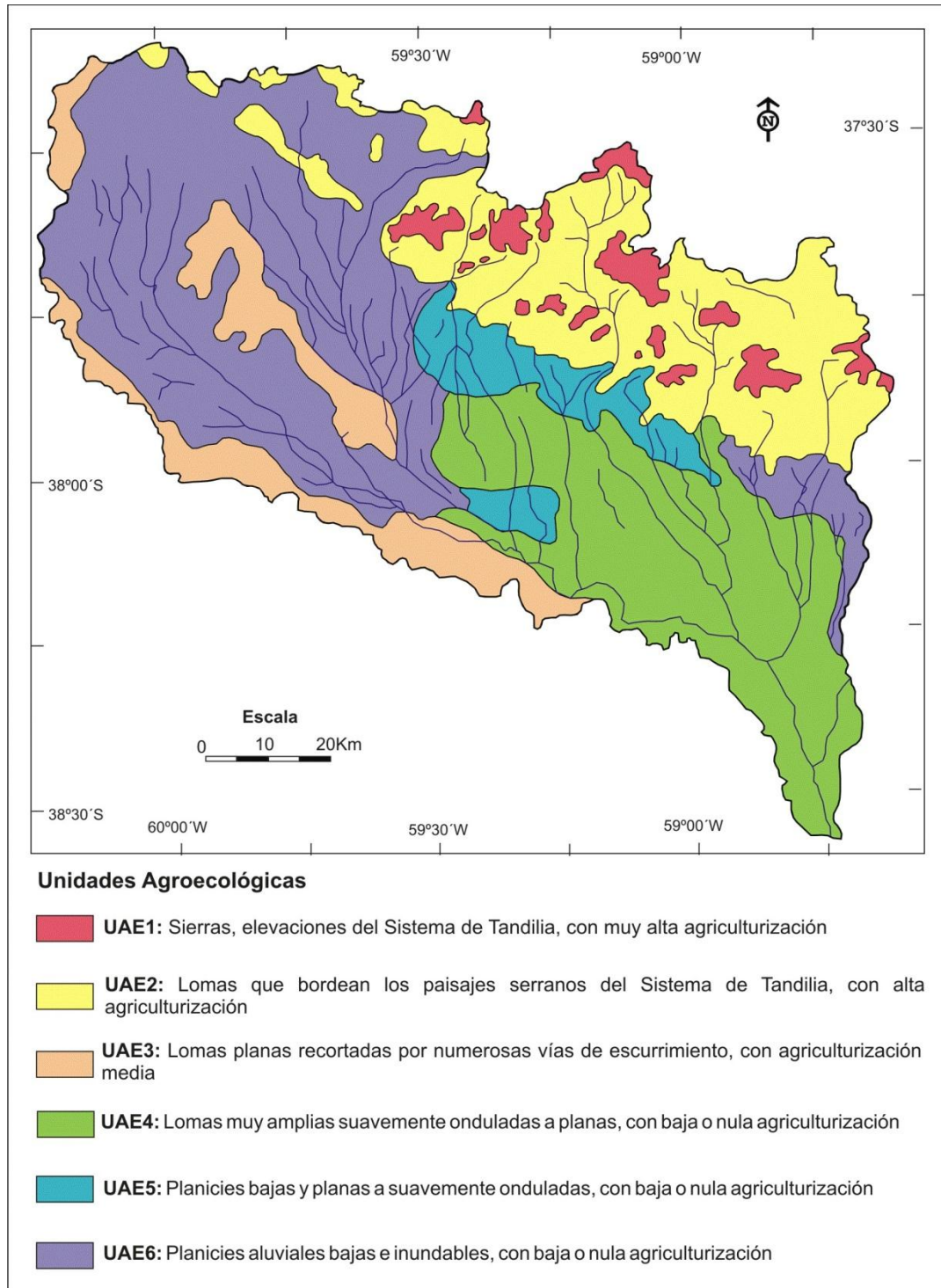


Fuente: Elaboración propia (Vazquez et al., 2013a)

## DEFINICIÓN DE UNIDADES AGROECOLÓGICAS (UAE)

Finalmente se obtienen mediante la función Geoprocessing de ArcView 3.2, la integración de las UEc con las UAg, dando como resultados un mapa de UAE de la CrQG (Figura 10).

**Figura 10. Unidades Agroecológicas de la Cuenca del río Quequén Grande**



Fuente: Elaboración propia (Vazquez et al., 2013a)



## INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD

### 1. RIESGO DE CONTAMINACIÓN POR PLAGUICIDAS (RCP)

En el cálculo del indicador de riesgo de contaminación por plaguicidas (RCP), es importante destacar que, el valor absoluto del indicador no tiene significado en sí mismo, sino que su utilidad reside en la capacidad de comparar, en este caso, el potencial de contaminación en la cuenca en distintos años.

Siguiendo el procedimiento especificado en la metodología, el indicador de riesgo de contaminación aumenta en el primer período (1988-1998) 94,98%, mientras que en el segundo período (1998-2008) 43,31% (Tablas 5, 6 y 7). Los resultados obtenidos se correlacionan con las transformaciones agroproductivas en la CrGQ, donde se observó a partir de la clasificación de imágenes, que se generó un aumento de la agricultura en desmedro de la ganadería, del 26,1%, con una reducción del 26,2% en las áreas con pastizales y pasturas artificiales, entre 1988 y 1998; y luego, entre 1998 y 2008, las áreas agrícolas aumentaron en un 10,7% y se disminuyeron las áreas destinadas a pastoreo en un 13,7% (Tabla 3 – ver discusión Capítulo 5).

Cabe aclarar que para realizar la estimación, se determinaron mediante entrevistas, algunos de los principales agroquímicos utilizados en los establecimientos agrícolas de la CrQG en los períodos 1988-1998 y 1998-2008 (Tablas 5, 6 y 7). Los resultados revelan que algunos de los principios activos de los compuestos químicos aplicados en el primer período (1988-1998) corresponden a agroquímicos de primera generación. En relación con ello, se observa que en 1988, se utilizaban plaguicidas de altísima peligrosidad e impacto sobre el ambiente como es el caso del DDT (Dicloro Difenil Tricloroetano). Por otra parte, y con mayor predominancia respecto de los iniciales, se utilizaban agroquímicos de segunda generación.

Los agroquímicos utilizados en el segundo período (1998-2008), ya pasan a ser menos tóxicos, variando sólo entre los años seleccionados, la marca comercial y los valores de venta de los productos.

**Tabla 5.** Principales plaguicidas empleados en 1988 en la CrQG, características, cantidades aplicadas y superficies en las que se utilizan

Plaguicidas	DL 50	Ksp	R	Koc	T 1/2	C 1988	S 1988	RCP 1988
<b>Herbicidas</b>								
Picloran	0,048	3	4	5	5	0,025		
Paraquat	1,840	2	4	1	5	2		
Clorimurón	0,196	4	4	4	3	0,002		
2,4Dsal amina	0,882	3	4	5	2	0,8		
Atrasina	0,325	2	4	4	3	3		
<b>Fungicidas</b>								
Propiconazole	0,125	3	4	4	3	0,8		
Tebuconazole	0,063	2	4	2	2	1		
<b>Insecticidas</b>								
Cipermetrina	0,061	1	4	2	3	0,15		
Endosulfán	2,692	1	4	3	3	1,0		
Clorpirifos	2,152	1	4	3	3	0,4		
Metamidifós	50,000	5	4	5	1	0,7		
Aldrin	25,641	2	4	2	2	0,7		
DDT	8,850	4	4	5	1	0,3		
<b>Totales</b>							<b>465110</b>	<b>0,15</b>

### Referencias

*DL 50*: dosis letal 50 (ton/g); *Ksp*: solubilidad (g/g); *R*: permeabilidad (4 corresponde al valor establecido para la Pampa Austral); *Koc*: coeficiente de adsorción del compuesto por la fase orgánica del suelo (g/g); *T*<sup>1/2</sup>: vida media de los productos utilizados (días); *C 1988*: cantidad de producto aplicada anualmente por hectárea (l/ha); *S 1988*: superficie de áreas agrícolas en la cuenca (ha); y *RCP 1988*: Riesgo de contaminación por plaguicidas en el año señalado.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6.** Principales plaguicidas empleados en 1998 en la CrQG, características, cantidades aplicadas y superficies en las que se utilizan

Plaguicidas	DL 50	Ksp	R	Koc	T 1/2	C 1998	S 1998	RCP 1998
<b>Herbicidas</b>								
Glifosato	0,086	5	4	1	3	2		
Paraquat	1,840	2	4	1	5	2		
Clorimurón	0,196	4	4	4	3	0,002		
2,4Dsal amina	0,882	3	4	5	2	0,8		
Atracina	0,325	2	4	4	3	2,5		
<b>Fungicidas</b>								
Propiconazole	0,125	3	4	4	3	0,8		
Tebuconazole	0,063	2	4	2	2	1		
<b>Insecticidas</b>								
Cipermetrina	0,061	1	4	2	3	0,15		
Endosulfán	2,692	1	4	3	3	1,0		
Clorpirifos	2,152	1	4	3	3	0,5		
Metamidifós	50,000	5	4	5	1	0,7		
<b>Totales</b>							<b>586500</b>	<b>0,29</b>

#### Referencias

*DL 50*: dosis letal 50 (ton/g); *Ksp*: solubilidad (g/g); *R*: permeabilidad (4 corresponde al valor establecido para la Pampa Austral); *Koc*: coeficiente de adsorción del compuesto por la fase orgánica del suelo (g/g); *T*<sup>1/2</sup>: vida media de los productos utilizados (días); *C 1998*: cantidad de producto aplicada anualmente por hectárea (l/ha); *S 1998*: superficie de áreas agrícolas en la cuenca (ha); y *RCP 1998*: Riesgo de contaminación por plaguicidas en el año señalado.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 7.** Principales plaguicidas empleados en 2008 en la CrQG, características, cantidades aplicadas y superficies en las que se utilizan

Plaguicidas	DL 50	Ksp	R	Koc	T 1/2	C 1988	S 1988	RCP 1988
<b>Herbicidas</b>								
Glifosato	0,086	5	4	1	3	3		
Paraquat	1,840	2	4	1	5	2		
Clorimurón	0,196	4	4	4	3	0,002		
2,4Dsal amina	0,882	3	4	5	2	0,8		
Atrasina	0,325	2	4	4	3	4		
<b>Fungicidas</b>								
Propiconazole	0,125	3	4	4	3	0,8		
Tebuconazole	0,063	2	4	2	2	1		
<b>Insecticidas</b>								
Cipermetrina	0,061	1	4	2	3	0,15		
Endosulfán	2,692	1	4	3	3	1,2		
Clorpirifos	2,152	1	4	3	3	0,6		
Metamidifós	50,000	5	4	5	1	0,8		
<b>Totales</b>							<b>649220</b>	<b>0,42</b>

#### Referencias

*DL 50*: dosis letal 50 (ton/g); *Ksp*: solubilidad (g/g); *R*: permeabilidad (4 corresponde al valor establecido para la Pampa Austral); *Koc*: coeficiente de adsorción del compuesto por la fase orgánica del suelo (g/g); *T* $\frac{1}{2}$ : vida media de los productos utilizados (días); *C 2008*: cantidad de producto aplicada anualmente por hectárea (l/ha); *S 2008*: superficie de áreas agrícolas en la cuenca (ha); y *RCP 2008*: Riesgo de contaminación por plaguicidas en el año señalado.

Fuente: Elaboración propia

Como fue mencionado anteriormente, los resultados obtenidos revelan que este incremento del 179,42% entre 1988 y 2008 en el valor del indicador, se asocia directamente con el proceso de agriculturización descripto.

## 2. RIESGO DE INTERVENCIÓN DE HÁBITAT (RIH)

Ahora bien, el indicador de riesgo de intervención de hábitat (RIH) varía en función de las transformaciones agropecuarias generadas en la CrGQ, como consecuencia del importante incremento en el tiempo de la agricultura en detrimento de la ganadería. En este proceso, la vegetación nativa se ve fuertemente afectada, tal como lo demuestra el cálculo del indicador de RIH. En la Tabla 8 se especifican los coeficientes aplicados para cada año y los resultados de RIH obtenidos para los distintos períodos (Vazquez y Zulaica, 2011).

**Tabla 8.** Cuenca del río Quequén Grande: Riesgo de Intervención de Hábitat en 1988, 1998 y 2008

Actividades		cpSupAc	Ce	Or	Pe	Oev	Osv	RPIH	RIH
1988	Agrícolas	0,468	10	7,5	5	0	0	0,865	0,405
	Ganaderas	0,521	5	7,5	0	0	0	0,481	0,250
	Urbanas	0,002	10	7,5	5	2,5	1	1,000	0,002
	<i>Total</i>								<b>0,657</b>
1998	Agrícolas	0,59	10	7,5	5	0	0	0,865	0,511
	Ganaderas	0,384	5	7,5	0	0	0	0,481	0,185
	Urbanas	0,004	10	7,5	5	2,5	1	1,000	0,004
	<i>Total</i>								<b>0,699</b>
2008	Agrícolas	0,65	10	7,5	5	0	0	0,865	0,563
	Ganaderas	0,332	5	7,5	0	0	0	0,481	0,160
	Urbanas	0,008	10	7,5	5	2,5	1	1,000	0,008
	<i>Total</i>								<b>0,730</b>

### Referencias

*cpSupAc*: coeficiente de ponderación que indica la proporción de la superficie de la cuenca ocupada por la actividad; *Ce*: coeficiente relativo a la cantidad de especies; *Or*: coeficiente referido al origen; *Pe*: coeficiente de periodicidad; *Oev*: coeficiente de organización de estratos verticales; y *Osv*: coeficiente de estratos subverticales; *RPIH*:



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villavieja C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarga.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

indicador de riesgo parcial de intervención del hábitat; y *RIH*: indicador de riesgo de intervención del hábitat.

Fuente: Elaboración propia

El cálculo del indicador de RPIH revela que, entre las actividades rurales, las agrícolas ocasionan un mayor impacto sobre la flora nativa. Como la ganadería sustituye parcialmente la vegetación nativa, el coeficiente correspondiente a la cantidad de especies se reduce y el relativo a periodicidad no se considera dado que, en general, las especies utilizadas como forraje son perennes. No obstante, es importante resaltar que en los sectores de la cuenca en los cuales la ganadería se desarrolla sobre pastos naturales (aproximadamente el 80% según datos obtenidos en campañas, ubicados principalmente en los sectores de fuertes pendientes de las Sierras y elevaciones del Sistema de Tandilia, Planicies bajas y planas a suavemente onduladas, y las planicies aluviales bajas y mal drenadas), el RIH se reduce a un valor de 0,115 mientras que cuando se trata de pastos cultivados, el indicador podría alcanzar 0,673.

Lógicamente, el indicador de riesgo parcial correspondiente a usos urbanos alcanza el máximo valor (1). Esto se debe a que el ecosistema natural se encuentra completamente sustituido. En este trabajo no se estima el RPIH asociado con las áreas ocupadas por agua.

Dado que no se realizaron para este trabajo estudios específicos en los cuerpos de agua, se asume que en esta clase de uso, el riesgo es mínimo o nulo ya que la presencia de agua limita las distintas intervenciones.

Cuando se incorporan los datos relativos a la superficie de las actividades desarrolladas en la cuenca en los distintos años, se verifica que entre 1988 y 2008 existe un incremento en el valor del RIH, el cual asciende de 0,657 a 0,730 (11,11%). Entre 1988-1998 el RIH se incrementó en un 6,39% mientras que en el período 1998-2008 ese incremento es del 4,43%. Esto también se correlaciona con el aumento de la agricultura en desmedro de la ganadería ya que las áreas agrícolas se incrementan un 26,1% entre 1988 y 1998, mientras que aumentan en menor proporción, 10,7%, entre 1998 y 2008. Este aumento se tradujo en una reducción del 26,2% y 13,7% de las áreas con pastizales y pasturas, respectivamente (ver discusión Capítulo 5).

### 3. IMPACTO SOBRE EL ECOSISTEMA (ISE)

Siguiendo el procedimiento propuesto en la metodología, el indicador de impacto sobre el ecosistema (ISE), se representa a continuación (Tabla 9).

**Tabla 9.** Indicador de Impactos sobre el Ecosistema en la Cuenca del río Quequén en los años 1988, 1998 y 2008.

		Actividades	P	RIH	RCP	Total
<b>Años</b>	1988	Agrícolas	0,468	0,657	0,15	<b>0,37</b>
	1998	Agrícolas	0,590	0,699	0,29	<b>0,58</b>
	2008	Agrícolas	0,653	0,730	0,42	<b>0,75</b>

#### Referencias

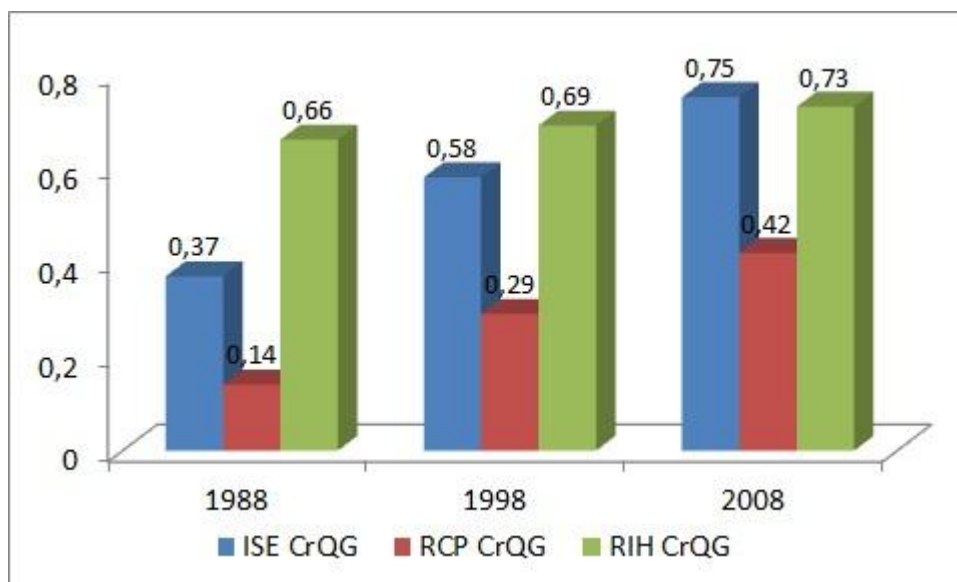
**P:** corresponde a la proporción del uso del suelo destinado a la agricultura, sobre el total de la cuenca.

**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de Viglizzo (2003) y entrevistas

El análisis de los resultados obtenidos, permite establecer que, en el primer año seleccionado, la CrGQ (1988) revela un ascenso de 56,75% y 29,31% para cada período seleccionado, siendo el ascenso total entre 1988 y 2008 del 102,70%.

Ahora bien, si se analizan los tres indicadores (RCP, RIH e ISE) en conjunto en el total de la cuenca (Gráfico 1), se observa que con la evolución de las transformaciones agroproductivas y el permanente aumento de las áreas agrícolas en detrimento de las ganaderas, genera que los impactos ambientales manifiesten incrementos en cada año seleccionado.

**Gráfico 1.** Indicadores de sustentabilidad (RCP, RIH e ISE): valores obtenidos para la Cuenca (CrQG) en los años seleccionados (1988, 1998 y 2008).



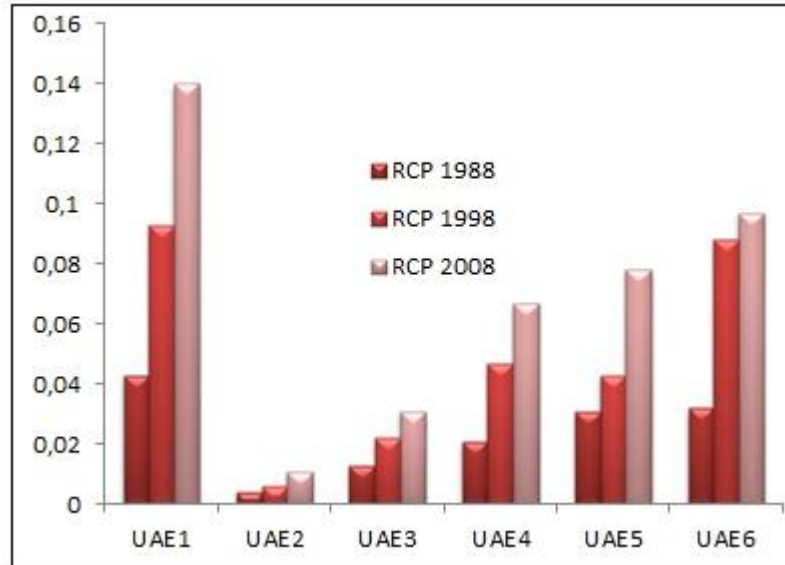
Fuente: Elaboración propia

## INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD POR UNIDADES AGROECOLÓGICAS

Para ambos períodos seleccionados, 1988-1998 y 1998-2008, los resultados muestran que se genera un incremento de la agricultura diferencial sobre las diversas UAE de la CrGQ, obtenidos estos a partir de datos estadísticos basados en sensores remotos (Gráfico 2, 3 y 4).

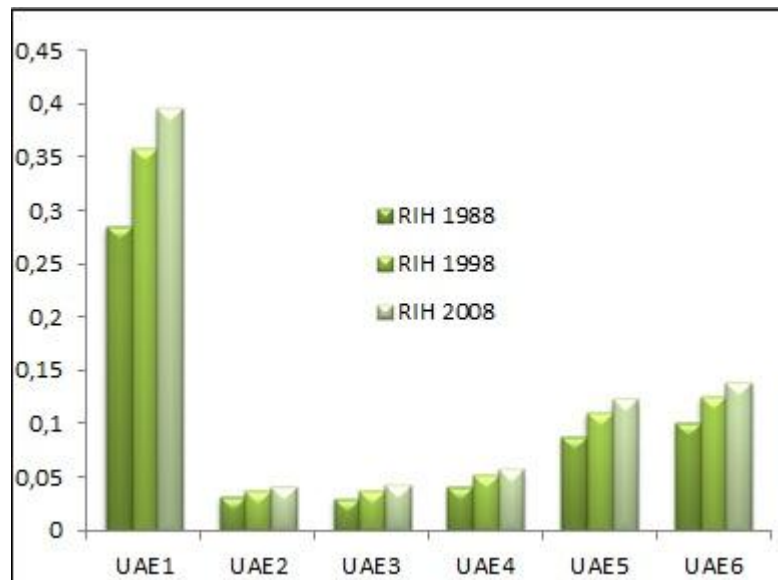
Además, al hacer referencia específica a los indicadores de RCP, RIH e ISE, se observa que presentan valores más elevados en cada año seleccionado (Gráfico 2, 3, 4), sobre todo en las unidades de Sierras y elevaciones del Sistema de Tandilia (UE1), continuando en orden de importancia las planicies aluviales bajas e inundables (UEc6) y las planicies bajas y planas suavemente onduladas (UEc5), y luego disminuyen aún más los valores para las lomas muy amplias suavemente onduladas a planas (UAE4) (ver discusión Capítulo 5).

**Gráfico 2.** Indicador de sustentabilidad, RCP: valores obtenidos para las distintas unidades agroecológicas (UAE) en los años seleccionados (1988, 1998 y 2008).



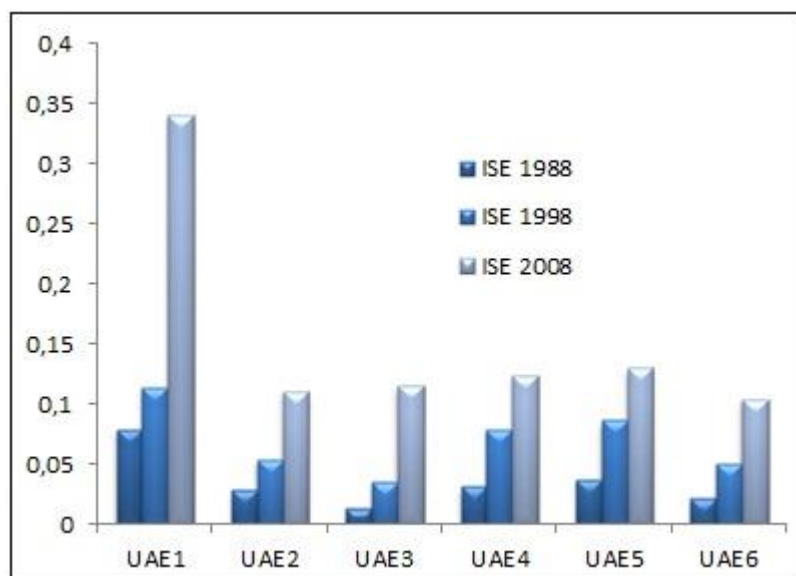
Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 3.** Indicador de sustentabilidad, RIH: valores obtenidos para las distintas unidades agroecológicas (UAE) en los años seleccionados (1988, 1998 y 2008).



Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 4.** Indicador de sustentabilidad, ISE: valores obtenidos para las distintas unidades agroecológicas (UAE) en los años seleccionados (1988, 1998 y 2008).



Fuente: Elaboración propia

Los valores absolutos obtenidos, permiten afirmar que los riesgos están mayormente focalizados en la UAE1, la misma está caracterizada como vulnerable en el proceso de agriculturización, debido a que en las mismas se hayan las cabeceras de cuencas las cuales son indispensables conservar; además teniendo en cuenta que se presentan pendientes mayores a 50%, esto genera complicaciones a la hora de implementar manejos de prácticas agrícolas conservacionistas, debido fundamentalmente a las pendientes elevadas y erosión hídrica, sumado a las características del subgrupos de suelos asociados donde se avanza los cultivos, los *Hapludoles líticos* (Gandini y Entraigas, 1995; Requesens et al., 1997), los cuales presentan una delgada cubierta de depósitos eólicos sobre la roca, exhibiendo condiciones de escasa profundidad.

Mientras que continúa en importancia de riesgos e impactos, la UAE6, la cual presenta pendientes del 0,1%, y se haya limitada sobre todo en las zonas más bajas, consideradas como



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villavieja C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarga.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

superficies llanas con excesiva humedad, que sufren frecuentes inundaciones por cursos de agua de tipo temporarios, lo que hace que se presenten suelos más bien anegadizos, con condiciones inadmisibles para la producción de cultivos en general (*Natracuoles típicos*, *Natracualfes típicos*), estas circunstancias restringen el uso eventualmente a campos naturales de pastoreo; aunque en las zonas más elevadas, áreas de microlomas, dentro de las planicies bajas inundables, surcadas por arroyos y cartografiadas en los Partidos de Benito Juárez, Gonzales Chaves y Necochea (*Argiacuoles típicos*), pueden ser utilizados para cultivos labrados pero teniendo en cuenta un manejo cuidadoso con respecto a las prácticas agrícolas, ya que su uso agrícola implica la aplicación sostenida de agroquímicos que se traduce en problemas tales como la contaminación de napas y acuíferos por infiltración.

De manera similar se comporta la UAE5, donde sería importante adoptar medidas tendientes a la conservación de suelos, dado que los mismos presentan limitaciones muy graves que los hacen inadecuados para el laboreo y su aptitud queda reducida casi exclusivamente al pastoreo. A esto se suma el inconveniente de presentar pérdidas económicas considerables debido al manejo inadecuado de las tierras propicias a inundaciones y anegamientos.

Por último, la UAE4, fué caracterizada como el área triguera por excelencia, siendo que la misma exhibe escasas limitaciones agrícolas y las prácticas culturales son de fácil aplicación.

No obstante, los porcentajes de incremento que no han sido los más relevantes en comparación con el resto, son los que corresponden a las lomas planas recortadas por numerosas vías de escurrimiento (UAE3) y lomas que bordean los paisajes serranos del sistema de Tandilia (UAE2).

A partir de los resultados obtenidos del cálculo de los indicadores para los tres años seleccionados (Gráfico 2, 3, 4), es posible afirmar que el RCP, el RIH y el ISE, se ven incrementados para todas las unidades de la cuenca en estudio (ver discusión Capítulo 5).

Luego, tal como plantean Ghersa et al. (2002) y Giuffré (2008), los impactos ambientales potenciales ligados a la actividad agropecuaria son muy numerosos y de diversa índole, tal



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarga.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

como se evidencian en los indicadores de sustentabilidad (RCP, RIH e ISE) estimados en las distintas unidades agroecológicas. Por lo tanto, y ante lo detallado con anterioridad, es que resulta inaplazable, fundamentalmente en la UAE1, elaborar estrategias de planificación del uso de los recursos naturales, promoviendo la preservación de los espacios nativos y fomentando incluso la protección de áreas que aún conservan su diversidad natural. Esto conforma un objetivo prioritario, dado que estas unidades han sido las más afectadas por las consecuencias generadas por las transformaciones agroproductivas en la CrQG.

A continuación, en el Capítulo 5, se presenta la discusión general de los resultados aportados en este capítulo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

## CAPÍTULO 5

### DISCUSIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villavieja C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarga.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

## ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DE LA CRQG

Para este caso de estudio, donde se tiene por objetivo analizar las transformaciones agroproductivas y ambientales entre 1988 y 2008 en las UAE de la CrQG a través de indicadores de sustentabilidad, primeramente se definieron las UAE de la cuenca, no obstante para esto anteriormente se delimitaron las UEc que se caracterizan por estar definidas como ambientes ecológicos heterogéneos entre sí; conjuntamente con las UAg, que se identifican por la evolución de la agriculturización en cada unidad espacial determinada. Ante lo mencionado, la ZAE de la cuenca, se convirtió en un instrumento interesante a la hora de subdividir en diferentes ambientes a la cuenca, este avance posteriormente permitirá generar bases para resolver problemas ambientales fundados en el avance de la agricultura en reemplazo de los pastizales naturales y pasturas artificiales. Tal es el caso de la región pampeana Austral Argentina, donde en respuesta a la agudización de los problemas ambientales generados por la agricultura desde la revolución verde, entre 1980-1990 surgió y cobró importancia el paradigma de la agricultura sustentable (Altieri, 1999; Sarandón, 2002a; Viglizzo et al., 2002; Requesens, 2006) con la idea de que el logro de sus objetivos dependen de una correcta gestión social, política, económica, tecnológica y ambiental, basadas en valores éticos (Zahedi y Gudynas, 2008).

### UNIDADES ECOLÓGICAS (UEc)

Aplicando la metodología descripta, se obtuvieron primeramente seis UEc en la CrQG (Figura 3 – Capítulo 4).

Para analizar los cambios en el uso de la tierra se clasificaron imágenes satelitales del área de estudio para cada año seleccionado (1988-1998-2008), se obtuvieron los diferentes usos de la tierra: agrícolas, pastizales y pasturas, agua y ciudades (Tabla 3 – Capítulo 4).

El análisis de la información procesada permite afirmar que el área de estudio es netamente agropecuaria, y fue posible observar las transformaciones ocurridas a partir del proceso de expansión denominado "agriculturización". Es así, que en los resultados, se estima que la CrQG, en los 20 años estudiados, la agricultura aumentó un 37,7%, en función del reemplazo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarga.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

de la ganadería. Esto se condice con lo expresado por Aizen et al. (2009), donde explican que como resultado de este proceso, entre 1990 y 2006 la superficie de Argentina destinada a agricultura experimentó un incremento del 45% y la diversidad de cultivos tuvo una caída superior al 20%. Al final de dicho período, la soja llegó a ocupar la mitad de la superficie cultivada en una clara tendencia a la homogeneización del paisaje agrícola. Szpeiner et al., 2007, también expresan que en las recientes décadas, se produjo una nueva serie de cambios sustanciales en los sistemas agrícolas pampeanos, sobre todo por la rápida expansión del cultivo de soja y, asociado con ella, la instalación masiva del procedimiento de siembra directa. Según datos de las últimas campañas agrícolas, Argentina es la tercera productora mundial de soja. De este modo, en pocas décadas, el mencionado modelo productivo en la tierra pampeana que incluía una variedad de cultivos y ganadería, se transformó en una extensa área altamente homogénea. Así, la intensificación agrícola de la década pasada y actual, presentada como una única alternativa productiva en el marco de un modelo de pensamiento único y hegemónico, ha generado transformaciones importantes en la estructura agraria pampeana (Pengue, 2004).

La CrQG no queda ajena a esta situación, la misma se haya inserta en la Región Pampeana Austral, y se observa en el primer período (1988-1998), que las mayores transformaciones en el uso de la tierra por UEc, son debido a la expansión de la agricultura (26,1%) sobre las áreas destinadas a pastoreo (pastizales naturales y pasturas artificiales) en 1988. Mientras que en segundo período (1998-2008) si bien continúa avanzando el proceso de agriculturización, lo hizo en una proporción menor a la media que en el caso anterior (10,7%), lo que se condice con lo indicado por Evans (1993), Foley et al. (2005), Ghera (2006) y FAO (2008), los cuales expresan que a medida que los suelos aptos para la agricultura resultaban limitantes, las necesidades humanas fueron satisfechas con el aumento de la producción por unidad de superficie mediante innovaciones tecnológicas continuas, conducentes a la intensificación productiva.

Ese acrecentamiento expuesto con anterioridad sobre la agricultura se produce a expensas de las áreas de pastizales y pasturas, las cuales disminuyen un 13,7%. El uso de sensores remotos en la actualidad conlleva a determinar dentro de toda la gama de posibilidades que los



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villafra C. C. N°14.  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarga.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

presentan, por ejemplo, cuales son los usos actuales y pasados de las diferentes UEc determinadas en una cuenca, punto que propone realizar ZAE, y justamente la utilización de sensores remotos, especialmente de los montados a bordo de satélites de observación de la tierra, permite obtener información de la superficie terrestre en tiempo real y a distintas escalas espaciales y temporales (Di Bella et al., 2008). Por lo anterior, es que una vez procesados los datos obtenidos de las imágenes, fue posible elaborar mapas temáticos de la CrQG para los años 1988, 1998 y 2008, además de obtener las diferencias entre los diferentes períodos (Figuras 5, 6 y 7 - Tabla 3 – Capítulo 4).

En ambos períodos (1988-1998 y 1998-2008), los crecimientos de la agricultura sobre las UEc se dieron de manera totalmente diferenciada, ya que las unidades más afectadas no fueron las mismas. La comparación de los cambios en los usos de la tierra por UEc permite destacar que los ambientes más afectados por las transformaciones agropecuarias durante los veinte años analizados, son la UEc6: planicies aluviales bajas e inundables, UEc3: lomas planas recortadas por numerosas vías de escurrimiento, y la UEc4: lomas muy amplias a suavemente onduladas a planas, en el período 1988-1998; mientras que entre 1998 y 2008, las mayores modificaciones se producen en las UEc1: Sierras, elevaciones del sistema de Tandilia, y en la UEc2: lomas que bordean los paisajes serranos del sistema de Tandilia. Para ambos períodos el incremento de la superficie agrícola se produjo en detrimento de la ganadería y en desmedro de pastizales naturales y pasturas (Figura 4 -Tabla 2 – Capítulo 4).

Ahora bien, el uso referido al agua superficial, donde se observa a partir de las imágenes clasificadas, que la mayor superficie ocupada por lagunas y ríos corresponde al año 1998, es consecuencia de la presencia de un régimen de precipitaciones mayor en 1998 (Informes del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), año correspondiente a un ciclo húmedo (Carbone et al., 2004). El área ocupada por agua es menor tanto en 1988, como en 2008. En ese sentido, los datos de reflectancia espectral, obtenidos mediante sensores remotos, son capaces de proporcionar observaciones consistentes y extensas de fenómenos, que permiten explicar que el aumento en el área agrícola pampeana muestra cambios no sólo en la composición del paisaje (proporción de los distintos tipos de cobertura) sino también en su



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarga.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

configuración (patrón con el que se distribuyen los distintos tipos de cobertura) (Paruelo et al., 2004).

En el período comprendido por los veinte años analizados, se verifica también la expansión de los principales núcleos urbanos de la cuenca, los cuales crecieron, principalmente, a expensas de las áreas rurales circundantes. En relación con ello, se evidencia un mayor crecimiento en el segundo período analizado. El proceso de expansión urbana, se asocia a un sector del núcleo Necochea-Quequén (UEc4), Benito Juárez y Lobería (UEc6), ciudades cabeceras de partidos que concentran la población urbana de la cuenca<sup>11</sup>. De la Fuente y Suarez (2008) explican que el crecimiento de la población humana, el consumo *per capita* y la complejidad de los centros urbanos impulsan la expansión de la agricultura y la intensificación productiva por unidad de superficie. Estos cambios contribuyeron a la generación de problemas ambientales globales como la alteración de los ciclos biogeoquímicos, los usos de la tierra, la biodiversidad global a todos los niveles, y la dispersión de la biota más allá de los límites geográficos naturales. Las innovaciones tecnológicas continuas mantuvieron el funcionamiento del ecosistema, lo cual da una apariencia de relativa estabilidad y retarda la percepción del deterioro del ambiente. El funcionamiento del ecosistema podría favorecerse al revertir la tendencia actual de degradación del ambiente agrícola y de especialización de la producción agrícola. Por ello, los investigadores tienen un papel fundamental en la generación de nuevas herramientas que imiten a la naturaleza, y que favorezcan el reciclado de nutrientes, la biodiversidad y los mecanismos de regulación natural. Los agricultores también tienen un papel muy importante en la conservación de las propiedades y funciones del ecosistema, a partir del desafío de planificar un sistema agrícola diverso y complejo, pero al mismo tiempo productivo.

---

<sup>11</sup> Respecto de las ciudades y la expansión del área urbana demandaría un estudio más específico, por ejemplo con imágenes IKONOS (1m\*1m de resolución espacial). Dado que este no es un estudio urbano sino regional, es por eso que se seleccionaron imágenes Landsat, que puede presentar inconvenientes a la hora de analizar la expansión urbana, sin embargo, su resolución (30m\*30m) resulta favorable para el análisis de la agriculturización.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarga.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

## UNIDADES DE AGRICULTURIZACIÓN (UAG)

En la definición de las UAg, se integran en intervalos los valores de agriculturización del primer período por un lado (pp), y del segundo período por el otro (sp). Tal como se indica las UAg parten de los valores correspondientes a los porcentajes de incremento de la superficie agrícola en los dos períodos seleccionados. Estas últimas obedecen a la configuración espacial obtenida a partir de la clasificación de los porcentajes de incremento del área agrícola por cortes naturales, que permitió establecer distintas categorías para cada período.

En el primer caso, se observó que entre 1988-1998, resultaron representadas cuatro UAgpp de las seis UEc, al resultar agrupadas por la función de cortes naturales, en base a los datos obtenidos de los porcentajes de incremento del área agrícola (Figura 8- Capítulo 4).

Lo anterior muestra el importante avance de la agricultura sobre la UAgpp4. Dicho proceso está asociado fundamentalmente con la variación de cobertura vegetal, en general, esta unidad presenta suelos característicos de paisajes muy planos, bajos, bordes de vías de escurrimiento, lagunas, entre otros, sometidos a encharcamientos o anegamientos periódicos. La capacidad de uso de gran proporción de las tierras de la unidad, está caracterizada por presentar limitaciones muy graves, que hacen que los suelos sean generalmente inaptos para el cultivo, debiendo restringirse casi exclusivamente al pastoreo, forestación o conservación de la fauna silvestre (SAGyP-INTA, 1990). Sin embargo, el proceso de agriculturización no se limita a estos condicionantes, debido a que no respeta las características físicas y/o químicas de los suelos, tal como se muestra en el trabajo de Silva (2011). Se observa en la actualidad que los productores se ven forzados a aumentar la productividad con el fin de obtener una mayor renta diferencial, a través de la búsqueda del máximo beneficio en el corto plazo. Esto va en detrimento de los recursos naturales y es causa deterioro ambiental (Leff, 1998).

En el segundo caso, donde se integran en intervalos los valores de agriculturización con el segundo período, las UAgsp (1998-2008) quedan también representadas en cuatro unidades de las seis UEc, resultando las mismas agrupadas por la función de cortes naturales, en base a los datos obtenidos de los porcentajes de incremento del área agrícola (Figura 9 - Capítulo 4).



En este período se observa que el avance más significativo de la agricultura en detrimento de los pastizales y pasturas generalmente destinados a pastoreo, se efectúa sobre UAgsp4, un proceso de agriculturización alto, lo que estaría implicando un riesgo importante debido a que son zonas de Sierras y elevaciones del sistema de Tandilia, luego, el avance se generó en las zonas ambientales referidas a los *Haplodules líticos*, suelos poco profundos con las pendientes más pronunciadas de la cuenca. En estas áreas el manejo de cultivos debería ser de tipo conservacionista, con el fin de procurar la preservación de los recursos hídricos en las cabeceras de la cuenca, y la protección de los pastizales naturales (SAGyP-INTA, 1990).

Con respecto a la UAgsp correspondiente a la UAg2, se observa un alto proceso de agriculturización, esto se condice con los trabajos de Vazquez (2004), Vazquez (2011a) y Vazquez (2011b), donde en estudios realizados en un establecimiento rural representativo del el área pedemontana del partido de Tandil se analizó que precipitadamente la ganadería fue completamente reemplazada por la agricultura, pasando de la siembra tradicional a la directa (con doble cultivo gramínea/oleaginosa), especializándose en técnicas de precisión, con eliminación de alambrados debido a la utilización de grandes maquinarias, implicando esto además mayor facilidad de accesibilidad a los potreros, que actualmente han quedado zonificados en función de las alturas del terreno (loma, media loma y bajo), produciéndose un excesivo aumento en el uso de agroquímicos, especialmente herbicidas, y con una gran disminución de la eficiencia energética en los agroecosistemas. Este avance de la agriculturización se debe a que en esta zona los suelos son aptos para el desarrollo de cultivos (SAGyP-INTA, 1990).

Mientras que en la UAgsp1 dicho proceso está asociado fundamentalmente con la pérdida de pastizales nativos y pasturas, sobre todo en la UAg6, tal como lo expresa Silva (2011) que en la última década ha tenido lugar un proceso de expansión agrícola y sojización, aunque la intensidad de este mismo no alcanzó la magnitud de los partidos vecinos a Juárez. La misma autora plantea que las causas de estas diferencias pueden buscarse en las restricciones ambientales que presenta el área, con escasas de tierras con aptitud agrícola que impone una limitación a los cultivos.



En general, esta unidad presenta suelos característicos de paisajes muy planos, bajos, bordes de vías de escurrimiento, lagunas, entre otros, sometidos a encharcamientos o anegamientos periódicos. La capacidad de uso de gran proporción de las tierras de la unidad, está caracterizada por presentar limitaciones muy graves, que hacen que los suelos sean generalmente inaptos para el cultivo, debiéndose restringirse casi exclusivamente al pastoreo, forestación o conservación de la fauna silvestre. Sin embargo, el proceso de agriculturización no se limita a estos condicionantes, debido a que no respeta las características físicas y/o químicas de los suelos (SAGyP-INTA, 1990).

### **UNIDADES AGROECOLÓGICAS (UAE)**

Las UAE se obtienen a partir de la integración de las UEc y Ug definidas en el Capítulo 4 y cuya distribución espacial fue presentada en la Figura 10, las cuales se describen a continuación:

La UAE1, correspondiente a Sierras y elevaciones del Sistema de Tandilia, dentro de las Sierras del Tandil se encuentran hacia el SO los grupos de sierras más importantes: La Tinta, La Juanita y La Cuchilla de Las Águilas. Las Sierras de La Tinta (o Sierras de Barker, donde se encuentran las elevaciones de El Bonete, El Sombrero, entre otros), están separadas de las Sierras del Tandil hacia el norte por una amplia depresión de tipo tectónico (Fernandez et al., 2008). Por lo tanto, esta unidad presentó condiciones físicas/naturales que la definen como vulnerable ante un importante avance de los cultivos, debido fundamentalmente a las fuertes pendientes (mayores al 50%) que la exponen a procesos de erosión hídrica. En general, se presentan entre los 300 y 400 m de altura exhibiendo cursos de régimen temporario en valles estrechos, y debido a que se encuentra sobre el Macizo de Brasilia, uno de los más antiguos del mundo, el río Quequén Grande está formado por rocas duras y resistentes, que originan cascadas y saltos de aguas en su recorrido (Suarez García; 1942). En esta unidad se encuentra el tramo superior del río, el mismo se origina en la confluencia (cercana a la Estación López, en el partido de Benito Juárez) de los arroyos: Medio Campo (el cual posee sus nacientes en las Sierras Altas de Vela) y Yehuincó (con nacientes en sierras cercanas a La Estación López). Presentó baja a nula agriculturización entre 1988 y 1998, lo que se condice con su aptitud: la



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villavieja C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarga.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

capacidad de uso predominante varía entre IV y VIII dependiendo de las pendientes, profundidad del suelo y presencia de rocas y el índice de productividad es inferior a 36. En contraposición, en el segundo período seleccionado (1998-2008) se observó un muy alto proceso de agriculturización, principalmente en las pendientes medias y bajas de la unidad (suelos *Hapludoles líticos*). (Anexo. Tabla II-Figura 3).

La UAE2, relativa a las lomas que bordean los paisajes serranos del Sistema de Tandilia, que si bien agrupa tierras aptas para cultivos (capacidad de uso II y IV e índice de productividad cercano a 50) ya que cuentan con favorable textura y estructura superficial, alta saturación con bases intercambiables, adecuada retención de humedad y fertilidad natural (*argiudoles típicos* y *hapludoles petrocálicos*), es importante mencionar que existe cierta susceptibilidad a la erosión hídrica, en especial en las áreas en contacto con la UAE1 donde las pendientes son mayores. Tal como lo mencionan Nuñez y Sánchez (2007), los compartimentos serranos (UAE1) a diferencia de los periserranos (UAE2) presentan suelos profundos y moderadamente profundos, todos ellos de buena aptitud para el desarrollo agrícola, y al paisaje serrano le suceden paisajes periserranos donde se integran lomadas relativamente bajas y sectores inferiores de faldeos. Siendo por dicha área donde continúan su tramo superior los arroyos que surgen desde la UAE1, hacia la UAE4 en el tramo medio e inferior del río Quequén Grande. Por último, la UAE2, mostró como en el caso anterior, baja o nula agriculturización en el primer período (1988-1998), mientras que en el segundo período seleccionado (1998-2008), la unidad presentó también un alto proceso de agriculturización (Anexo. Tabla II-Figura 3).

La UAE3 está comprendida por las lomas planas (pendientes de 0,1%) recortadas por numerosas vías de escurrimiento. El drenaje superficial e interno es generalmente imperfecto y asocia cursos de agua permanentes con valles profundos, y lagunas como por ejemplo: La Lucía, donde se realiza pesca de pejerrey, dientudo y bagre sapo, ubicada en el partido de San Cayetano (próxima al arroyo el Pescado Castigado). Mientras que en partido de Gonzáles Chávez se encuentran las lagunas: Jansen, Aposada, entre otras. Los suelos que caracterizan las áreas altas y bien drenadas son los *argiudoles típicos*, que presentaron capacidad de uso II, y es donde se da el mayor avance de la agricultura. En las áreas donde el drenaje adquiere limitaciones, pueden encontrarse suelos tales como: *argiudoles ácuicos* y *natracuoles típicos*,



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarga.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

con capacidades de uso III y VI, respectivamente. Los mayores condicionantes para el desarrollo de cultivos son el drenaje y la sodicidad característica de algunos suelos (*natracuoles típicos*). El proceso de agriculturización, es muy diferente a las unidades anteriores ya que, en el primer período seleccionado (1988-1998), presenta alta intensidad y en el segundo (1998-2008) media. (Anexo. Tabla II Figura 6).

La UAE4, definida por lomas muy amplias onduladas a planas (pendientes aproximadas de 0,2%), fué caracterizada como el área triguera por excelencia de la región pampeana (Berhongaray, 2007). Luego con la introducción de nuevos modelos productivos mutó, siendo los cultivos más relevantes en la actualidad: soja, maíz, trigo, girasol (Nogar y Capristo, 2008). El río Quequén Grande acrecienta su caudal con los afluentes de los arroyos: El Zanjón, El Dulce, El Quequén Chico y El Tamangueyú, este último a su vez recibe aguas de: Las Mostazas y Los Huesos. Cerca del mar a la altura del paraje, Las Cascadas, llega al río el Arroyo Seco, para luego seguir su curso hacia el Océano Atlántico, donde desemboca en forma de estuario (Suárez García, 1942). De acuerdo con Pícolo y Perillo (1997), en general, el ancho del río Quequén es poco variable, de 150 a 200 m aproximadamente, llegando a unos 400 m en la zona portuaria; el caudal medio alcanza unos 11,3 m<sup>3</sup>/s (Sala, 1975). Los suelos de esta unidad son en general bien drenados (*argiudoles típicos*), presentando en ocasiones problemas de drenaje y sodicidad (*natracuoles típicos*). La capacidad de uso está condicionada por las pendientes (susceptibilidad a erosión) y la sodicidad, variando entre II y VI. Los índices de productividad en esta unidad son los más altos alcanzados para cuenca (54-74) Es por esto que en la UAE4, también muy similar al caso anterior (UAE3), presentó un proceso de agriculturización muy alto en el primer período, mientras que en segundo, el proceso disminuye a bajo o nulo; es decir que la expansión agrícola en la CrQG se da sobre todo en el primer período en la UAE4, debido a las características que presenta la misma, condiciones excelentes para la siembra de cultivos; asimismo, esta unidad en el segundo período continúa pero principalmente intensificándose el proceso de agriculturización con el doble cultivo anual (gramíneas/oleaginosas) (datos obtenidos por informantes calificados) (Anexo. Tabla II. Figura 4 y 5).



La UAE5, representada por planicies bajas y planas a suavemente onduladas, mostró características diferentes del proceso de agriculturización respecto de casos mencionados anteriormente: el proceso es medio en el primer período y bajo o nulo en el segundo. Esto puede deberse a las características propias de la unidad que asocia cursos de agua temporarios y lagunas de escasas dimensiones, presentando un drenaje imperfecto y pobremente drenado, esta unidad es atravesada por los arroyos: El Zanjón, El Dulce, El Quequén Chico, de los cuales los dos últimos nacen en la mediaciones de la sierra la Juanita (UAE1), mientras que el primero (El Zanjón), tiene como afluente el arroyo, Cinco Lomas, que nace a la altura de la Estación López (UAE6). Los suelos presentan limitaciones severas (drenaje y sodicidad) que los hacen inadecuados para el laboreo. Las capacidades de uso predominantes son VI (natracuales típicos) y VII (*natracualfes típicos*) con un índice de productividad de 32. (Anexo. Tabla II-Figura 7).

Por último, la UAE6 integrada por planicies aluviales bajas a inundables, presentó cursos de agua de tipo temporario en valles encauzados. De la misma manera que en el caso anterior, los suelos van de imperfectamente drenados a pobremente drenados, predominando el régimen ácuico de humedad con severas limitaciones para el cultivo (drenaje y sodicidad). En su tramo superior, como se explicó el río Quequén, se origina en los arroyos Medio Campo y Yehuincó, en el partido de Benito Juárez (en la UAE1 atravesando la UAE2 hasta llegar a la UAE6). Por otro lado, en los sectores norte, centro y sur del partido, atravesado en gran parte por el arroyo Quequén Grande y sus afluentes, se observan cubetas, lagunas y vías de escurrimiento donde se localizan las lagunas vinculadas entre sí por una definida red de avenamiento superficial en el que predominan cubetas y cuerpos lagunares que durante ciertos períodos se hallan unidos entre sí formando amplias vías de escurrimiento. El arroyo Quequén, en el partido de Juárez; por el margen derecho solo recibe un afluente, el Pescado Castigado, que nace en el mismo partido. En cambio por margen izquierda tiene varios afluentes por los que recibe agua de las sierras, estos son los ríos Calangueyú, Calaveras, Dulce, y Manantiales, y se transforma el arroyo en río al encontrarse con el Quequén Chico, enriquecido este último por las aguas del Quelencitá (Suárez García, 1942). También, se encuentra ubicada a 4 Kms. de la ciudad de Benito Juárez la laguna San Antonio, destinada a la recreación y pesca; como otras lagunas; el Chifle localizada a 35 km de la ciudad, entre otras. La agriculturización se caracteriza como alta



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarga.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

en el primer período, mientras que en el segundo es baja o nula, restringida a los sectores mejor drenados de la unidad en los que se presentan *argiacuoles típicos*. (Anexo. Tabla II-Figura 3 y 4).

A partir de lo mencionado acerca de cada UAE, hay que tener en cuenta que en todas la UAE, los cultivos principales entre 1988-1998 fueron: trigo, maíz, girasol, cebada, avena, sorgo (Silva, 2011), mientras que los realizados entre 1998-2008 fueron: soja, trigo, maíz, cebada, avena, girasol, sorgo (USDA). Entre diciembre y enero se siembran del conjunto de los granos de producción invierno - primavera, como el trigo, avena, cebada, y otros que conforman la cosecha fina. Entre marzo y junio se siembran los granos de producción primavera - otoño, como el maíz, soja, sorgo, girasol, y otros, la cosecha gruesa (Vazquez, 2004). Las pasturas mixtas se siembran en el mes de mayo y están compuestas por distintas especies de leguminosas (65%) y gramíneas (35%) siendo las primeras de una mayor calidad mientras que las segundas son más palatables. Las leguminosas utilizadas son principalmente alfalfa (*Medicago sativa*), trébol rojo (*Trifolium pratense*) y trébol blanco (*Trifolium repens*), y las gramíneas pasto ovilla (*Eragrostis curvula*), cebadilla, raigrass (*Lolium perenne*) y falaris (*Phalaris bulbosa*) (Vazquez, 2004).

Luego, se observó que durante el primer período la agricultura avanzó primordialmente sobre la UAE6 (45,5%) y la UAE3 (49,9%), presentando valores muy altos de agriculturización; mientras que el segundo período el proceso de agriculturización fué muy alto en la UAE1 (63,8%), donde la expansión correspondiente a dicha unidad se generó sobre área de suelos correspondientes a *Hapludoles líticos*. Tal como lo expresa Vandermeer et al. (1998), los productores agrícolas se ven forzados a implementar nuevas prácticas agrícolas, para sostenerse dentro del modelo global, esto se debe al proceso de intensificación agrícola con el doble cultivo gramíneas/oleaginosa, Argentina no fué una excepción al modelo productivo global, ya que su producción agrícola evolucionó de manera comparable a lo que sucedió en el resto del mundo. En los últimos 50 años, el crecimiento en la producción mundial y local de cultivos oleaginosos fue consecuencia tanto de la permanente expansión del área cultivada como del aumento de la productividad por unidad de superficie.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

Luego, también en el primer período el proceso de agriculturización es alto en la UAE4 (36,3%), caracterizada como el área triguera por excelencia (Berhongaray, 2007), siendo que la misma exhibe escasas limitaciones agrícolas y las prácticas culturales son de fácil aplicación. Tal como lo expresa Campos (2012), la frontera agrícola se ha desplazado prácticamente desde que se inicia la agricultura en la región pampeana. El desplazamiento de áreas ganaderas en la llanura pampeana se produjo a raíz de la conquista del desierto. Posteriormente, la entrega de tierras fiscales en la provincia de Buenos Aires a productores de origen europeo, con una cultura triguera muy arraigada. A partir de 1960 a medida que avanza el proceso de mecanización y la difusión de variedades nuevas el área agrícola se extendió hacia zonas no tradicionales como esta área donde los limitantes naturales la hacían más apropiada para la ganadería. En la década de 1970, otro factor que contribuyó al avance de la frontera agrícola fue el otorgamiento de créditos para el desmonte de tierras cubiertas por vegetación nativa para el desarrollo de cultivos agrícolas. Esto se dio principalmente en los partidos del sur de la provincia de Buenos Aires. La ocupación y el uso del suelo originaron impactos para la cubierta vegetal y el suelo al alterar las condiciones en que se desenvuelven los procesos naturales (Campo et al., 2012).

En el segundo período, el proceso de agriculturización también fue alto en la UAE2 (25,9%), y pese a que los suelos que se encuentran sobre esta unidad son fértiles y muy productivos, los resultados se ven condicionados por la presencia de la capa de tosca, respecto a la zona radicular y la recarga de napas (Sessevalle, 2013.). Asimismo, el análisis de la dinámica del área sembrada con los cuatro cultivos principales: soja, girasol, maíz y trigo, durante el ciclo comprendido entre las campañas 1980/1981 y 2006/2007, arroja resultados sorprendentes. La tasa promedio de incremento en la superficie total fue de 3,90% anual y la de producción de 8,88% Esto último evidencia que además de una expansión en superficie tuvo lugar un aumento en la productividad<sup>12</sup> (Requesens, 2011).

No obstante, los porcentajes de incremento que no han sido los más relevantes en comparación con el resto, son los que corresponden a las planicies bajas y planas a suavemente onduladas (UAE5).

<sup>12</sup> Si bien lo mencionado sucedió en la zona de pedemontes del partido de Azul, los ambientes son particularmente similares a las condiciones de la UAE2 (Lomas que bordean los paisajes serranos del sistema de Tandilia).



Ante lo mencionado sobre el avance de la agricultura sobre las UAE de la cuenca, hay que tener en cuenta que: dentro del sector agrícola, la Argentina es un jugador clave a nivel global, destacándose en los cuatro principales cultivos: soja, girasol, maíz y trigo. La Argentina es el décimo productor mundial de trigo y el quinto exportador, el sexto productor y el segundo exportador mundial de maíz, el tercer productor y exportador de girasol y soja en grano, el tercer productor mundial de aceite y harinas de soja, pero es el primer exportador mundial de aceite y harinas de girasol y soja (PNUD. <http://www.undp.org.ar/docs/prensa/brief-06-cambios.pdf>).

## **INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD Y SU EVOLUCIÓN EN LAS UAE**

### **1. RIESGO DE CONTAMINACIÓN POR PLAGUICIDAS (RCP)**

El cálculo del indicador de RCP, reveló un incremento del 179,4% entre 1988 y 2008 en su valor con respecto a la cuenca en su totalidad (Tabla 7 y 6 – Capítulo 4). Estas tendencias provienen de la universalización del modelo productivo promovido por la llamada “revolución verde” que ha tenido efectos ambientales significativos. El mercado, por su parte, resulta incapaz de internalizar los costos derivados del agotamiento de los recursos y los daños ambientales, y la manipulación agrobiológica y química, ha separado artificialmente el proceso agrícola de sus conexiones con los ecosistemas naturales, desperdiciándose innumerables servicios que puede brindar la naturaleza. Es así que el hombre interviene los ecosistemas naturales para generar sistemas agrícolas extremadamente abiertos en términos de ciclos de la materia, sobresimplificados en cuanto a la estructura productiva, inestables y altamente dependientes de subsidios de energía traducidos en tecnologías de insumos (Viglizzo y Filippín, 1993). Por lo tanto, la continua necesidad de mejorar los procedimientos agrícolas y la producción, es decir, de incorporar tecnología ante crecientes demandas sociales, genera el riesgo de ocasionar disturbios ambientales severos, que pueden llegar a comprometer la misma producción, e incluso, afectar la diversidad de la vida (Martínez Gherza y Gherza, 2005).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villavieja C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarga.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

Además, los resultados obtenidos de incremento en el uso de agroquímicos se correlacionan con las transformaciones agroproductivas en la CrGQ, donde se observó a partir de la clasificación de imágenes supervisada, que se generó un aumento de la agricultura del 26,1%, con una reducción del 26,2% en las áreas con pastizales y pasturas artificiales, entre 1988 y 1998; mientras que entre 1998 y 2008, las áreas agrícolas aumentaron en un 10,7% y disminuyeron las áreas destinadas a pastoreo en un 13,7% (Tabla 3 – Capítulo 4). Los resultados permiten verificar que el primer período se caracteriza por una intensa expansión agrícola sobre las áreas destinadas a pastoreo; mientras que en el segundo período, se produce una fuerte intensificación de la agricultura, con la introducción de innovaciones tecnológicas y doble cultivo al año. Esto se justifica fundamentalmente por el cambio en las prácticas productivas, entre ellas, del tipo de labranza convencional al de labranza no convencional (o siembra directa) (Viglizzo et al., 2002).

Al analizar los datos del RCP por período, el indicador de riesgo de contaminación aumentó entre 1988-1998, 126%, mientras que entre 1998-2008, solo lo hizo en un 67,8%<sup>13</sup> (Tabla 5, 6 y 7 – Capítulo 4). Se observó también, que siendo que se esperaba valores críticos del RCP aún mayores en el segundo período, dada la acelerada intensificación en los agroecosistemas, los datos obtenidos por informantes calificados, muestran que aumentan algunas aplicaciones de los productos (l/ha); y además según las imágenes clasificadas, aumenta también la superficie agrícola, aunque el incremento pasa a ser de 26,1% entre 1988-1998, mientras que entre 1998-2008 solo aumenta 10,2%. Sin embargo, si bien la superficie aumenta en menor proporción que entre 1998-2008, es en este último período dónde se produce fundamentalmente el doble cultivo anual, por lo tanto, la superficie cultivada aumenta al cultivarse luego nuevamente sobre el mismo área, lo que implica doble aplicación de plaguicidas sobre el mismo área (Vazquez, 2004; Vazquez 2011b). Entonces, si se analiza la ecuación de RCP, calculada para cada producto, se observó que al proporcionar los datos de la Tabla 5 – Capítulo 4, se produce un cambio con respecto a la Tabla 6 y 7 – Capítulo 4, ya que el cálculo de la ecuación (1) en 1988 implica el cómputo de productos tales como DDT y ALDRIN, mientras que en 1988 y 2008, estos productos son eliminados, y aumenta el uso de glifosato principalmente, presentando otra

<sup>13</sup> Se debe tener en cuenta que en este estudio no se obtuvo la superficie adicional sembrada por la técnica del doble cultivo anual, lo que también implica doble aplicación de plaguicidas sobre una misma superficie (Vazquez, 2004; Vazquez 2011b).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarga.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

dosis letal (DL50) y cambios en los valores de los parámetros de la ecuación (1), esto hace que el RCP sea inferior entre 1998-2008 (Tabla 6 y 7- Capítulo 4). Sería interesante analizar este punto en otra investigación a nivel regional. A nivel de predios con respecto al "uso del espacio" en una la unidad de producción representativa del área periserrana del partido de Tandil, entre los años 1992-2007, el análisis en cuanto al diferencial adicional, en términos de espacio físico, proporcionado por el reemplazo de la siembra convencional por el doble cultivo gramíneas/oleaginosas, hizo que el indicador "uso de la tierra" se incrementara en un 45.8% (Vazquez 2011b), mientras que los plaguicidas lo hicieron en 1400% (Vazquez, 2004). Pimentel (1992) y Matson et al. (1997), plantean que durante los últimos 50 años, los pesticidas (insecticidas, herbicidas y fungicidas) se han convertido en uno de los componentes principales de la agricultura y, aunque su uso es considerado económicamente rentable para la mayoría de los sistemas, los efectos secundarios que tienen sobre el ambiente son frecuentemente negativos (Reganold, 1989; Pimentel y Heichel, 1991; Daily y Ehrlich, 1992; Lehman, 1993; Pimentel y Lehman, 1993; Levitan et al., 1995; Bergelson y Purrington, 1996; Jaseniuk et al., 1996; Tilman, 1998).

Luego, es importante destacar de esta investigación, el análisis del cambio producido en el tipo de principios activos utilizados, ya que en el primer período (1988-1998) los compuestos químicos aplicados corresponden a agroquímicos de primera generación. Se observó que el año 1988, se utilizaban plaguicidas de altísima peligrosidad e impacto sobre el ambiente como es el caso del DDT<sup>14</sup> (Dicloro Difenil Tricloroetano). Estos componentes producen susceptibilidad a la toxicidad, y llevó al desarrollo de otros plaguicidas como son los carbamatos y componentes organofosforados. Los nuevos compuestos desarrollados han reemplazado gradualmente a la mayoría de los plaguicidas clorados (CCOO, 2004).

Se observó entonces que en este primer período se advirtió afectada principalmente la UAE6 con un incremento de 175% en el RCP; continuando la UAE2 (175 %) y UAE4 (219,048%); y luego las que la UAE5 (151,6%) y UAE3 (138,5%). Luego, los valores más críticos de RCP,

<sup>14</sup> Agroquímicos Prohibidos o Restringidos, con normas reguladoras de procedimientos para evitar la contaminación. LEY 18.073. Pero según informantes calificados continuaron aplicándose hasta agotamiento de stock, debido a la falta de controles en el cumplimiento de dicha ley.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarga.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

entre 1988-1998 se encuentran localizados en la UAE6, siendo mayores las posibles consecuencias de los impactos debido a las características físicas de esta unidad, con suelos anegables, sumado al tipo de producto químico aplicado (de alta toxicidad, tal es el caso del DDT). Luego, se observa que se intensifica la presión sobre los suelos y los ecosistemas acuáticos asociados, como es el caso de la contaminación difusa originada por fertilizantes y plaguicidas (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). El agua es esencial para la vida y como recurso es prioritario. Se considera a la agricultura el principal factor de degradación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos (FAO, 2004). Ya en la década de los 90' la USEPA adjudicó a la agricultura el estar envenenando sus ríos y lagos; después de informar detalladamente como el uso del suelo con la actividad agrícola se asociaba a un aumento de sedimentos y nutrientes, conjuntamente con la presencia de plaguicidas (USEPA, 1994). Los impactos de los distintos contaminantes varían ampliamente en magnitud, como en la escala espacial y temporal; el alcance y la complejidad relativa asociada a la contaminación difusa por la agricultura (Rickert, 1993). La protección de los sistemas acuáticos de agua dulce es una cuestión estratégica para preservar el recurso; evaluar la calidad y cantidad de lo que ingresa a estos sistemas es importante para poder tomar medidas de manejo racional.

Los agroquímicos utilizados en el segundo período (1998-2008), se elimina el uso del DDT y Aldrín, mientras que los demás productos varían sólo entre los años seleccionados, también en la marca comercial y los valores de venta de los productos (datos proporcionados por informantes calificados). Además, presentan valores inferiores de toxicidad respecto de los del período anterior, aunque hay que tener en cuenta en el caso de los herbicidas, pasan a utilizarse en forma exponencial respecto del período 1988-1998 (Vazquez, 2004). Tal como expresa Demetrio (2012), el aumento de la producción en los últimos años no puede explicarse solamente por el aumento del área sembrada, sino también por un cambio en la organización de la producción y la tecnología asociada al mismo. El paquete tecnológico incluye semillas transgénicas, plaguicidas y el proceso de siembra directa. Entre los plaguicidas se incluye el glifosato como principal herbicida, y dentro de los insecticidas, el organofosforado clorpirifos y el piretroide cipermetrina.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villavieja C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarga.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

El glifosato que es la sustancia de mayor aplicación es de baja persistencia y limitada potencialidad de bioacumulación y toxicidad sobre organismos. No obstante, su uso masivo y extendido amerita una evaluación constante de corto, mediano y largo plazo, referente a sus potenciales efectos nocivos sobre la salud humana y el ambiente, comprendiendo las interacciones entre organismos, la posible pérdida de hábitats en agroecosistemas, así como su interacción con otros agroquímicos. La posibilidad de aplicar glifosato sin producir daños a los cultivos genéticamente modificados en forma post-emergente en el marco de estrategias de siembra directa, ha significado mayor productividad pero también cantidades crecientes del uso del producto, motivo por el cual deberían profundizarse los estudios sobre el efecto de los herbicidas a largo plazo, específicamente en relación con el aumento de la tolerancia y la aparición de resistencia a los herbicidas en la maleza (Comisión Nacional de Investigación sobre Agroquímicos - Decreto 21/2009).

En este segundo período la UAE1 es la que presenta mayores valores críticos en el RCP (225,581%), siendo las consecuencias posibles de los impactos en este ambiente, Lo enunciado anteriormente, se corroboró con lo expresado por Zpeiner et al. (2007), quienes confirman que los cambios sustanciales en los sistemas agrícolas pampeanos generados por la agriculturización, obedecen fundamentalmente a la rápida expansión del cultivo de soja y, asociado con ella, a la instalación masiva del procedimiento de siembra directa. En pocas décadas, la producción productiva de la tierra pampeana, que incluía una variedad de cultivos y ganadería, se transformó en una extensa área altamente homogénea.

## **2. RIESGO DE INTERVENCIÓN DEL HÁBITAT (RIH)**

Se observó que el indicador de RIH varía en función de las transformaciones agropecuarias generadas en la CrGQ, como consecuencia del importante incremento en el tiempo de la agricultura en detrimento de la ganadería. En este proceso, la vegetación nativa se ve fuertemente afectada, tal como lo demuestra el cálculo del indicador de RIH, ya que cuando se incorporan los datos relativos a la superficie de las actividades desarrolladas en la cuenca en los distintos años, se verifica que entre 1988 y 2008 existe un incremento de 11,11% en el valor del RIH (Tabla 8 – Capítulo 4). Sabemos que actualmente, una preocupación creciente es la



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarga.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

conservación de la biodiversidad y agrobiodiversidad, siendo un hecho ineludible la planificación agroproductiva. Sin embargo, su conservación es planteada generalmente como un dilema entre el uso agrícola de sus componentes o su mantenimiento en áreas prístinas. La CrQG no es ajena a esta situación (Vazquez y Zulaica, 2011a), tratándose de un territorio de gran aprovechamiento agrícola y ganadero, la vegetación de estepa prístina con *Poa*, *Stipa* y otras gramíneas, fue casi totalmente destruida y sustituida por especies de cultivo, o bien los campos naturales se hallan muy alterados por la ganadería intensiva. Las características de la vegetación natural hay que deducirla de los relictos que quedan junto a las vías férreas o en algunos campos poco pastoreados, y siempre queda la duda del grado de pureza de estas muestras (Cabrera, 1976).

Asimismo, también se observó en este estudio que entre 1988-1998 el RIH se incrementó en un 6,3% mientras que en el período 1998-2008 ese incremento fué del 4,4% (Tabla 8 – Capítulo 4). Estos resultados se correlacionan con el aumento de la agricultura en desplazo de la ganadería (Tabla 3 – Capítulo 4). Lo anterior se condice con lo que expresado por Chapin et al. (2000); Norris et al. (2003), Hooper et al. (2005) y Schröter et al. (2005), quienes plantean que los problemas ambientales generados por los aumentos de la expansión agrícola y la intensificación de la agricultura se incrementaron, produciendo alteraciones a partir del reemplazo de bosques, pastizales y humedales por sitios agrícolas. Esto genera alteraciones en la biodiversidad global en todos los niveles, es decir, desde la diversidad genética dentro de poblaciones hasta la diversidad de ecosistemas en un paisaje, ya sea alterando la composición, riqueza y equitatividad, como las interacciones entre organismos, y dispersión de la biota más allá de los límites geográficos naturales. Los resultados comprueban que estos problemas son comunes a la expansión de los “agroecosistemas” en el mundo, siendo la característica central la partición de los hábitats naturales en “fragmentos” remanentes (Wilcox, 1980), siendo una de las principales consecuencias biológicas que los mismos son incapaces de sostener la igual cantidad de especies que contenían originalmente cuando estaban contiguos unos con otros (Bolger et al., 1997).

Posteriormente, teniendo en cuenta los porcentajes de incremento del RIH entre 1988-2008, se observó que los valores críticos del indicador adquieren relevancia en las unidades: UAE1



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarga.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

(225,58%), UAE4 (219,10%) y UAE6 (203,13%); mientras que continúan en importancia y en forma proporcional (aproximadamente con un crecimiento del 150%), la UAE2, UAE3 y UAE5, mientras que la unidad que presentó menor intervención fue la UAE2 (28,13%). Los resultados concuerdan con lo que expresa Cabrera (1976), acerca de la situación de los pastizales naturales<sup>15</sup> que han sido sustituidos en más del 50% por agroecosistemas en la región pampeana.

Ahora bien, si lo analizamos por período, los valores de porcentaje de incremento del RIH entre 1988-1998, también fueron mayores principalmente en las mismas unidades que entre 1988 y 2008, o sea, UAE1, UAE3, UAE4, UAE5 y UAE6, con valores que varían entre 25 y 27%. Mientras que la UAE2 correspondiente a áreas periserranas es la que muestra valores menos significativos en los porcentajes de incremento del indicador: entre 1988-1998 creció en un 18,7%. Luego, si tenemos en cuenta el segundo período (1998-2008) se contempla que nuevamente son las mismas unidades que continúan incrementándose con porcentajes (que van desde 10,33% y 10,81%. Siendo nuevamente la UAE2, la que vuelve a incrementarse en menor proporción entre 1998-2008, el aumento fue del 7,9%. Luego, hay que tener en cuenta lo expresado por Ghera y Martínez-Ghera (1991) y Hald, (1999) que dicen que las modificaciones introducidas por el hombre en los ecosistemas afectan prácticamente todos los procesos estudiados por los ecólogos, y abarcan desde el comportamiento de los individuos y la dinámica de las poblaciones hasta la composición de las comunidades y los flujos de materia y energía.

Ante lo mencionado, es de esperar, un plan de ordenamiento territorial, que tenga en cuenta la importancia de la conservación de la vegetación originaria: la estepa y pseudoestepa de gramíneas con dominancia de los géneros *Stipa* y *Piptochaetium*, las cuales forman matas de 60cm a 1m de altura, entre las cuales crecen numerosas especies herbáceas, y algunos sufrutices y arbustos, donde también se encuentran numerosas comunidades edáficas, estepas halófilas, bosques marginales en las orillas de los ríos, además de muchas comunidades hidrófilas y asociaciones saxícolas en las serranías. Por lo tanto, se hace fundamental la

<sup>15</sup> Tener en cuenta que en este trabajo a los pastizales naturales se les deben adicionar las pasturas.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarga.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

protección de los relictos de flora natural para su resguardo y mantenimiento; siendo los ambientes que conservan aún flora prístina, los que se desarrollan en los bordes de alambrados, márgenes de cursos de agua (ríos y arroyos), como también en los contornos de las lagunas, áreas con roca aflorante, entre otros; estas superficies son las que más se asemejan a los hábitats originales, donde es posible el desarrollo de corredores para la flora y fauna nativa en los agroecosistemas (Vazquez et al., 2011a; Vazquez, 2011a). Ante la creciente preocupación por la conservación de la biodiversidad y agrobiodiversidad (hecho ineludible en la planificación presente agroproductiva), se hace necesario la aplicación de nuevas experiencias, tal es el caso de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). Estas prácticas, constituyen una herramienta tendiente a la sustentabilidad de las explotaciones agropecuarias. Actualmente, las posibilidades de certificación de este tipo de prácticas, plantean un desafío para los productores rurales y la comunidad científica, promoviendo nuevas modalidades agroproductivas (Vazquez y Zulaica, 2011a). Sobre todo, hay que tener en cuenta, que dentro de los objetivos fijados por las normas GLOBALGAP se enuncia que es necesario mantener en los establecimientos rurales la flora nativa presente en el momento de incorporarse al sistema de certificación, y que la misma no debe disminuir o incluso procuran el incremento de espacios naturales, en futuros monitoreos.

### **3. IMPACTO SOBRE EL ECOSISTEMA (ISE)**

Con respecto al indicador de ISE, se observó un ascenso total entre 1988 y 2008 del 102,7%. Esto se condice con Oosterheld (2008), quien expresa que la necesidad de mantener las propiedades de los ecosistemas dentro de ciertos rangos de variación antecede largamente al concepto de sustentabilidad. Sin embargo, la actividad agropecuaria argentina ha crecido y se ha transformado notablemente en los últimos 20 años, lo cual aumenta el interés por el impacto que puede tener sobre los ecosistemas. En este estudio se observó, en el análisis de los resultados obtenidos del indicador ISE que mostró en el primer período seleccionado (1988-1998), un ascenso del 56,75%; y en el segundo período (1998-2008) continuó aumentando un 29,31% (Tabla 9 – Capítulo 4). Por lo tanto, el ISE manifiesta las mismas tendencias que los indicadores anteriores (RCP y RIH), luego, los tres indicadores se correlacionan con los



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarga.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

aumentos de la agricultura en reemplazo de los pastizales naturales y pasturas en ambos períodos (Tabla 3 – Capítulo 4).

Los ecosistemas se encuentran conectados regionalmente por diversos mecanismos que incluyen el transporte de materiales y energía por largas distancias y el movimiento migratorio y de dispersión de organismos. Como resultado, es frecuente que lo que suceda en un ecosistema repercuta en otro. Muchos efectos ambientales de la actividad agropecuaria son poco significativos a escala de predio, pero, sumados, pueden tener repercusiones en otros ecosistemas como lagunas o estuarios, o en componentes de índole regional o global como el agua subsuperficial o la atmósfera (Oosterheld, 2008).

Los agroecosistemas muestran una gran heterogeneidad ambiental y dinámicas estacionales e interanuales muy complejas. Si bien los técnicos y los productores perciben y atienden con mucha atención gran parte de esta variación, su naturaleza compleja frecuentemente resulta en que algunos aspectos clave pasen desapercibidos o no reciban un tratamiento adecuado. Esta complejidad con frecuencia radica en las diferencias de escalas espaciales y temporales con las que suceden fenómenos relevantes. Los problemas ambientales potenciales ligados a la actividad agropecuaria argentina son muy numerosos y de diversa índole.

Luego, el análisis del indicador ISE revela que en entre 1988 y 2008 el mayor porcentaje de impacto sobre el ecosistema se da sobre la UAE3, UAE4 y UAE6 (con un 300%), zonas más bien anegadizas con problemáticas de infiltración de contaminantes de plaguicidas y gran pérdida de pasturas y pastizales naturales. Los resultados coinciden con lo planteado por Oosterheld (2008) y consultas realizadas a colegas, los cuales destacan a la contaminación por uso de fertilizantes y plaguicidas como los principales problemas. También coincidieron en la preocupación por diversas manifestaciones de degradación del suelo, como pérdida de materia orgánica, nutrientes y erosión, y por la pérdida de diversidad. Por lo tanto, también en el período total se observó que las unidades UAE1, UAE2, UAE4 y UAE5 se presentan valores similares y proporcionales al 200%. Es necesario tener en cuenta que los efectos de la agriculturización van más allá de la escala en la que se desarrolla la actividad y esto no está contemplado en el ISE. Tal como lo indica Oosterheld (2008), muchos efectos ambientales son poco significativos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarga.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

a escala de predio, pero, sumados, pueden tener repercusiones en otros ecosistemas como lagunas o estuarios, o en componentes de índole regional o global como el agua subsuperficial o la atmósfera.

Entre 1998 y 2008, se genera el mayor porcentaje de crecimiento en la UAE1 (198,56%) y UAE3 (232,78%). Mientras que la unidad donde se presenta el menor porcentaje de incremento para este último período es la UAE5 (50,93%). En este sentido, el indicador de ISE plantea una alternativa interesante para evaluar los impactos derivados del proceso de agriculturización, la cual conduce a una simplificación estructural y funcional de los sistemas productivos (Viglizzo, 2007) que, si bien permite aumentar la productividad y rentabilidad actual, también aumenta los costos ambientales en términos de degradación del suelo, contaminación del agua y del aire, pérdida de diversidad biológica y deterioro de servicios ecológicos esenciales (Mills y Thruman, 1994; Hooper et al., 2005; FAO, 2007; Viglizzo, 2008).

Luego los valores críticos con respecto al ISE se hayan en la UAE3, UAE4 y UAE6 entre 1988 y 1998, mientras que en entre 1998 y 2008 los valores críticos se presentan en UAE1 (198,56%) y UAE3 (232,78%). Por lo mencionado, es importante tener en cuenta, la implantación de un plan de ordenamiento territorial, cuyo propósito fundamental de la planificación del espacio rural se base en que cada zona sea utilizada de tal manera que contemple las características físicas de la misma, con el fin de fortalecer y garantizar la calidad del medio ambiente (socio-económico-natural).

#### **4. ANALISIS DE LOS TRES INDICADORES POR UAE**

A partir de los resultados obtenidos del cálculo de los indicadores para los tres años seleccionados (Grafico 2, 3, 4 – Capítulo 4), es posible afirmar que el RCP, el RIH y el ISE, se ven incrementados para todas las unidades de la cuenca en estudio.

Los valores absolutos obtenidos, permiten afirmar que las situaciones más críticas de los indicadores (RCP, RIH y RIE) están mayormente focalizadas en la UAE1. Durante los 20 años seleccionados, la misma está caracterizada como vulnerable en el proceso de agriculturización,



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarga.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

debido a que en las mismas se hayan las cabeceras de cuencas (especialmente del río Quequén Grande) las cuales son indispensables conservar; además teniendo en cuenta que se presentan pendientes mayores a 50%, esto genera complicaciones a la hora de implementar manejos de prácticas agrícolas conservacionistas, debido fundamentalmente a las pendientes elevadas y erosión hídrica, sumado a las características de subgrupos de suelos donde avanzan los cultivos, los *Hapludoles líticos* (Gandini y Entraigas, 1995; Requesens et al., 1997), los cuales presentan una delgada cubierta de depósitos eólicos sobre la roca, exhibiendo condiciones de escasa profundidad.

Mientras que se observó, y se considera de importancia destacar, que los valores críticos respecto al RCP, en el primer período, en la UAE6, la cual presenta pendientes del 0,1%, y se haya limitada sobre todo en las zonas más bajas, consideradas como superficies llanas con excesiva humedad, que sufren frecuentes inundaciones por cursos de agua de tipo temporarios, lo que hace que se presenten suelos más bien anegadizos, con condiciones complejas para la producción de cultivos en general (*Natracuoles típicos*, *Natracuafes típicos*), estas circunstancias restringen el uso eventualmente a campos naturales de pastoreo; aunque en las zonas más elevadas, áreas de microlomas, dentro de las planicies bajas inundables, surcadas por arroyos y cartografiadas en los Partidos de Benito Juárez, Gonzáles Chávez y Necochea (*Argiacuoles típicos*), pueden ser utilizados para cultivos labrados pero teniendo en cuenta un manejo cuidadoso con respecto a las prácticas agrícolas, ya que su uso agrícola implica la aplicación sostenida de agroquímicos que se traduce en problemas tales como la contaminación de napas y acuíferos por infiltración. Como también aunque en menor proporción el RCP es alto en la UAE4 y UAE5, en el primer período considerado.

Por último, de manera general, se consideró que con la evolución de las transformaciones agroproductivas y el permanente aumento de las áreas agrícolas en detrimento de las áreas de pastizales naturales y pasturas destinadas ambas a la ganadería, los impactos ambientales también se vieron incrementados para cada año seleccionado con el proceso de expansión e intensificación agrícola. Es por todo lo anterior que se considera relevante realizar propuestas tendientes a la gestión ambiental, con la finalidad de incorporar nuevas técnicas agropecuarias que permitan una mayor sustentabilidad de los agroecosistemas.



## PROPUESTAS TENDIENTES AL ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA CRQG

Gómez Orea (2002) plantea que el ordenamiento territorial (OT) de actividades respaldadas por políticas sociales, económicas, culturales y ambientales de una sociedad, pretende dar una respuesta a problemas asociados con desequilibrios territoriales, degradaciones ecológicas, superposiciones e incompatibilidades de usos de suelo, dificultades para dotar de equipamientos y servicios públicos a la población, exposición a situaciones de riesgo, procesos de contaminación, entre otros.

Pujadas y Font (1998), sostienen que ordenar el territorio implica un proceso de elección entre alternativas y destacan que la ordenación del territorio, mantiene estrechas vinculaciones con numerosas disciplinas científicas que aportan criterios objetivos sobre qué instrumentos o acciones resultarán más apropiados para la resolución de los problemas territoriales planteados.

De acuerdo con Gómez Orea (2007), los objetivos de protección ambiental debieran ser incorporados en un plan de OT. Entre sus fines se destacan: prevenir degradaciones ambientales, corregir el comportamiento de actividades que pueden generar impactos, remediar degradaciones ambientales y, cuando sea posible, potenciar las fortalezas del ambiente.

Ahora bien, tal como lo expresa (Montico, 2004), el manejo de cuencas rurales implica la incorporación de la variable ambiental en el planeamiento regional, significa estudiar el efecto de las acciones fundamentalmente antrópicas, sobre las condiciones de vida y de trabajo de los diferentes actores sociales, sobre el funcionamiento de las empresas rurales y sobre las problemáticas tecnológicas vinculadas al uso de los recursos naturales. En este sentido, un plan de ordenamiento de las cuencas rurales debe apoyarse principalmente en instrumentos de índole socio-económicos-culturales. De esta manera, las posibilidades de implementación del ordenamiento territorial en las cuencas rurales regionales podrán jerarquizarse a partir de la creación de estructuras técnica-administrativas que orienten sobre la definición e instrumentación de las diferentes acciones. Tal como también lo expresa Cisneros et al. (2008),



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarga.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

la ordenación del territorio u ordenamiento territorial, entendida como la acción y efecto de colocar las cosas en el lugar adecuado, aparece como el instrumento de planificación apto para lograr los múltiples objetivos involucrados en el desarrollo sustentable, considerando sus dimensiones productivas, económicas y sociales. El ordenamiento hidrológico de las cuencas constituye uno de esos objetivos, con atención a objetivos de corto, mediano y largo plazo que básicamente consisten en minimizar la erosión, controlar procesos de inundación, de contaminación, o recuperar productividad y funciones de los ecosistemas, entre otros.

Asimismo, se destaca que más allá de la concepción hídrica, la cuenca debería interpretarse como un campo operacional de interacciones humanas y naturales donde las posibilidades de ordenamiento pueden encontrarse afectadas por obstáculos, que dificultan e impiden alcanzar los objetivos propuestos, y donde los límites jurisdiccionales y de las propiedades, raramente coinciden con los de la cuenca, generando entre los mismos diversos intereses.

Más allá de lo expresado el enfoque integral de cuencas no significa que todos los problemas serán resueltos al mismo tiempo, sino que se prefiere un enfoque mediante el cual las acciones individuales son confrontadas con un marco hidro-económico-social y ambiental, actuando como un sistema (Montico, 2004).

Haciendo referencia específica a las cuencas rurales, las pautas para el ordenamiento territorial incorporan un proceso de gestión ambiental. De esta manera se define al ordenamiento como el conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad en la toma de decisiones relativo a la conservación, defensa o protección y mejora del medio ambiente. La gestión en una cuenca está orientada a determinar el cómo hacer, a vincular sistemáticamente los criterios naturales, tecnológicos y socioeconómicos, para darle una dimensión espacio temporal a las decisiones que mejor contribuyan a definir las estrategias y políticas de la región (Montico, 2004). Además, las planificaciones del manejo de cuencas, podrán estructurarse según los programas y proyectos subsumidos en cada una de ellas, respondiendo a objetivos generales y específicos, y enmarcados en la escala de tiempo (corto-mediano-largo plazo) y espacio (grande a chica) que corresponda, según la estrategia de desarrollo elaborada.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarga.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

En ese mismo trabajo citado (Montico, 2004), se propone la determinación de los principales criterios para la ordenación territorial. Entre otras cuestiones, afirma que son cuatro las etapas que comprenden la planificación: 1) el diagnóstico, que representa la interpretación histórica de la realidad y es una explicación acerca de la estructura y funcionamiento sistémico del paisaje antropizado; 2) formulación preliminar, que conforma la determinación del plan de ordenamiento y de sus objetivos, principalmente orientado a la resolución de los conflictos ambientales y al establecimiento de las bases para la elaboración de las propuestas de mitigación y contingencia de las acciones no deseadas; 3) ejecución, la cual representa el cumplimiento del plan en calidad, cantidad y tiempo. Depende del compromiso participativo de los sectores involucrados en la cuenca; y 4) evaluación, que debe plantearse en cada fase de la gestión del Plan de Ordenamiento Territorial de la Cuenca, y consistente en la detección de aspectos que no se desarrollan según el Plan.

Por lo tanto, ante lo mencionado anteriormente, según las cuatro etapas de planificación propuestas por Montico (2004), se analiza que con respecto al primer punto referido al diagnóstico de la cuenca, la ZAE se convierte en un instrumento que permite generar bases para el logro de la interpretación histórica de la realidad y la explicación acerca de la estructura y funcionamiento sistémico del paisaje antropizado, y con esto poder focalizar problemas ambientales fundados en este caso en el proceso de agriculturización. Tal es el caso de la CrQG, donde se produce un proceso de agriculturización, el cual se incrementa aceleradamente con la introducción de la soja transgénica. Esto trae aparejado un aumento importante en el uso de agroquímicos y la siembra directa, que han sido parte de los modelos productivos aplicados en la región y, por lo tanto, es esperable que hayan impactado sobre algunas de las funciones del agroecosistema, y de forma diferencial según las UAE obtenidas a partir de la ZAE.

En ese sentido, la aplicación de BPA (Buenas Prácticas Agrícolas) conforma una alternativa a considerar en el OT de la CrQG. Dichas prácticas surgieron con la finalidad de asegurar la protección del ambiente, la salud de los trabajadores, además de incorporar un valor agregado a los productos. Las BPA constituyen una herramienta tendiente a la sustentabilidad ambiental de las producciones agropecuarias.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarga.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

La FAO ha elaborado una definición de BPA en la que destaca que las mismas conforman la aplicación del conocimiento disponible a la utilización sostenible de los recursos naturales básicos para la producción, en forma benévola, de productos agrícolas alimentarios y no alimentarios inocuos y saludables, a la vez que se procuran la viabilidad económica y la estabilidad social (OEA, 2004). Dicha aplicación implica el conocimiento, la comprensión, la planificación y mensura, registro y gestión orientados al logro de objetivos sociales, ambientales y productivos específicos.

Ante los problemas mencionados, Altieri y Nicholls (2000), proponen la denominada "agricultura alternativa", que se define como aquel enfoque de la agricultura que intenta proporcionar un medio ambiente balanceado, rendimiento y fertilidad del suelo sostenidos y control natural de plagas, mediante el diseño de agroecosistemas diversificados y el empleo de tecnologías auto-sostenidas. Las estrategias se apoyan en conceptos ecológicos, de tal manera que el manejo da como resultado un óptimo ciclaje de nutrientes y materia orgánica, poblaciones balanceadas de plagas y un uso múltiple del suelo y del paisaje.

Uno de los principales requisitos para la aplicación de estas prácticas consiste en la evaluación de los riesgos de las producciones agropecuarias contemplando las potencialidades y limitaciones de las unidades productivas para distintos tipos de uso. Este procedimiento es condición necesaria para el desarrollo de lineamientos tendientes al OT de la cuenca.

Actualmente se considera que la certificación de BPA es un componente de competitividad que permite al productor rural diferenciar su producto de otros oferentes, con todas las implicancias que ello supone (mejores precios, acceso a nuevos mercados, consolidación de los actuales, entre otros beneficios).

Entre los beneficios de la normalización técnica de las BPA (certificación de BPA), se destacan: la mejora en la calidad de los productos, en la salud de los productores y el ambiente. Asimismo, la Organización de los Estados Americanos (OEA, 2004), destaca las siguientes ventajas:



- Adecuación de las prácticas para exportar a mercados exigentes (mejores oportunidades y precios); en el futuro próximo, probablemente se transforme en una exigencia para acceder a dichos mercados.
- Obtención de mejor y nueva información del propio establecimiento, en función de los registros que se deben implementar (certificación) y que se pueden cruzar con información económica. De esta forma, permite a los productores comprender mejor su negocio y por ende tomar mejores decisiones.
- Mejoramiento de la gestión (administración y control de personal, insumos, instalaciones) del establecimiento en términos productivos y económicos. Aumento de la competitividad por reducción de costos (menores pérdidas de insumos, horas de trabajo, tiempos muertos, etc.).
- Reducción de la cadena comercial (menos intermediarios) al habilitar la entrada directa a supermercados, empresas exportadoras, etc.
- Aumento de la productividad por mayor especialización y dignificación del trabajo agropecuario.

El mismo informe destaca que las BPA intentan corregir las “externalidades” del proceso productivo, a través del funcionamiento del mercado, en un espacio de competencia por calidad, regido por la voluntariedad y el autocontrol de los agentes privados participantes de las distintas cadenas agroalimentarias (consumidores, productores, industriales, comerciantes).

La mayor parte de experiencias en BPA y otras prácticas de este tipo en América Latina, se han dado fundamentalmente en Argentina, Brasil, Chile y Uruguay. En Argentina, el interés por la obtención de productos diferenciados se remonta a la década del ochenta de la mano de la producción integrada y producción orgánica. Las BPA constituyen un proceso de calidad innovador y tienen su antecedente normativo en la Resolución 71/99 de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (SAGPyA) referida a hortalizas (OEA, 2004).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

Actualmente, la normativa GLOBAL GAP (EUREP GAP) es la que presenta mayor atracción dado que numerosos importadores de la Unión Europea están exigiendo a los exportadores argentinos.

El análisis de las entrevistas a informantes calificados y a productores de la CrQG revela que si bien no hay establecimientos certificados, existe el interés, por parte de algunos productores, de ajustar las prácticas a la normativa vigente en la materia y tender a modelos más sustentables de manejo que les permitan alcanzar nuevos mercados internacionales y mejorar la eficiencia productiva.

Dichas estrategias demandan la implementación de herramientas tales como las planteadas por las BPA (Vazquez y Zulaica, 2011b). De acuerdo a esto, las autoras expresan, en los últimos años ha surgido el interés de la comunidad científica, organizaciones, y en muchas ocasiones de los propios productores, por incorporar algunos de los principios de la agricultura sustentable como alternativa a las prácticas que se venían desarrollando en la década anterior. En relación con ello, las BPA alientan una perspectiva para el manejo de los recursos naturales de la cuenca y, en la medida en que contribuyen a evaluar las potencialidades y limitaciones de los ecosistemas para fines agropecuarios desde una visión integral, facilitan el diseño de estrategias para la gestión ambiental.

Ante lo enunciado con anterioridad, se sugieren estas propuestas preliminares para un futuro ordenamiento ambiental de la CrQG. Debido a que el diagnóstico previo realizado en este caso de estudio, conforma una base central para la formulación del Plan. Asimismo, permite identificar las tendencias en los usos de las tierras de la cuenca, fundamentales para generar propuestas de gestión de los recursos naturales del área.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSIONES



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

Enfatizando en la importancia de los recursos hídricos, se puede afirmar que las cuencas hidrográficas son unidades físicas que sirven como marco práctico y objetivo para la planificación y gestión del desarrollo sostenible (Gáspari, 2005).

Un proyecto de ordenamiento territorial que defina alternativas de uso y aprovechamiento de los recursos naturales de la cuenca acordes con los principios del desarrollo sustentable, constituiría la mejor alternativa para gestionar los problemas ambientales, armonizar las relaciones entre la sociedad y la naturaleza, mejorar las condiciones productivas a largo plazo y, en consecuencia, mejorar las condiciones de vida de la población.

Ante lo mencionado, es que en este trabajo se decidió analizar las transformaciones agroproductivas y ambientales entre 1988 y 2008 en la Cuenca del río Quequén Grande a través de indicadores de sustentabilidad.

Los resultados obtenidos, presentan valores más elevados de agriculturización, entre 1988-1998, en las UAE3 y UAE6, mientras que en el segundo período lo hace sobre la UAE1. Ahora bien, con respecto a los indicadores, el RCP aumentó en el primer período donde presentó los valores más críticos sobre la UAE1 y UAE6, mientras que en el segundo período lo hizo sobre la UAE1; el RIH sin embargo, en el primer período los valores críticos se dieron sobre la UAE1, y en segundo período sobre todas las unidades (excepto la UAE2 que presentó valores relativamente menores de incremento); en tanto que el ISE, mostró valores críticos en la UAE1 en ambos períodos.

Luego, en las Sierras y elevaciones del Sistema de Tandilia (UAE1), es donde se concentran los mayores riesgos, además es en esta unidad en la que el proceso de agriculturización fue más intenso en el segundo período, especialmente en las pendientes medias y bajas del sistema (*Hapludoles líticos*). Mientras que el avance de la agricultura en el primer período seleccionado, se generó en la UAE6, y se haya limitada sobre todo en las zonas más bajas, consideradas como superficies llanas con excesiva humedad, que sufren frecuentes inundaciones por cursos de agua de tipo temporarios. Sería conveniente elaborar estrategias de planificación, lo que conforma un objetivo inaplazable, en la UAE1 y UAE6 principalmente, y



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarga.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

dado que ambas tienen características completamente disímiles entre sí, debería adecuarse cada plan de gestión ambiental de forma diferenciados por unidad; además de evaluar, por supuesto, las instancias del resto de las UAE presentadas y los valores críticos obtenidos en las mismas, debido a que todas las UAE presentaron incrementos diferenciados con respecto al proceso de agriculturización, como también en los valores de los indicadores de sustentabilidad.

Por lo anterior es posible verificar la hipótesis que dice que actualmente existen mayores impactos ambientales, en la CrQG, que en las últimas dos décadas y esto depende de las transformaciones en los nuevos procesos agroproductivos.

La ZAE preliminar de la CrQG, permitió identificar seis UAE disímiles, debido a las características del medio físico de cada una de ellas y al avance de la agricultura, además de los impactos ambientales asociados a las mismas para cada período seleccionado (1988-1998 y 1998-2008). Dichas unidades conforman una base diagnóstica central para la formulación de planes ordenamiento ambiental acordes con los principios de la sustentabilidad, que contemplen las potencialidades y restricciones agroecológicas. Asimismo, el procedimiento empleado en la definición de UAE permite identificar las tendencias en los usos de las tierras de la cuenca, fundamentales para generar propuestas de gestión y conservación de los recursos naturales del área.

En síntesis, se concluye que el estudio integrado de la cuenca, a partir de la caracterización de UAE, facilita el ordenamiento ambiental del territorio, fundamental para planificar alternativas de desarrollo rural centradas en el paradigma de la agricultura sustentable. En ese nuevo paradigma se pueden incluir los manejos de los agroecosistemas a partir de las BPA.

Más allá de lo expresado, el estudio realizado permitió identificar líneas de investigación que podrían incorporar nuevos resultados para profundizar en el conocimiento de la CrQG y definir estrategias tendientes al desarrollo sustentable de las UAE identificadas. Estas líneas incorporarían mayor complejidad de variables a fin de interrelacionar todos los ambientes. Entre los objetivos de esas líneas se incluyen:



- Profundizar en el estudio de las UEc (aportando datos como clima, vegetación, entre otros), a partir de agregar variables o atributos a las mismas, con la finalidad de que los ambientes queden definidos con alta heterogeneidad, expresando un mayor grado de desagregación de las mismas.
- Con respecto a las UAg, sería interesante en estudios posteriores realizar la separación entre pastizales naturales y pasturas artificiales. Además, sería conveniente ajustar la información satelital a datos actuales (por ejemplo, año 2014), para analizar en qué estado se encuentra el proceso de agriculturización hoy en día.
- Todo lo anterior, conllevaría a redefinir las UAE, en función de los ajustes realizados en las UEc y UAg. Es probable que se obtenga un mayor número de UAE, que permitan caracterizar la heterogeneidad territorial al interior de los sistemas (UAE) descripta en esta investigación.
- Otro punto interesante a tener en cuenta es cómo se traduce el análisis de los datos aportados por este estudio en la población rural (mejora la calidad de vida de los trabajadores, la tendencia es emigrar a la ciudad, o el retorno a los espacios rurales, entre otros).
- Sería interesante intentar traspolar o adaptar a nivel regional, los indicadores de sustentabilidad detallados en el AgroEcoIndex (a nivel de predio), propuestos por Viglizzo (2003), tales como riesgo de erosión, eficiencia en el uso de la energía fósil, balance de nitrógeno y fósforo, cambio de stock de carbono, entre otros.
- Además sería apreciable plantear la aplicación de las prácticas de control de la erosión, tales como las propuestas por Cisneros et al. (2012), sumado a las técnicas de manejo del relieve, manejo agronómico de la infiltración, técnicas de control de escurrimientos y control de erosión en áreas críticas.
- Se debe tener también en cuenta para futuros estudios el análisis de la superficie adicional sembrada por la técnica del doble cultivo anual, lo que también implica doble aplicación de plaguicidas sobre una misma superficie (Vazquez, 2004; Vazquez 2011b).
- Siendo que esta tesis demuestra que aumenta el riesgo de contaminación por plaguicidas, como también se incrementa la intervención del hábitat natural con impactos sobre el ecosistema, es que sería importante realizar otra investigación que mida estos procesos.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

- Por otro lado sería importante destacar cuales son los servicios ecosistémicos que se pierden en cada UAE de la CrGQ.
- Se sugiere también analizar por cada UAE unidades de producción representativas de cada área, en forma temporal para analizar las tendencias futuras con respecto a los productores agropecuarios.
- Por último, se sugiere profundizar en el tema referido a las BPA.

Se concluye en este trabajo, que la caracterización de UAE, facilita el diagnóstico previo para el ordenamiento ambiental de la CrGQ, fundamental para tender a la sustentabilidad agroproductiva de la misma. Finalmente, restan desafíos por alcanzar, y sería de interés profundizar en las líneas de investigación sugeridas, con el propósito de lograr definitivamente el ordenamiento territorial de la cuenca.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

## BIBLIOGRAFÍA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarga.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

ADRIAANSE, A. 1993. Environmental policy performance indicators: a study of the development of indicators for environmental policy in the Netherlands. The Hague: Sdu Publishers. Amsterdam, Ho. 175 p.

AIZEN, M.A.; L.A. GARIBALDI y M. DONDO. 2009. Expansión de la soja y diversidad de la agricultura argentina. Ecología Austral, Asociación Argentina de Ecología, n. 19, p. 45-54, 2009.

ALVARADO, A. 1995. Uso de la consulta de expertos en la estimación del desarrollo sostenible en los países centroamericanos y las regiones de Costa Rica. Agronomía Costarricense 19(2):31-38.

ALPERÍN, M.; BORGES, V. y SARANDÓN, R. Caracterización Espacial de los Tipos de Cobertura de Suelo usando Técnicas Geoestadísticas a partir de Información Satelital. Revista de la Facultad de Agronomía, 2002, vol. 105, n° 1, p. 40-51.

ALTIERI, M.A. 1987. Agroecology: The scientific basis of alternative agriculture. Westview Press, Boulder.

ALTIERI MA 1992. Sustainable agricultural development in Latin America: exploring the possibilities. Agriculture. Ecosystems & Environment 39: 1-21.

ALTIERI, M. 1999. Agricultura tradicional y la conservación de la biodiversidad. En: MATTEUCCI, SOLBRIG, MORELLO y HALFFTER (eds.). Biodiversidad y uso de la tierra. Conceptos y ejemplos de Latinoamérica. Cap 5: 71-83. EUDEBA, Col. C.E.A. 24.

ARMAND, M. 1995. Télédétection, urbanisme et aménagement. Toulouse: Groupement pour le développement de la télédétection aérospatiale (GDTA), 150 p.

ALTIERI MA 2002. Los impactos ecológicos de los cultivos transgénicos y las razones por la que la biotecnología agrícola es incompatible con una agricultura sostenible. En: SARANDÓN (ED.). agroecología. el camino hacia una agricultura sustentable. cap. 11: 223-247. E.C.A.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarga.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

ALTIERI, M. A. y NICHOLLS, C. I. 2000. Agricultura tradicional y conservación de la biodiversidad. En: ALTIERI, M.; NICHOLLS, C.I. Agroecología. Teoría y Práctica para una agricultura sustentable. 1ª Edición. Serie Textos Básicos para la formación ambiental 4. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Red de formación ambiental para America Larina y el Caribe. México. D. F. p. 181-192.

ARAYA, P.; DÍAZ, R.; FERNÁNDEZ, L. 1995. El desarrollo sostenible: un desafío a la política económica agroalimentaria. San José, CR. 248 p.

ATLAS AMBIENTAL DE BUENOS AIRES. 2010. Proyecto de la Agencia de Promoción Científica y Tecnológica de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación y del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires Disponible en: <http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar>. Consulta realizada el 17 de marzo de 2010.

BALDARES, M.; GUTIÉRREZ, E.; ALVARADO, A. y BRENES, L. 1993. Desarrollo de un sistema de información sobre indicadores de sostenibilidad para los sectores agrícola y de recursos naturales de los países de América Latina y el Caribe. In: Ciencias Económicas. Universidad de Costa Rica y Proyecto IICA/GTZ. San José, CR. 117 p.

BEETS, W.C. 1990. Raising and sustaining productivity of smallholder farming systems in the tropics: a handbook of sustainable agricultural development. AgBé Publishing. Alkmaar, Ho. 738 p.

BERGELSON, J. y PURRINGTON C. 1996. Surveying patterns in the cost of resistance in plants. American Naturalist, American Society Naturalist, n.148, p. 536-558.

BERTONATTI, C. y CORCUERA, J. 2001. Situación Ambiental en Argentina 2000. FVS.

BERHONGARAY, 2007. Carbono en suelos pampeanos: efectos de la vegetación y el uso. Universidad Nacional de La Pampa.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarga.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

BOCKSTALLER, C.; GIRARDIN, P. y VAN DER WERF, H.M.G. 1997. Use of agroecological indicators for the evaluation of farming systems. *European Journal of Agronomy* 7: 261-270.

BOLGER, D.T.; ALBERTS, A.C.; SAUVAJOT, R.M.; POTENZA, P.; McCALVIN, C.; TRAN, D., MAZZONI, S. y SOULÉ, M. E. 1997. Response of rodents to habitat fragmentation in coastal Southern California. *Ecological Applications*, Ecological Society of America, 7: 552-563.

BOSQUE SENDRA J. y GARCÍA R. C. 2000. El uso de los sistemas de información geográfica en la planificación territorial. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense* ISSN: 0211-9803. 2000, 20: 49-67.

BUZAI, G.D. y BAXENDALE, C.A. 2010. Actas I Congreso Internacional sobre Ordenamiento Territorial y Tecnologías de la Información Geográfica. Obras Colectivas 24. Universidad de Alcalá de Henares, Alcalá. (Versión CD). ISBN 978-84-8138-920-3.

BURKART, R. (COMP.) 1994. El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas de la Argentina. Administración de Parques Nacionales. Buenos Aires.

BROOKES A 1988. *Channelized Rivers. Prospectives for Enviromental management*. John Wiley & Sons, 326pp.

CABRERA, A. 1976. *Regiones Fitogeográficas Argentinas*. Buenos Aires: ACME, 85 p.

CABRERA, A. y WILLINK, A. 1973. *Biogeografía de América Latina*. Washington, Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos.

CAMPOS, A.; BAGNULO, C. y PACHECO, R. 2012. Cambios en el régimen pluviométrico y sus efectos sobre la producción agropecuaria en el Partido de Puán. *Revista electrónica. geografía Austral*

CAMPO DE FERRERAS, A. y PÍCCOLO, M. C. 1999. Hidrogeomorfología de la Cuenca del río Quequén Grande, Argentina. *Papeles de Geografía*, n. 29, p. 35-46.



CAMPO DE FERRERAS, A.M. y PÍCCOLO, M.C. 2002. Hidroquímica de la cuenca del arroyo Pescado Castigado. Actas III Jornadas Nacionales de Geografía Física.: 97-103. Santa Fe.

CARBONE, M.; PÍCCOLO, M. y SCIAN, B. 2004. Análisis de los períodos secos y húmedos en la cuenca del arroyo Claromecó, Argentina. Papeles de Geografía, n° 40, p. 25-35.

CASTRO, R. 1997. Manual de Fotogrametría y Fotointerpretación. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Colección de Docencia. 247 p. Santiago. Chile.

CHANDER, G. y MARKHAM, B. 2003. Revised Landsat-5 TM Radiometric Calibration Procedures and Postcalibration Dynamic Ranges. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 41, n° 11, p. 2674-2677.

CHANDER, G.; MARKHAM, B. y BARSÌ, J. 2007. Revised Landsat-5 Thematic Mapper Radiometric Calibration. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, vol. 4, n° 3, p. 490-494.

CHAPIN III, S.; ZAVALETA E., EVINER V., NAYLOR R. y VITOUSEK P.. 2000. Consequences of changing biodiversity. Nature, n. 405, p. 234-242.

CHIRIBOGA, M. y PLAZA, O. 1993. Desarrollo rural microrregional y descentralización. San José de Costa Rica: IICA, 226 p.

CHUVIECO, E. 2007. Teledetección Ambiental. La observación de la tierra desde el espacio. Barcelona: Ariel, 586 p.

CISNEROS, J.; CHOLAKY, C.; CANTERO GUTIERREZ, A.; GONZALES, J.; REYNERO, M., DIEZ, A. y BERGESIO, L. 2012. Erosión Hídrica. Principios y técnicas de manejos. Universidad nacional de rio cuarto. Facultad de agronomía y veterinaria. Servicio de conservación y ordenamiento territorial de tierras (SECYOT). Editora UNIRIO. Colección Académico Científico.



COMERMA, J. 1997. Directivas del proceso de evaluación de tierras y premisas para la descripción de unidades de tierras y tipos de utilización de la tierra (TUT). Curso: Evaluación de tierras y sostenibilidad de la agricultura en la Región Andina. PROCINDINO/REDAMACS. Maracay, Vz, IICA. 97 p.

CCOO, 2004. Riesgos químicos por uso de plaguicidas en el medio ambiente. Recopilado y realizado para FSAP por Pau González.

[http://www.ccoo.cat/fsap/s\\_gene/ccoogene/salut/RiesgosMA.pdf](http://www.ccoo.cat/fsap/s_gene/ccoogene/salut/RiesgosMA.pdf)

DAILY, G. y EHRLICH P. 1992. Population, sustainability and Earth's carrying capacity. Bioscience. n. 42, p. 761-771.

DE CAMINO, R. Y MÜLLER, S. 1993. Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales. Bases para establecer indicadores. Proyecto IICA/GTZ. San José, CR, IICA. 133 p. (Serie Documentos de Programas N° 38).

DE LA FUENTE E.B. y SUÁREZ S.A. 2008. Problemas ambientales asociados a la actividad humana: la agricultura. Ecol. austral v.18 n.3 Córdoba

DI BELLA, C.; POSE, G.; BEGET, M.; FICHER, M.; MARI, N. y VERÓN, S. 2008. La Teledetección como herramienta para la prevención, seguimiento y evaluación de incendios e inundaciones. Ecosistemas, vol. 17, n° 3, p. 39-52.

DEGIOANNI A.; CISNEROS J.; CANTERO A. y VIDELA H. 2006. Modelo de simulación del balance hídrico en suelos con freática poco profunda. Cienc. Suelo. v.24. n.1. Buenos Aires

DEMETRIO P. M. 2012. Estudio de efectos biológicos de plaguicidas utilizados en cultivos de soja RR y evaluación de impactos adversos en ambientes acuáticos de agroecosistemas de la región pampeana. Tesis presentada para optar por el título de Doctor de la Facultad de Ciencias Exactas.



EVANS, L.T. 1993. Crop yield and world food supply. En: Evans, L. (ed.). Crop evolution, adaptation and yield. Cambridge University Press. pp. 32-61.

FAO 1996. Agro-ecological zoning. Soils Bulletin 73. FAO. Roma, Italia. 78 pp.

FAO 1997. Non-wood forest products: tropical palms. RAP Publication 10. FAO. Bangkok, Tailandia. 165 pp.

FAO, 2004. Irrigation and Drainage Papers: Control of water pollution from agriculture, Roma. En línea: <http://www.fao.org/docrep/W2598E/> [Consultado el 20/02/13].

FAO. 2007. Agriculture. Food and Agriculture organization of de United Nations. Rome: Agriculture, Series N° 38, 2007.

FAO. 2008. Database. Disponible en <http://apps.fao.org/faostat/>.

FERNÁNDEZ G., VALENZUELA S., CASTRONOVO R., RICCI S., DILLON A. Y RAMOS A. 2008. El patrimonio geológico-minero como recurso para crear rutas turísticas en el Sistema de Tandilia, Argentina. CINEA, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional del Centro, Paraje Arroyo Seco s/n, 7000 Tandil, Argentina.

FOLEY, J.A.; DEFRIES, R.; ASNER, G.P.; BARFORD, C.; BONAN, G. et al., 2005. Global consequences of land use. Science. 309:570-574.

FRANK, F.C. 2007. Impacto agro-ecológico del uso de la tierra a diferentes escalas en la región pampeana argentina. Balcarce: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, 164 p. (Tesis de Magister Scientiae).

FECIC. 1988. El deterioro del ambiente en La Argentina. Ed. FECIC.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villavieja C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarga.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

GALLOPIN, 2004. La sustentabilidad ambiental del desarrollo en Argentina: tres futuros. Serie Medio Ambiente y Desarrollo. Nro. 91. CEPAL.

GANDINI, M. y ENTRAIGAS, I. Ecorregiones del Partido de Azul. Facultad de Agronomía (UNC). Programa Institucional de Investigación y Transferencia Tecnológica. Publicación N° 2, 16 p. 1995.

GANDINI M., SACIDO M. y ENTRAIGAS I. (2007) Análisis de la relación entre variables de importancia agroecológica y el índice de vegetación NDVI. En: Teledetección, herramienta para la gestión sostenible. En: Teledetección: herramienta para la gestión sostenible eds. Raúl Rivas, Alfredo Grisotto y Mónica Sacido. ISBN 978-987-543-127-0.

GASPARI, F. 2005. Ordenamiento Territorial de microcuencas en base al riesgo de erosión hídrica superficial a través de la aplicación de SIG. Revista electrónica de la Redlach, , vol. 2, n° 1, p. 16-23.

GLIGO, N. 2006. Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina, un cuarto de siglo después. Parte 1. Serie Medio Ambiente y Desarrollo n 126. División desarrollo sostenible y asentamientos humanos. CEPAL.

GUERSCHMAN, J.; PARUELO, J.; DI BELLA, C.; GIALLORENZI, M. y PACIN, F. 2003. Land Cover classification in the Argentine Pampas using multi-temporal Landsat TM Data. International Journal of Remote Sensing, vol. 4, n° 17, p. 3381-3402.

GHERSA, C.M. 2006. Los cultivos industriales y el mantenimiento de la calidad y cantidad de los servicios de los agroecosistemas. En: De la Fuente E.B.; Gil A.; Giménez P.I.; Kantolic A.G.; López Pereira M. et al. (eds.). Cultivos Industriales. Editorial Facultad de Agronomía-UBA, Argentina. pp. 21-23.

GHERSA, C.M. 2005. La sucesión ecológica en los agroecosistemas pampeanos: sus modelos y significado agronómico. En: Oesterheld, Aguiar, Guerza, Paruelo (comps.). La heterogeneidad



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villavieja C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarga.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando JC León.: 195-212. Ed. Facultad de Agronomía. 2005.

GHERSA, C.M. y MARTÍNEZ-GHERSA, M.A. 1991. Cambios ecológicos en los agroecosistemas de la Pampa Ondulada; Efectos de la introducción de la Soja. Ciencia e Investigación, Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNMSM, 5: 182-188.

GHERSA, C.M. y LEÓN, J.C. 1999. Successional changes in agroecosystems of the rolling pampa. In: L.R. WALKER (editor). Ecosystems of the World. Ecosystems of disturbed ground. Elsevier. pp. 487-502.

GHERSA, C.M. y LEÓN, J.C. 2001. Ecología del paisaje Pampeano: consideraciones para su manejo y conservación. En: NAVEH Y LIEBERMAN (eds.). Ecología de paisajes. Teoría y Aplicación. Cap. 6. Editorial Facultad de Agronomía. UBA.

GHERSA, C.M.; FERRARO, D.O.; OMACINI, M.; MARTINEZ-GHERSA, M.A.; PERELMAN, S.; SATORRE, E.H. y SORIANO, A. 2002. Farm and landscape level variables as indicators of sustainable land-use in the Argentine Inland-Pampa. - Agriculture, Ecosystems & Environment 93: 279-293.

GIUFFRE, L. 2008. Agrosistemas: Impacto ambiental y sustentabilidad. Universidad de Buenos Aires. Editorial Facultad de Agronomía. p. 187-195.

GLIESSMAN, S.R. 2001. Agroecología: Processos ecológicos em agricultura sustentável. Segunda edición. Editorial Universidade/ UFRGS. Porto Alegre, Brasil.

GUIMARÃES, R. 2002. Desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe: desafíos y perspectivas a partir de Johannesburgo. In ALIMONDA, H. (ed). Los tormentos de la materia. Aportes para una ecología política latinoamericana. Buenos Aires: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, CLACSO, p. 123-150.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarga.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

GÓMEZ OREA, D. 2002. Ordenación Territorial. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

GÓMEZ OREA, D. 2007. Evaluación Ambiental Estratégica. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

GONZÁLEZ, J.; ROBINSON, T.; CANTERO, J.; CHOLAKY, C. y J. CISNEROS. 2002. Utilización de los SIG en la gestión de recursos naturales en una cuenca serrana del centro de Argentina. Revista UNRC. Volumen 22 N° 1-2.

GUTIÉRREZ, E. 1994. The approximated sustainability index: a tool for evaluating sustainability national performance. Contribution to the network seminar on sustainable development by NEF. San José, CR, UCR. 66 p.

GUZMÁN, E. 1997. Ecoeficiencia para medir. Programa del Consejo Empresarial Colombiano para el Desarrollo Sostenible, CECODES. Colombia. 105 p.

HALD, A.B. 1999. The impact of changing the season in which cereals are sown on the diversity of the weed flora in rotational fields in Denmark. Journal of Applied Ecology, n. 36, p. 24-32.

HALL, A.; REBELLA, C.; GHERSA, C. y CULOT, P. 1992. Filed-Crop Systems of the Pampas. In: C. J. PEARSON (editor). Ecosystems of the World. Elsevier, The Netherlands. pp. 413-449.

HOOPER, D.; CHAPIN III S., EWEL J., HECTOR A. y INCHAUSTI P. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. Ecological Monographs, v. 75, n. 1, p. 3-35, 2005.

JASENIUK, M.; BRULE-BABEL A. y MORRISON L. 1996. The Evolution and Genetics of Herbicides Resistance in Weeds. Weed Science, n. 44, p. 176-193.

JENKS, G. F. 1967. The Data Model Concept in Statistical Mapping, en International Yearbook of Cartography n° 7, pp. 186-190.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarga.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

KLINGEBIEL, A y MONTGOMERY P. Land capability classification, USDA, SCS, Agr. Handbook, n. 210, Washington D.C., 1961.

KRUSE, E. 1993. El agua subterránea y los procesos fluviales en la región centro oriental de la provincia de Buenos Aires. CIC. 15: 13-31. La Plata.

KRUSE, E; ROJO, A. y LAURENCENA, P. 1993. Aspectos geohidrológicos de la zona sur de Mar del Plata (Buenos Aires). VI: 216-221. Mendoza.

LANE, E. 1995. The importance of fluvial morphology in hydraulic engineering. Proceedings of the American Society of Civil Engineers. Journal of the Hydraulics Division, vol. 81, n° 745, p. 1-17.

LANZELOTTI, S. 2008 .Laura. A río revuelto... Geoarqueología, resolución e integridad del registro arqueológico en el río Quequén Grande (provincia de Buenos Aires). Intersecciones antropol., Olavarría.

LAPITZ, R.; EVIA, G. y GUDYNAS, E. 2004. Soja y carne en el Mercosur; comercio, ambiente y desarrollo agropecuario. Montevideo: Coscoroba, 303 p.

LASTRA, G.; PEREYRA, M.; MARINO, B. y THOMAS, L. 2008. Análisis del uso del agua en la Cuenca del río Quequén Grande. Congreso Nacional de Geografía, 69 Semana de Geografía, Buenos Aires, Contribuciones Científicas. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, p. 197-212.

LEFF, E. 1998. Saber Ambiental, Sustentabilidad, Racionalidad, Complejidad y Poder. Ed. XXI México.

LEFF, E. 2004. Racionalidad ambiental. La reapropiación social de la naturaleza. Siglo XXI, México. Cap. 5 – p: 181-231.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villavieja C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarga.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

LEFF, E. 2006. Complejidad, racionalidad ambiental y diálogo de saberes. En: Primer Congreso Internacional interdisciplinar de participación, animación e intervención socioeducativa celebrado en Barcelona, noviembre de 2005.

LEHMAN, H. 1993. Values, ethics and the use of synthetic pesticides in agriculture. En: PIMENTEL, D. Y LEHMAN H. (editores), The Pesticides Question: Environment, Economics and Ethics. New York: Chapman & Hall.

LEVITAN, L.; MERWIN L. y KOVACH J. 1995. Assessing the relative environmental impacts of agricultural pesticides: the quest for a holistic method. Agriculture. Ecosystems and Environment, n. 55, p.153-168.

LÓPEZ BARRERA, F.; VELÁZQUEZ A. y MERINO PÉREZ L. Exploring the determinants of good community forest management, Interciencia, v. 35, n. 8, p: 560-567, 2010.

LUGO, A. 1982. Los sistemas ecológicos y la humanidad. Secretaría general de la Organización de los Estados Americanos. O.E.A., Ser. Biología, Monogr. 23. 82 p.

MANUEL-NAVARRETE, D.; GALLOPIN, G.; BLANCO, M.; DÍAZ-ZORITA, M.; FERRARO, D.; HERZER, H.; LATERRA, P.; MORELLO, J.; MURMIS, M.; PENGUE, W.; PIÑEIRO, M.; PODESTÁ, G.; SATORRE, E.; TORRENT, M.; TORRES, F.; VIGLIZZO, E.; CAPUTO M. y CELIS, A. 2005. Análisis sistémico de la agriculturización en la pampa húmeda argentina y sus consecuencias en regiones extrapampeanas: sostenibilidad, brechas de conocimiento e integración de políticas. Santiago de Chile: CEPAL, Serie Medio Ambiente y desarrollo, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos, 65 p.

FABIÁN M. M. y PICCOLO, M. C. 2005. Hidrogeomorfología de la Cuenca del río Quequén Salado, Argentina. Investigaciones Geográficas, nº 37 pp. 59-71.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarga.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

MARLENKO, N. 2003. Capítulo VI "Uso de la Tierra", en: "Sensores Remotos aplicados al estudio de los recursos naturales". Stella Maris Navone. Coordinación; Buenos Aires: Editorial Facultad de Medicina.

MARTÍN B., SOSA O., ZERPA G., ACEBALM.A. y MAGRA G. 2008. Características de una pastura en implantación en sectores con diferencias microaltimétricas en un área deprimida. Revista Científica Agropecuaria. 12(1): 25-33.

MARTÍNEZ, G. 2007. Mapeo geomorfológico con imágenes Landsat 7 y Radarsat 1 en la cuenca del río Quequén Grande, Provincia de Buenos Aires, Argentina, en XII Congreso de la Asociación Española de Teledetección. Mar del Plata, Actas del Congreso.

MARTÍNEZ, D.; MASSONE, H.; MARTÍNEZ, G.; FERRANTE, A.; TERUGGI, L. y FARENGA, M. 2004. Hidroquímica y flujo subterráneo en la Cuenca del río Quequén, Provincia de Buenos Aires, Argentina. XXXIII Congreso Internacional de Hidrogeología. Zacatecas: AIH-ALHSUD, p. 18-23.

MATTEUCCI, S.D. 1998. El análisis regional desde la ecología. En: MATTEUCCI S. D. y BUZAI G. D. (eds.) Sistemas Ambientales Complejos: herramientas de análisis espacial. Colección CEA Nº 21; EUDEBA, Buenos Aires; pp 117-150.

MATTEUCCI, S. D. 2006. Ecología de paisajes: filosofía conceptos y métodos. Capítulo 1. En: MATTEUCCI, S. D.; MORELLO, J.; BUZAI, G. D.; BAXENDALE C. A.; SILVA, M.; MENDOZA, N.; PENGUE, W. y RODRÍGUEZ, A. Crecimiento urbano y sus consecuencias sobre el entorno rural. El caso de la ecorregión pampeana. Orientación Gráfica Editora, SRL, Buenos Aires. ISBN 978-987-9260-45-6.

METZGER, J.P. 2008. Landscape ecology: perspectives based on the 2007 IALE worldcongress. Landscape Ecology 23: 501-504.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villavieja C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarga.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

MATHER, P. 1987. Computer Processing of Remotely Sensed Data, London, John Wiley and Sons.

MATSON, P.; PARTON, W.; POWER, A. y SWIFT, M. 1997. Agricultural Intensification and Ecosystem Properties. *Science* 277:504-509.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. 2005. Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press, Washington, 139 p.

MILLS, M. y THRUMAN, M. 1994. Reduction of nonpoint source contamination of surface water and groundwater by starch encapsulation of herbicides. *Environmental Science and Technology*, vol. 28, n° 4, p. 600-605.

MONTICO, S. 2004. El manejo del agua en el sector rural de la Región Pampeana Argentina. *Revista THEOMAI, Estudios sobre Sociedad, Naturaleza y Desarrollo*, número especial, p. 1-10.

MOREIRA, M. y ZERDA, H. 2000. Caracterización Ecológica de Ambientes Urbanos y Periurbanos Mediante la Percepción Remota y SIG, en XI Congreso Nacional de Fotogrametría y Ciencias Afines. Universidad Católica de Santiago del Estero. Santiago del Estero.

MORELLO, J. y SOLBRIG, O. 1997. Argentina granero del mundo: hasta cuándo? La degradación del sistema agroproductivo de la pampa húmeda y sugerencias para su recuperación. CEA, UBA, Harvard University, INTA, Bs. As. pp. 280.

MÜLLER, S. 1996. ¿Cómo medir la sostenibilidad? Una propuesta para el área de la agricultura y los recursos naturales. Proyecto IICA/GTZ. San José, CR, IICA. 55 p. (Serie Documentos de Discusión N° 1).

MÜLLER, S. 1997. Evaluating the sustainability of agriculture. The case of the Reventado river watershed in Costa Rica. *European University Studies Series V. Economics and Management*. Alemania. 2194:1-223.



NORRIS, R.; CASWELL-CHEN E. y KOGAN M. 2003. Ecosystems biodiversity and IPM. En: NORRIS, R.F.; E.P. CASWELL-CHEN y M. KOGAN (editors), Concepts in integrated pest management. USA: Prentice Hall, p. 155-171.

NUÑEZ M. Y SANCHEZ R. 2007. Relaciones sociedad-naturaleza en la región de Tandilia. En: Actas del Primer Congreso de Geografía de Universidades Nacionales, Universidad Nacional de Rio Cuarto.

REQUESENS E., SCARAMUZZINO R., ORFILA E., MENDEZ ESCOBAR R., y GANDINI M. 1997. Banco de semillas en distintas posiciones topográficas en un sector agrícola del centro de la Provincia de Buenos Aires. Ecología Austral, v.7, p.73-78,

NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL). 1999. Our Common Journey: A Tranestablecimient on Toward Sustainability. Washington: The National Academic Press.

RUEDA, S. 1999. Modelos e indicadores para ciudades más sostenibles. Cataluña: Fundació Fòrum Ambiental, 38 p.

OEA. 2004. Las Buenas Prácticas Agrícolas. Santiago de Chile: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.

OESTERHELD, M. 2008. Impacto de la agricultura sobre los ecosistemas. Fundamentos ecológicos y problemas más relevantes. Ecología Austral, Asociación Argentina de Ecología, n. 18, p. 337-346.

ODUM, E.P. 1972. Ecología. Nueva Editorial Interamericana, S. A. 639 p.

PARUELO, J.; GUERSCHMAN, J.; BALDI, G. y DI BELLA, C. 2004. La estimación de la superficie agrícola; antecedentes y una propuesta metodológica. Revista Interciencia, vol. 29, n° 8, p. 421-427.



PARUELO, J.; GUERSCHMAN, J. y VERÓN, S. 2005. Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo, *Ciencia Hoy*, vol. 15, N° 87.

PENGUE, W. A. 2002. Comercio desigual y deuda ecológica, lo que el Norte le debe al Sur. Documento publicado por *Le Monde Diplomatique*. Edición Cono Sur, Año III, Número 34.

PENGUE, W. 2004. Producción agroexportadora e (in)seguridad alimentaria: El caso de la soja en Argentina. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 2004, vol. 1, p. 46-55.

PENGUE, W. 2008. La apropiación y el saqueo de la naturaleza. Buenos Aires, Lugar Editorial. Cap. 2, p: 52-99.

PÉREZ-VEGA, A; MAS J.F., VELÁZQUEZ A. y VÁZQUEZ L. Modelling vegetation diversity types in Mexico based upon topographic features. *Interciencia*, v. 33, n. 2, p. 88-95, 2008.

PETTS, G.E. 1984. *Impounded Rivers: perspective for ecological managements*. Wiley-Interscience Publication. 326p.

PÍCCOLO, M. y PERILLO, G. Geomorfología e hidrografía de los estuarios. In BOSCHI, E. (ed.). *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros*. Mar del Plata: INIDEP-SAGPyA, 1997, p. 133-161.

PIMENTEL, D.W.; DAZHONG y GIAMPIETRO, M. 1990. Technological changes in energy use in US Agricultural Production. In: GLIESSMAN (ed.) *Agroecology: Researching the ecological basis for sustainable agriculture*. : 305-322. Springer Verlag.

PIMENTEL, D. 1992. Ecological effects of pesticides of Non-Target species in terrestrial ecosystems. Pages 171-190 in R. G. Tardiff, editor. *Methods to Assess Adverse Effects of Pesticides on Non-target Organisms*. John Wiley & Sons, New York.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarga.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

PIMENTEL, D.W. 1999. Environmental and economic benefits of sustainable agriculture. In: Kohn, Gowdy, Hinterberger & Northampton (eds.). Sustainability in Question: The Search for a Conceptual Framework. New York.

PIMENTEL, D. y LEHMAN H. 1993. The Pesticides Question: Environment, Economics and Ethics. New York: Chapman & Hall.

PIMENTEL, D.; MCLAUGHLIN, L.; ZEPP, A.; LAKITAN, B.; KRAUS, T.; KLEINMAN, P.; VANCINI, F.; ROACH, W.; GRAAP, E.; KEETON, W. y SELIG, G. 1991. Environmental and economic effects of reducing pesticide use. In: Pimentel, D. (Ed.). Handbook of Pest Management in Agriculture, 2nd ed. ed. CRC Press, Boca Raton, FL., pp. 679-718

PONTIUS, J.R; SHUSAS E. y MCEACHERN M. 2004. Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. Agriculture, Ecosystems and Environment, n. 101, p. 251-268.

PUJADAS, R. y FONT, J. 1998. Ordenación y planificación territorial. Madrid: Síntesis, 391 p.

RABINOVICH, J. y TORRES, F. 2004. Caracterización de los síndromes de sostenibilidad del desarrollo: El caso de Argentina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Documento LC/L.2155-P. Santiago, Chile, pp. 97.

RECA, L. y PARELLADA, G. 2001. La agricultura argentina a comienzos del milenio: logros y desafíos. Revista de Ciencias Sociales, vol. 40, n° 160, p. 707-737.

REBORATTI, C. 2000. Ambiente y sociedad: conceptos y relaciones. Buenos Aires: Planeta Argentina, 245 p.

REGANOLD, J. 1989. Farming's organic future. New Scientist, n. 122, p. 49-52.



REQUESENS, E. 2006. El desarrollo de las ciencias agropecuarias bajo el modelo de Thomas Khun. *Rev. Arg. de Humanidades y Ciencias Sociales* 4(1): 1669-1555.

REQUESENS, E. 2011. Bases agroambientales para un desarrollo sustentable del partido de Azul. Coord. Requesens. Primera Edición. Tandil: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Facultad de Agronomía, 136 p. ISBN 978-950-658-269-2

RICKERT, D. 1993. Water quality assessment to determine the nature and extent of water pollution by agriculture and related activities. In: *Prevention of Water Pollution by Agriculture and Related Activities. Proceedings of the FAO Expert Consultation, Santiago, Chile, 20-23 October, 1992. Water Report 1. FAO, Rome. 171-94.*

SACIDO, M.; LATORRE, E.; GANDINI, M. y GIAQUINTA, A. 2006. Correlación entre corte y teledetección en la producción de raigras (*loium multiflorum*). 2006. En: desafíos y oportunidades del bioma campos frente a la expansión e intensificación agrícola. XXI Reunión del grupo técnico en forrajeras del cono sur - grupo campos, Pelotas.

SALA, J.M. 1975. Recursos hídricos. En *Relatorio del Congreso Geológico Argentino*, pp. 169-193.

SAGyP-INTA. 1989. Mapa de Suelos de la Provincia de Buenos Aires. Buenos Aires: Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca - Instituto de Tecnología Agropecuaria, Proyecto PNUD Argentina 85/019, 200 p.

SAGyP-INTA. 1990. Atlas de Suelos de la República Argentina. Escala 1:500.000 y 1.000.000. Proyecto PNUD Arg. 85/019. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro de Investigaciones de Recursos Naturales. ISBN: 950-432964-1. 200 pp.

SARANDÓN, S. J. 2000. El desarrollo y uso de indicadores de sustentabilidad. Seminario-Taller Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas. Montevideo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarga.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

SARANDÓN, S.J. 2002a. La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El impacto de la agricultura intensiva de la revolución verde. En: Sarandón (ed.) Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. Cap.1: 23-47. E.C.A.

SARANDÓN, S. J. 2002b. El agroecosistema: un sistema natural modificado. Similitudes y diferencias entre ecosistemas naturales y agroecosistemas. En: Sarandón (ed.). Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. Cap 6: 119-134. E.C.A.

SARANDÓN, S.J. 2002c. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En: Sarandón (ed.). Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. Cap 20: 393-414. E.C.A. Argentina.

SARANDÓN, S. J.; MARASAS, M.E.; DIPIETRO, F.; BELAUS, A.; MUIÑO, W. y OSCARES, E. 2003. Evaluación de la sustentabilidad del manejo de suelos en agroecosistemas de la provincia de La Pampa, Argentina, mediante el uso de indicadores. Resúmenes (CD Rom), I Congresso Brasileiro de Agroecología, IV Seminario Internacional sobre Agroecología, EMATER/ ASCAR, Resumen RN117, p. 4. Porto Alegre.

SARANDÓN, S.J.; ZULUAGA, M.S.; CIEZA, R.; GÓMEZ, C.; JANJETIC, L. y NEGRETE, E. 2006. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. Agroecología 1: 20-28.

SESSEVALLE, S. 2013. Descripción de un protocolo para determinar profundidad de tosca en la zona sudoeste de la provincia de Buenos Aires. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina.

SARANDÓN, S. J. y SARANDÓN, R. 1993. Un enfoque ecológico para una agricultura sustentable. En: Goin y Goñi (eds.) Elementos de Política Ambiental. Cap. 19: 279-286. H Cámara de Diputados de la Pcia. de Buenos Aires.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villavieja C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarga.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

STODDART, L. A. 1972. ¿Qué es el manejo de pastizales?. Rendimiento del pastizal. Galve S.A., México, Vol. I: 354 p.

SATORRE, E. H. 2001. Production Systems in the Argentine Pampas and their Ecological Impact. pp. 81-102 in O. Solbrig, R. Paalberg, and F. Di 120 Castri, editors. Globalization and the Rural Environment. Harvard University Press, Cambridge, MA.

SCHROEDER, T.; COHEN, W.; SONG, C.; CANTY, M. y YANG, Z. 2006. Radiometric correction of multi-temporal Landsat data for characterization of early successional forest patterns in western Oregon. Remote Sensing of Environment, n° 103, p. 16-26.

SCHRÖTER, D.; CRAMER W., LEEMAN R., PRENTICE C. y ARAUJO M.. 2005. Ecosystem service supply and vulnerability to global change in Europe. Science, n. 310, p. 1333-1337.

SENIGAGLIESI, C. 1991. Recursos Naturales. Pampa Húmeda Norte. INTA, Seminario Juicio a nuestra agricultura. Hacia un desarrollo sostenible. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires: 29-51.

SERAGELDIN, I. 1996. El desarrollo sostenible: de la idea a la acción. Finanzas y Desarrollo 33(4):3.

SILVA, L. 2011. Tendencias en el uso de la tierra y diversidad productiva en establecimientos agropecuarios del centro-sur bonaerense. Tesis de grado. Lic. en Diagnostico y Gestión Ambiental. Facultad de Ciencias Humanas. UNCPBA.

SMYTH, A.J. y DUMANSKY, J. 1995. A framework for evaluating sustainable land management. Canadian Journal of Soil Science 75: 401-406.

SOLBRIG, O. 1997. Ubicación histórica: desarrollo y problemas de la pampa húmeda. En: MORELLO y SOLBRIG (eds). ¿Argentina granero del mundo. Hasta cuándo?: 29-40. Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires, Argentina.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarga.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

SOLBRIG, O. 1999. Observaciones sobre la diversidad y desarrollo agrícola. En: Matteucci, Solbrig, Morello y Halffter (eds.) Biodiversidad y uso de la tierra. Conceptos y ejemplos Latinoamérica. Cap 3: 41-54, col C.E.A. 24.

SOBRINO, J. A. 2000. Teledetección. Valencia, Universidad de Valencia.

SOLER MONTIEL, M. 2007. OMC, PAC y Globalización agroalimentaria. Viento Sur N° 94: p. 37-45.

SORIANO, A. y AGUIAR, M.R. 1998. Estructura y funcionamiento de los agroecosistemas. Ciencia e Investigación, Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNMSM, 50: 63-73.

SOUDANI, K.; FRANCOIS, C.; LE MAIRE, G.; LE DANTEC, V. y DUFRÊNE, E. 2006. Comparative analysis of IKONOS, SPOT, and ETM+ data for leaf area index estimation in temperate coniferous, and deciduous forest stands. Remote Sensing of Environment, 2006, n° 102, p. 161-175.

SPEEDING, C.R.W. 1979. Ecología de los sistemas agrícolas. H. Blume Eds. España. 320 p.  
SSSA, 1995. SSSA statement on soil quality. Agron. News 6: 7.

SZPEINER, A.; M.A. MARTINEZ-GHERZA y GHERZA C.M. 2007. Agricultura pampeana. Corredores biológicos y biodiversidad. Ciencia Hoy, v. 17. n. 101. p. 38-46, 2007.

TELLARINI, V. y CAPORALI, F. 2000. An input/output methodology to evaluate farms as sustainable agroecosystems: an application of indicators to farms in central Italy. Agriculture, Ecosystems & Environment 77: 111–123.

TERAN, O.; QUINTERO N., ABLAN M. y ALVAREZ J. Multiagent-Based social simulation: The case of the Caparo forest Reserve, Venezuela. Interciencia, v. 35, n. 9, p. 696-703, 2010.

TERUGGI, L.; MARTÍNEZ, G.; BILLI, P. Y PRECISO, E. 2004. Geomorphologic units and sediment transport in a very low relief basin: Rio Quequén Grande, Argentina,



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villanro C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

Geomorphological Processes and Human Impacts in River Basins. Proceedings of the International Conference held at Solsona, Catalonia, Spain, May 2004), IAHS Publ. 299, pp. 154-160. Turner M. Spatial and temporal analysis of landscape patterns. Landscape Ecology, 1990, n° 4, 21-30 p.

TILMAN, D. 1998. The greening of the green revolution. Nature. n. 396, p. 211-212.

USEPA, 1994. National Water Quality Inventory. 1992 Report to Congress. En línea: <http://water.epa.gov/lawsregs/guidance/cwa/305b/index.cfm> [Consultado el 13/03/13].

VALENZUELA, C. 1994. Revista del proyecto de SIG para el ordenamiento territorial forestal N°3, 6-32. SIG-PAFC. Colombia.

VANDERMEER, J; VAN NOORDWIJK, M.; ANDRESON, J.; ONG, C. y PERFECTO, I. 1998. Global-change and multi-species agroecosystems. Concepts and issues. Agriculture, Ecosystems and Environment 67:1-22.

VARELA, L.B. y TERUGGI, L.B. 2001. Caracterización hidrológica de la cuenca del río Quequén Grande, Provincia de Buenos Aires En: Teruggi (ed.) Manejo integral de cuencas hidrográficas y planificación territorial. Workshop: Necochea. 15-16 octubre. Universidad Nacional de Mar del Plata. Embajada de Italia.

VARELA, L.B. y TERUGGI L.B. 2002. Caracterización hidrológica de la cuenca del río Quequén Grande, Provincia de Buenos Aires. En: TERUGGI, L.B. (Editor). Manejo integral de cuencas hidrográficas y planificación territorial. Mar del Plata, Centro de Geología de Costas y del Cuaternario, FCEyN, UNMdP, pp. 19-29.

VARSAVSKY, A.I. y FERNÁNDEZ DILLON, D. 2003. Indicadores de sustentabilidad. ¿Se utilizan correctamente?. Trabajo presentado en el 13º Congreso Argentino de saneamiento y Medio Ambiente. Buenos Aires.



VAZQUEZ, P. 2004. Comparación temporal de la sustentabilidad de dos modalidades de producción agrícolas (Tandil, Argentina). Tesis de Licenciatura en Diagnóstico y Gestión Ambiental, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil, Argentina.

VAZQUEZ, P. 2011a. Evolución de los indicadores agroecológicos del uso del espacio rural en el sudeste pampeano austral. Universidad Nacional del Litoral. Facultades de Humanidades y Ciencias. Departamento de Geografía. III Congreso de Geografía de Universidades Públicas. Santa Fe, 12 al 15 de octubre. Con referato.

VAZQUEZ, P. 2011b. Transformaciones en el uso de la energía en un establecimiento rural del sudeste pampeano. Universidad Nacional del Litoral. Facultades de Humanidades y Ciencias. Departamento de Geografía. III Congreso de Geografía de Universidades Públicas. Santa Fe, 12 al 15 de octubre. Con referato.

VAZQUEZ, P. 2013. Comparación de índices de estrés hídrico, a partir de información captada por el sensor MODIS, en la Región Pampeana Argentina. Revista Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada. Cuadernos Geográficos, 52 (1): 46-68.  
<http://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/index>

VAZQUEZ, P. y RIVAS, R. 2009. Transferencia de información basada en sensores remotos para la toma de decisiones de usuarios no expertos. Revista Ciencia, vol. 4, n° 8, p. 49-59.

VIGLIZZO, E. 1994. The response of low-input agricultural systems to environmental variability: a theoretical approach. Agricultural Systems 44:1-17.

VAZQUEZ, P. y ZULAICA, L. 2010. Análisis comparativo de los cambios en el uso de la tierra (1998-2008) por ambientes geomorfológicos en la Cuenca del río Quequén Grande (Provincia de Buenos Aires), mediante sensores remotos. En: CARBONE, M.; MELO, W.; ÁNGELES, G. Tecnologías de la Información Geográfica del Sur Argentino. Bahía Blanca: Universidad Nacional del Sur, p. 15-31.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villanro C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarga.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

VAZQUEZ, P. y ZULAICA, L. 2011a. Aplicación de sensores remotos al estudio de los cambios en el uso de la tierra y su incidencia sobre el hábitat, en la cuenca del río Quequén Grande (Provincia Buenos Aires, Argentina). *Revista Geografía en Cuestión*. ISSN 2178-0234. Vol.4., Nro. 02. pág. 270-289.

VAZQUEZ, P. y ZULAICA, L. 2011b. Cambios agroproductivos y problemas ambientales en la Cuenca del río Quequén Grande (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Revista Geografía*, publicada pela Associação de Geografia Teorética. ISSN 0100-7912. Rio Claro, v. 36, n. 2, p. 283-296. <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/5128/0>

VAZQUEZ P. y LULAICA L. 2011c. Cambios en el uso de la tierra del Partido de Tandil y principales impactos ambientales. *Revista Párrafos Geográficos* (ISSN 1853-9454) indexada. Con referato editada por el IGEOPAT. Vol. 10. Nro. 11.

VAZQUEZ, P. y ZULAICA, L. 2012. Transformaciones agroproductivas e indicadores de sustentabilidad en el Partido de Tandil (Provincia de Buenos Aires) durante los períodos 1988-2002 Y 2002-2010. *Revista CAMPO-TERRITÓRIO: revista de Geografia Agrária*, v. 7, n. 13, p. 5-39.

VAZQUEZ, P. y ZULAICA, L. 2013. Intensificación agrícola y pérdida de servicios ambientales en el Partido de Azul (Provincia de Buenos Aires) entre 2002 y 2011. *Revista Sociedade & Natureza, Uberlândia*, vol. 25, nº 3, p. 543-556.

VAZQUEZ, P. y ZULAICA, L. 2014. Agriculturization and impacts in a representative area of the ecoregion of the pampas, Argentina. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities Research Medium Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium, Ituiutaba*, v. 5, n. 1, p. 20-45.

VAZQUEZ, P.; RIVAS, R. y USUNOFF, E. 2008. Análisis multitemporal de la disponibilidad de agua en el suelo. *Revista Ciencia*, vol. 3, nº 3, p. 47-58.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarga.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

VAZQUEZ, P.; SACIDO, M. y ZULAICA, L. 2012a. Transformaciones agroproductivas e indicadores de sustentabilidad en la Cuenca del río Quequén Grande (Provincia de Buenos Aires, Argentina) durante los períodos 1988-1998 Y 1998-2008. Revista Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada, n. 50, p. 88-119.

VAZQUEZ, P.; SACIDO, M. y ZULAICA, L. 2012b. Técnicas de análisis para el ordenamiento territorial de cuencas agropecuarias: Aplicaciones en la Pampa Austral, Argentina. Scripta Nova. Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona. ISSN: 1138-9788. Vol. XVI, núm. 392. <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-392.htm>.

VAZQUEZ, P.; SACIDO, M. y ZULAICA, L. 2013a. Zonificación Agroecológica de la Cuenca del río Quequén Grande provincia de Buenos Aires, argentina). Revista Electrónica GEOARAGUAIA, Universidad de Federal de Mato Grosso, vol. 3, nº 2, p. 26-45.

VAZQUEZ, P.; ZULAICA, L. Y FERREYRA, V. 2013b. Expansión agrícola e impactos territoriales en la Cuenca Superior del Arroyo Languyú (Partido de Tandil, Provincia de Buenos Aires, Argentina). Revista Geografía em Questão, Associação dos geógrafos brasileiros, Seção local - Marechal Cândido Rondon (en prensa).

VIGLIZZO, E.F. 1986. Agroecosystems stability in the Argentine pampas. Agriculture, Ecosystems & Environment 16: 1-12.

VIGLIZZO, E.F. 1994. The response of low-input agricultural systems to environmental variability: a theoretical approach. Agricultural Systems 44:1-17.

VIGLIZZO E, 2004. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas e indicadores de gestión. Agricultura Certificada. 1-57 pp.

VIGLIZZO, E. 2003. Manual AGRO-ECO-INDEX. Buenos Aires: Programa Nacional de Gestión Ambiental Agropecuaria-Proyecto de Eco-Certificación, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.



VIGLIZZO, E. 2007. Desafíos y oportunidades de la expansión agrícola en Argentina. En: Martínez Ortiz, U. (editor), Producción Agropecuaria y Medio Ambiente. Propuestas Compartidas para su Sustentabilidad, Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre Argentina, p. 12-42.

VIGLIZZO, E. 2008. Agricultura, clima y ambiente en Argentina: tendencias, interacciones e impacto. En: SOLBRIG, O.T. y ADÁMOLI J. (compiladores), Agro y ambiente: una agenda compartida para el desarrollo sustentable. Buenos Aires: Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina.

VIGLIZZO, E.; ROBERTO, Z.; LETORA, F.; LOPEZ GAY, E. y BERNARDOS, J. 1997. Climate and land-use. Change in field-crop ecosystems of Argentina. Agric. Ecosys. Environ. 66:61-70.

VIGLIZZO, E.F., LÉRTORA, F.A., PORDOMINGO, A.J., BERNARDOS, J., ROBERTO, Z.E. y DEL VALLE H. 2001a. Ecological lessons and applications from one century of low external-input farming in the pampas of Argentina. Agriculture, Ecosystems & Environment 81: 65-81.

VIGLIZZO E.F., PORDOMINGO A.J., CASTRO M.G. y LÉRTORA F.A. 2001b. La sustentabilidad ambiental del agro pampeano. Ediciones INTA. 84 p.

VIGLIZZO, E.F., PORDOMINGO, A.J., CASTRO, M.G. y LÉRTORA, F.A. 2002. La sustentabilidad ambiental de la agricultura pampeana ¿oportunidad o pesadilla? Ciencia Hoy 12 (68): 38–51.

VIGLIZZO, E.F., PORDOMINGO, A.J., CASTRO, M.G. y LÉRTORA, F.A. 2003. Environmental assessment of agriculture at a regional scale in the pampas of Argentina. Environmental Monitoring & Assessment 87: 169-195.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villavieja C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarga.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

VIGLIZZO, E.F., PORDOMINGO, A.J., CASTRO, M.G., LÉRTORA, F.A. y BERNARDO, J.N. 2004. Scale-dependent controls on ecological functions in agroecosystems of Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 101: 39-51.

VIGLIZZO, E.F., FRANK, F., BERNARDOS, J., BUSCCHIAZO, D.E. y CABO, S. 2006. A rapid method for assessing the environmental performance of commercial farms in the pampas of Argentina. *Environmental Monitoring & Assessment* 117: 109–134.

VITTA, J.; TUESC, D. y PURICELLI, E. 2004. Widespread use of glyphosate tolerant soybean and weed community richness in Argentina. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 103, pp. 621-624.

WCED. 1987. *Our common future*. Oxford: Oxford Univ. Press, 74 p.

WILSON, C. y TISDELL, C. 2001. Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs. *Ecological Economics* 39:449-462.

WILCOX, B. 1980. Insular ecology and conservation. En: *Conservation Biology: an Evolutionary-Ecological Perspective* (eds. ME Soulé y BA Wilcox). Sinauer Associates, Sunderland, MA. pp. 95-117.

ZAHEDI, K. y GUDYNAS, E. Ética y desarrollo sostenible. América Latina frente al debate internacional. In GOTTSBACHER, M. y LUCATELLO, S. (ed.) *Reflexiones sobre la ética y la cooperación internacional para el desarrollo: los retos del siglo XXI*. México: Instituto Mora, 2008, P. 273–292.

ZONNEVELD, I. 1972. *Textbook of photo- interpretation*. ITC. Enschede. vol. 7. Enschede.

ZONNEVELD, I. 1995. *Land ecology, an introduction to landscape ecology as a base for land evaluation, land management and conservation*, spb, Amsterd.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarino C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

## ANEXOS

¶

Tabla I. Salidas de campo por Unidades Agroecológicas (UAE)

Localización (Coordenadas)	Años		
	1998	1998	2008
<b>UAE1</b>			
37°32'33.38"S, 59°5'56.20"O	Ganadería pastizales naturales	Ganadería pastizales naturales	Agricultura Siembra tradicional
37°33'43.71"S, 59°6'44.64"O	Ganadería pastizales naturales	Ganadería pastizales naturales	Agricultura Siembra tradicional
37°36'5.49"S, 59°9'1.3"W	Ganadería pastizales naturales	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura Siembra directa
37°35'56.25"S, 59°5'35.7"O	Ganadería pastizales naturales	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura Siembra directa
37°33'54.30"S, 59°4'37.16"O	Ganadería pastizales naturales	Ganadería pastizales naturales	Agricultura Siembra tradicional
37°42'33.27"S, 59°6'58.49"O	Ganadería pastizales naturales	Ganadería pastizales naturales	Agricultura Siembra tradicional
37°42'44.72"S, 59°1'22.45"O	Ganadería pastizales naturales	Ganadería pastizales naturales	Agricultura Siembra tradicional
37°45'45.84"S, 59°1'28.55"O	Ganadería pastizales naturales	Ganadería pastizales naturales	Agricultura Siembra tradicional
37°46'0.50"S, 59°57'7.92"O	Ganadería pastizales naturales	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura Siembra directa
37°41'57.95"S, 59°2'47.29O	Ganadería pastizales naturales	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura Siembra directa
<b>UAE2</b>			
37°42'55.00"S, 59°9'5.97"O	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura Siembra directa
37°40'22.55"S, 59°13'9.33"O	Ganadería pastizales naturales	Ganadería pastizales naturales	Agricultura Siembra tradicional
37°41'33.32"S, 59°10'13.42"O	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura Siembra directa
37°44'57.67"S, 58°46'15.44"O	Ganadería pastizales naturales	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura Siembra directa
37°44'38.37"S, 58°44'3.40"O	Ganadería pastizales naturales	Ganadería pastizales naturales	Agricultura Siembra tradicional
37°46'25.46"S, 58°42'8.25"O	Ganadería pastizales naturales	Ganadería pastizales naturales	Agricultura Siembra directa
37°49'51.67"S, 58°41'3.04"O	Ganadería pastizales naturales	Ganadería pastizales naturales	Agricultura Siembra directa
37°47'51.59"S, 58°44'44.05"O	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura Siembra directa
37°50'55.99"S, 58°46'45"O	Ganadería pastizales naturales	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura Siembra directa
37°50'19.61"S, 58°48'34.62"O	Ganadería pastizales naturales	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura Siembra directa
<b>UAE3</b>			
37°27'12.36"S, 60°6'13.68"O	Ganadería pastizales naturales	Agricultura sin riego Siembra tradicional	Agricultura Siembra directa
37°27'11"S, 60°8'9,98"O	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura sin riego Siembra tradicional	Agricultura Siembra tradicional
37°27'14,23"S, 60°6'12.60"O	Ganadería pastizales naturales	Agricultura sin riego Siembra tradicional	Agricultura Siembra tradicional
38°10'25.60"S, 59°15'26,89"O	Ganadería pastizales naturales	Agricultura sin riego Siembra tradicional	Agricultura Siembra directa



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villavieja C. C. N°14,  
 S21252AA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

37°56'45.43"S, 59°60'37.72"O	Ganadería pastizales naturales	Agricultura sin riego Siembra tradicional	Agricultura Siembra directa
37°40.27"S, 59°48'17.78"O	Ganadería pastizales naturales	Agricultura Siembra tradicional	Agricultura Siembra directa
38°8'21.85"S, 59°14'37.56"O	Ganadería pastizales naturales	Agricultura Siembra directa	Agricultura Siembra directa
38°2'5.25"S, 59°46'5.49"O	Cuerpo de agua (laguna)	Cuerpo de agua (laguna)	Cuerpo de agua (laguna)
38°8'15.68"S, 59°16'40.14"O	Ganadería pastizales naturales	Agricultura Siembra directa	Agricultura Siembra directa
38°7'8.64"S, 59°21'44.66"O	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura Siembra tradicional	Agricultura Siembra tradicional
38°6'25.12"S, 59°26'19.39"O	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura Siembra tradicional	Agricultura Siembra tradicional
<b>UAE4</b>			
38°19'57"S, 58°47'3.88"O	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura Siembra directa	Agricultura Siembra directa
38°20'8"S, 58°44'42.13"O	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura Siembra directa	Agricultura Siembra directa
38°24'47.90"S, 58°45'5.29"O	Siembra tradicional	Agricultura Siembra tradicional	Agricultura Siembra directa
38°34'44"S, 58°44'43"O	Área urbana (Necochea)	Área urbana (Necochea)	Área urbana (Necochea)
38°34'34.15"S, 58°44'43"O	Cuerpo de agua (desembocadura CrQG)	Cuerpo de agua (desembocadura CrQG)	Cuerpo de agua (desembocadura CrQG)
38°27'11.04"S, 58°44'14.66"O	Siembra tradicional	Agricultura Siembra tradicional	Agricultura Siembra directa
38°11'50.12"S, 58°59'47.57"O	Siembra tradicional	Agricultura Siembra tradicional	Agricultura Siembra directa
38°16'54.92"S, 58°48'42.63"O	Siembra tradicional	Agricultura Siembra tradicional	Agricultura Siembra directa
37°57'5.25"S, 59°7'44.46"O	Siembra tradicional	Agricultura Siembra tradicional	Agricultura Siembra directa
38°24'6.99"S, 59°45'20.75"O	Siembra tradicional	Agricultura Siembra tradicional	Agricultura Siembra directa
38°13'49.79"S, 58°50'55.18"O	Siembra tradicional	Agricultura Siembra tradicional	Agricultura Siembra tradicional
<b>UAE5</b>			
38° 2' 51.13"S 58° 57' 55.85"O	Ganadería pastizales naturales	Ganadería pastizales naturales	Ganadería (pastizales naturales/pasturas artificiales)
38°0' 39.58"S, 59°0' 0.89"O	Ganadería pastizales naturales	Ganadería pastizales naturales	Ganadería (pastizales naturales/pasturas artificiales)
38°7'30.90"S 58°46'11.30O	Área urbana (Lobería)	Área urbana (Lobería)	Área urbana (Lobería)
37°59' 57"S, 59°2' 44.47"O	Ganadería pastizales naturales	Agricultura tradicional	Agricultura tradicional
37°58' 20,55"S, 59°0' 20.47"O	Ganadería pastizales naturales	Ganadería pastizales naturales	Ganadería (pastizales naturales/pasturas artificiales)
37°55' 47.63"S, 59°5' 59.50"O	Ganadería pastizales naturales	Ganadería pastizales naturales	Ganadería pastizales naturales
37°54' 12.58"S, 59°10' 4.17"O	Ganadería pastizales naturales	Ganadería pastizales naturales	Ganadería pastizales naturales
37°52' 17.72"S,	Ganadería	Ganadería	Ganadería (pastizales



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villavieja C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

59°13' 4.94"O	pastizales naturales	pastizales naturales	naturales/pasturas artificiales)
37° 52' 14.64"S, 59°11' 22.36"O	Ganadería pastizales naturales	Ganadería pastizales naturales	Ganadería (pastizales naturales/pasturas artificiales)
37°55' 48.21"S, 59°5' 26.83"O	Ganadería pastizales naturales	Agricultura tradicional	Agricultura tradicional
37°57' 4.34"S, 59°0' 44.09"O	Ganadería pastizales naturales	Ganadería pastizales naturales	Ganadería (pastizales naturales/pasturas artificiales)
<b>UAE6</b>			
37°56' 49.50"S, 59°33' 18.13"O	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura Siembra tradicional	Agricultura Siembra directa
37°55' 27.58"S, 59°37' 55.40"O	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura Siembra tradicional	Agricultura Siembra directa
37°46' 49.29"S, 59°43' 45.06"O	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura Siembra tradicional	Agricultura Siembra tradicional
37°44' 3.90"S, 59°47' 36.61"O	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura Siembra tradicional	Agricultura Siembra directa
37°37' 6.61"S, 59°54' 14.56"O	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura Siembra tradicional	Agricultura Siembra directa
37°42' 7.40"S, 59°57' 6.86"O	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura Siembra directa	Agricultura Siembra directa
37°40' 2.45"S, 59°46' 5.49"O	Área urbana (Juárez)	Área urbana (Juárez)	Área urbana (Juárez)
37°37' 20.37"S, 59°52' 25.84"O	Cuerpo de agua (laguna)	Cuerpo de agua (laguna)	Cuerpo de agua (laguna)
37°56' 49.30"S, 59°33' 27.46"O	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura Siembra directa	Agricultura Siembra directa
37°52' 48.54"S, 59°38' 37.55"O	Agricultura tradicional	Agricultura Siembra directa	Agricultura Siembra tradicional
37°37' 29.20"S, 59°50' 48.55"O	Agricultura tradicional	Agricultura Siembra directa	Agricultura Siembra tradicional
37°29' 0.04.20"S, 60°8' 16.47"O	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura Siembra tradicional	Agricultura Siembra directa
37°33' 8.53"S, 60°8' 58.24"O	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura Siembra tradicional	Agricultura Siembra directa
37°36' 3.30"S, 59°59' 28.14"O	Mixto tradicional (agrícola-ganadero)	Agricultura Siembra tradicional	Agricultura Siembra tradicional

**Tabla II.** Fotos del rio Grande Quequén en su tramo superior, medio e inferior,

<p>Rio Quequen Grande (puente colgante) (UAE4)              38°33' 27.13"S, 58°43' 08.37"O</p>	<p>Lobos marinos en el Puerto Quequen (UAE4)              38°34' 41.03"S, 58°42' 20.96"O</p>
	
<p>Cruce del rio Quequén con la Av. Circunvalación Necochea (UAE4) 38°30' 59.95"S, 58°43' 41.96"O</p>	<p>Rio Quequén y cultivos (UAE4)              39°32' 10.60"S, 58°43' 30.60"O</p>
	
<p>Rio Quequén y cisnes de cuello negro (UAE4)              38°28' 41.77"S, 58°44' 48.25"O</p>	<p>Las Cascadas (UAE4)              38°27' 36.27"S, 58°45' 35.72"O</p>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villavieja C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar



Vista de una cascada (UAE4)  
38°21' 58.51"S, 58°47' 27.94"O

Cascada Tobogán (UAE4)  
38°17' 51.93"S, 58°51' 27.45"O



Puente ferroviario sobre el río Quequén (UAE4)  
38°13' 03.66"S, 59°06' 44.97"O

Flamencos en la Laguna la Dulce (Nicanor Olivera)  
(UAE4) 38°15' 19.52"S, 59°00' 40.45"O





UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villafra C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

<p>Arroyo Pescado Castigado (cruce con la Ruta 3)                  (UAE6) 37°44' 52.75"S, 59°58 56.72"O</p>	<p>Foto de girasoles (UAE6)                  37°41' 48.62"S, 59°56 09.19"O</p>
	
<p>El Sombrerito (UAE1 y UAE2)                  37°35' 36.10"S, 59°23 00.83"O</p>	<p>El Bonete (UA1 y UAE2)                  37°36' 30.36"S, 59°25 37.18"O</p>
	
<p>Laguna San Antonio Benito Juárez. (UAE6)                  37°36' 19.45"S, 59°25 01.62"O</p>	<p>Cuchilla de las Aguilas (UAE1)                  38°34' 41.03"S, 58°42' 20.96"O</p>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villaseco C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar



Vacas en la zona de La Lumancia (UAE5)  
37°47'33.20"S, 59°09'51.21"O



Cosecha de Trigo, campo experimental. Trigo Buck  
de La Dulce (UAE4) 38°18'55.38"S, 58°40'11.40"O



Fumigación sobre cultivos de soja (UAE2)  
37°41'33.32"S, 59°10'13.42"O



Cosecha de soja (UAE2)  
37°47'51.59"S, 58°44'44.05"O



Pastizal natural (UAE6)  
37°56'49.50"S, 59°33'18.13"O



Cultivo de cebada (UAE3)  
37°27'11"S, 60°8'9.98"O



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villavieja C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarg.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar



Sierras cercanas a Claraz (UAE5)  
37°45' 51.21"S, 59°10' 41.50"O



Cosecha de trigo (UAE1)  
37°36'5.49"S, 59°9'1.3"O



Cultivo de soja, maíz y girasol (UAE2)  
37°42' 7.40"S, 59°57' 6.86"O



Cultivo de maíz (UAE1)  
37°35'56.25"S, 59°5'35.7"O



Deporte acuático (Kayak) (UAE4)



Pesca (UAE3)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Campo Experimental Villaseco C. C. N°14,  
 S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
 TE/Fax: +54 0341 497-0080  
 www.fcarg.unr.edu.ar  
 agro@unr.edu.ar

<p>38°15' 19.52"S, 59°00' 40.45"O</p>	<p>38°18 45.98"S, 58°49 29.25"O</p>
	
<p>Pastoreo sobre pastizales naturales (UAE5)              37°54' 12.58"S, 59°10' 4.17"O</p>	<p>Pastoreo sobre pasturas artificiales (UAE6)              37°46' 49.29"S, 59°43' 45.06"O</p>
	
<p>Cultivo de soja (UAE5)              37°55' 47.63"S, 59°5' 59.50"O</p>	<p>Gandado en pastizales naturales (UAE3)              37°27'12.36"S, 60°6'13.68"O</p>
	
<p>Launas en la zona del partido de Benito Juarez (UAE6) 37°54' 04.49"S, 59°32' 58.18"O</p>	<p>Sierra de Burgos (parte Sur) (UAE1 y UAE2) 37°51 20.38"S, 58°49' 26.93"O</p>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Campo Experimental Villarico C. C. N°14,  
S2125ZAA / Zavalla / Santa Fe / Argentina  
TE/Fax: +54 0341 497-0080  
www.fcarga.unr.edu.ar  
agro@unr.edu.ar

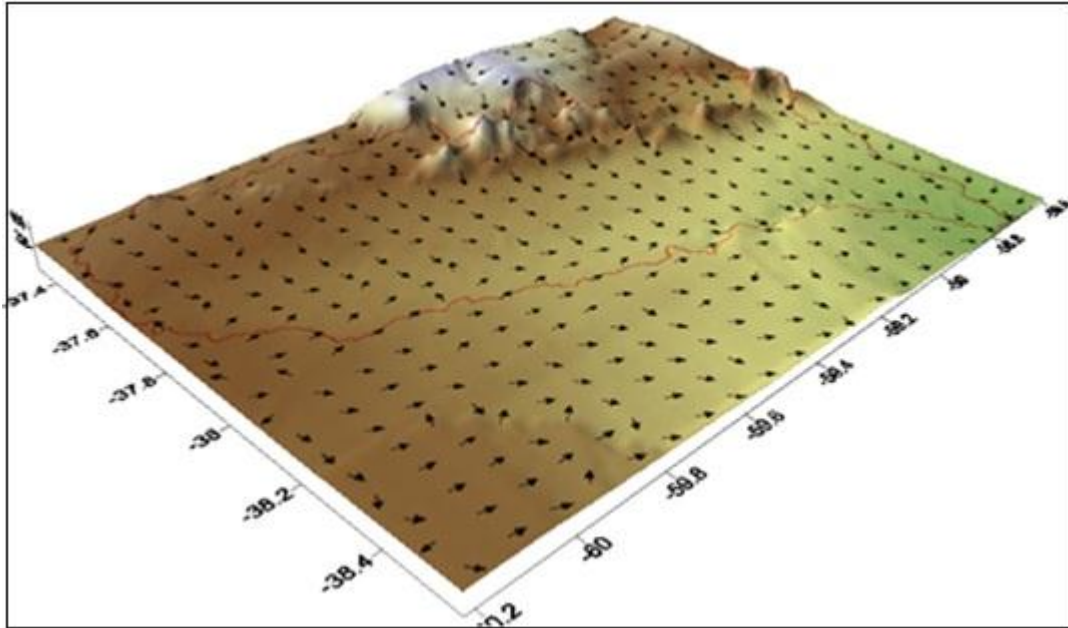


Cerro camino a La Numancia - Ruta 30 (UAE5)  
37°46' 02.07"S, 59°02' 37.04"O

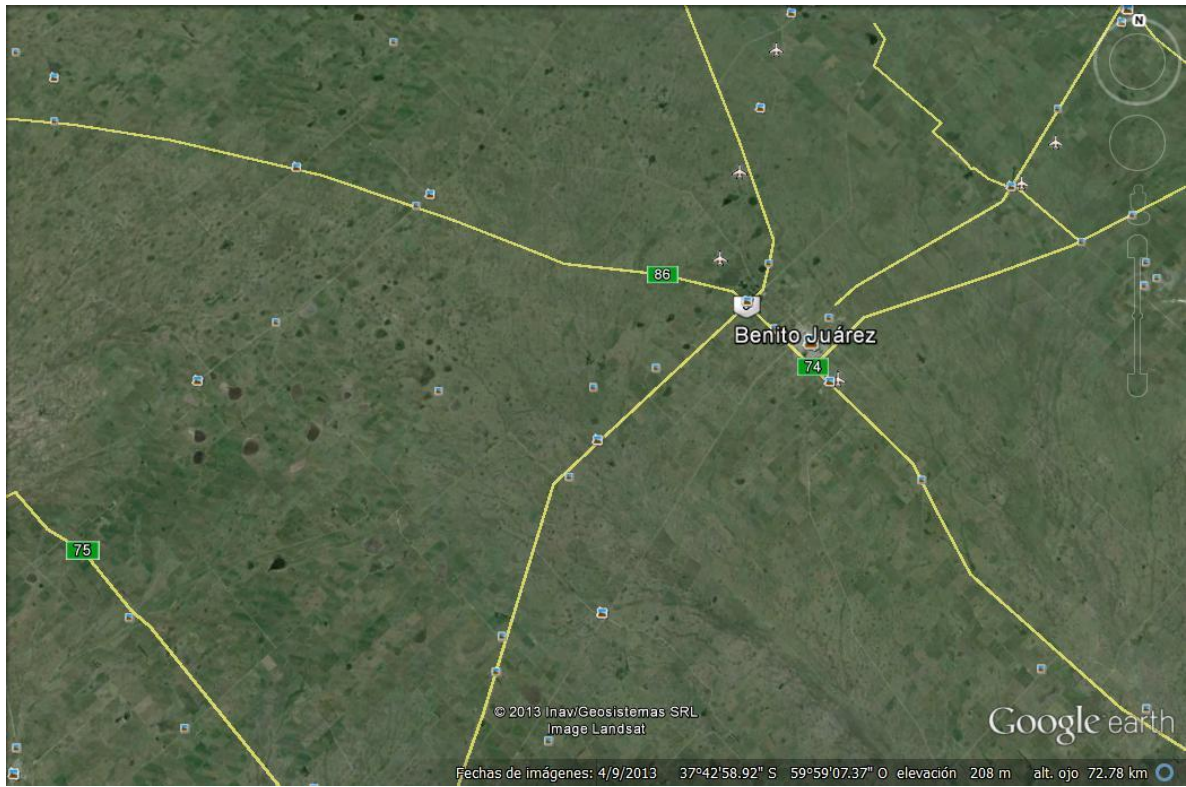
Aberdeen Angus Coloradas (UAE5)  
37°49' 46.51"S, 59°24' 46.70"O



**Figura I.** Modelo de elevación del terreno de la Cuenca del río Quequén Grande.



**Figura 2.** Imagen de la ciudad de Benito Juárez y alrededores (UAE6).



**Figura 3.** Imagen del trayecto desde la ciudad de Benito Juárez hacia Tandil (UAE6, UAE2 y UAE1).

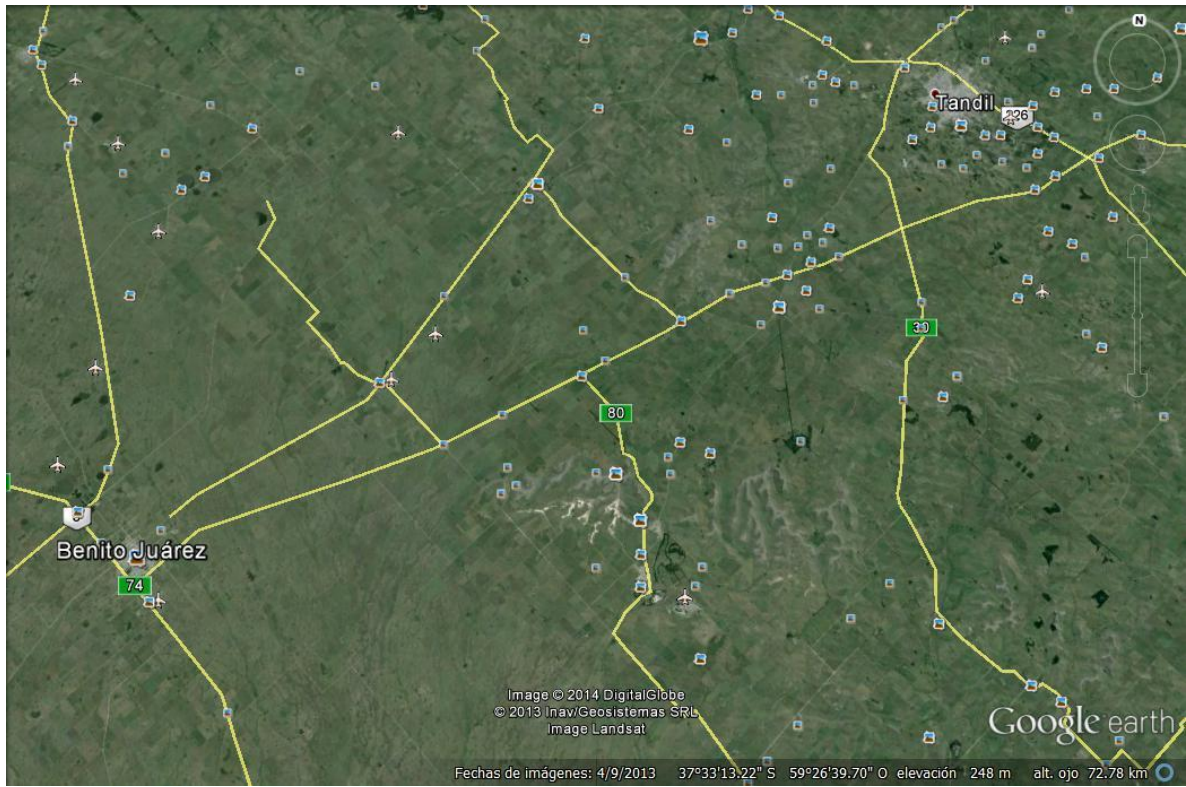
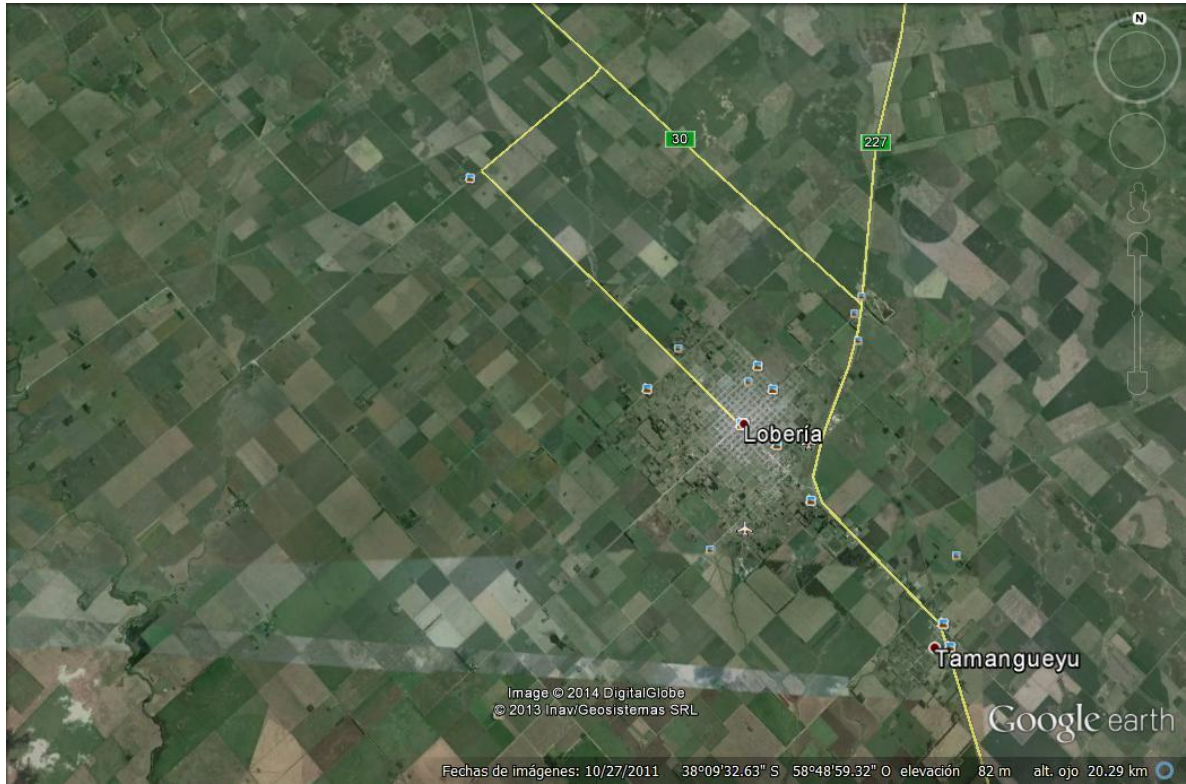
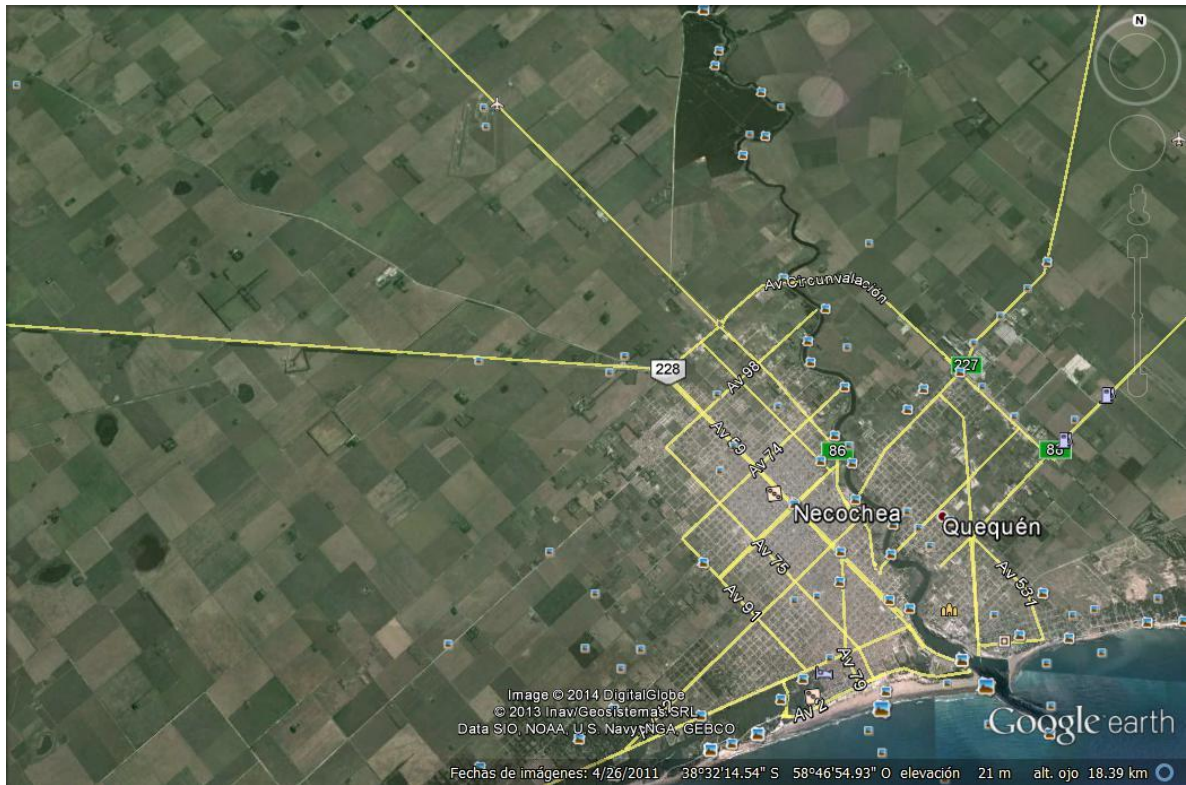


Figura 4. Imagen de la ciudad de Lobería y alrededores (UAE4).



**Figura 5.** Imagen de la ciudad de Necochea y alrededores (UAE4).



**Figura 6.** Partido de San Cayetano (lagunas) y río Quequén Grande (UAE3)



Figura 7. Partido de Lobería (UAE5)

