

[Menú principal](#)

Scripta Nova
REVISTA ELECTRÓNICA DE GEOGRAFÍA Y CIENCIAS SOCIALES
 Universidad de Barcelona. ISSN: 1138-9788. Depósito Legal: B. 21.741-98
 Vol. XVI, núm. 392, 20 de febrero de 2012
[Nueva serie de *Geo Crítica. Cuadernos Críticos de Geografía Humana*]

TÉCNICAS DE ANÁLISIS PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE CUENCAS AGROPECUARIAS: APLICACIONES EN LA PAMPA AUSTRAL, ARGENTINA

Patricia Vazquez

Facultad de Agronomía y de Ciencias Humanas
 Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires
patriciavazquez@rec.unicen.edu.ar

Mónica Sacido

Facultad de Agronomía y de Ciencias Humanas
 Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires
msacido@faa.unicen.edu.ar

Laura Zulaica

Becaria CONICET
 Centro de Investigaciones Ambientales, FAUD – Universidad Nacional de Mar del Plata
laurazulaica@conicet.gov.ar

Recibido: 16 de febrero de 2011. Devuelto para revisión: 15 de junio de 2011. Aceptado: 14 de julio de 2011.

Técnicas de análisis para el ordenamiento territorial de cuencas agropecuarias: aplicaciones en la Pampa Austral, Argentina (Resumen)

La región pampeana está atravesando un proceso de importantes transformaciones agroproductivas que se manifiestan en la Cuenca del río Quequén Grande, situada en la Pampa Austral. La información captada por sensores remotos permitió analizar los cambios en el uso de la tierra de la Cuenca durante 20 años.

Se realizaron clasificaciones supervisadas sobre 9 imágenes Landsat correspondientes a 1988-1998-2008 y se establecieron “clases de uso de la tierra”, en diferentes ambientes geomorfológicos.

Los resultados muestran que los usos agrícolas aumentaron (37,7%) y los ganaderos disminuyeron (39,9%). Los ambientes geomorfológicos más perturbados fueron, en 1988-1998, las llanuras aluviales (49,9%), lomas de divisorias con lagunas (45,5%) y lomas relictuales sin lagunas (36,3%); mientras que, en 1998- 2008, las sierras y serranías (38%) y en las lomas periserranas (25,9%). Se concluye que la disponibilidad de mapas temáticos obtenidos desde imágenes satelitales, conforma una base central para fomentar el ordenamiento territorial de cuencas agropecuarias.

Palabras clave: teledetección, usos de la tierra, transformaciones agroproductivas, cuencas agropecuarias, ordenamiento territorial.

Analysis techniques for territorial ordering of agricultural basins: implementation in Southern Pampa, Argentina (Abstract)

The Pampean region is going through a period of important agroproductive transformations that are displayed in the Basin of the River Quequén Grande, situated in the Southern Pampa. The information collected by the remote sensors allowed analyzing the changes in the use of the land de the Basin for 20 years.

Supervised classifications were conducted on 9 Landsat images corresponding to 1988-1998-2008 and the “kinds of soil usage” were established, in different geomorphologic environments.

The results show that agricultural usage increased (37.7%) and stockbreeding usage diminished (39.9%). The most disturbed geomorphologic environments, in 1988-1998, were the alluvial plains (49.9%), hillock divides with ponds (45.5%), and reticulated hillocks without ponds (36.3%), whereas, in 1998-2008, the hills, the hilly region, and the area surrounding the hills (25.9%) were the most disturbed. It is concluded that the availability of visual maps obtained from satellite images, form a central basis to encourage territorial ordering of agricultural basins.

Key words: teledetection, soil usage, agroproductive transformations, agricultural basins, territorial ordering.

Introducción

En América Latina, la expansión de las áreas agrícolas constituye un hecho ineludible de la economía de mercado que, más allá de algunos beneficios, ocasiona impactos sociales y ambientales con múltiples consecuencias sobre los ecosistemas.

Los países del Cono Sur avanzan desde 1990 hacia la especialización en la producción de oleaginosas. Esta tendencia es dramática en Argentina y Paraguay donde dichos aumentos adquieren los mayores valores relativos. El área dedicada a oleaginosas aumenta desde la década de 1970; en Argentina el incremento es de 382%, mientras que en Brasil es de 156% y en Paraguay 1.251%. En Uruguay se observa que el área de oleaginosas aumenta 55% desde la década de 1990. Mientras en Brasil y Argentina el crecimiento de la producción de oleaginosas se debe al incremento del área y rendimientos, en el caso de Paraguay el aumento del área es superior a la mejora en los rendimientos[1].

Desde fines del siglo XIX, el desarrollo económico argentino estuvo fuertemente vinculado con el sector agropecuario. Es así, que en las primeras décadas del siglo XX, el *modelo agroexportador*, constituye el eje de inserción en la división internacional del trabajo. Posteriormente, con el *modelo de industrialización por sustitución de importaciones*, se asigna al sector urbano-industrial el papel del desarrollo económico. Es en este período cuando comienza el auge de las economías regionales proveedoras de insumos industriales o de bienes de consumo para el mercado interno.

El fin del modelo anterior conduce a otro nuevo, *neoliberal*, donde se reduce la intervención del Estado, estableciéndose una reestructuración de la organización de la sociedad y por ende también de los sectores productivos, incluyendo el agropecuario, los cuales deberán desarrollarse atendiendo a sus ventajas comparativas. Esto da paso a la exclusión de ciertos agentes al poner sus rubros de producción en competencia con la agricultura subsidiada de los países desarrollados e incrementar sustancialmente los costos de los insumos productivos, incluyendo el crédito y la reducción de los salarios reales de la población[2].

El programa económico iniciado en abril de 1991 introdujo profundas reformas políticas e institucionales que afectaron directamente al sector agropecuario, en respuesta a los cambios macroeconómicos introducidos en la última década[3]. En ese estudio, también se destaca que el sector enfrenta los desafíos asociados con el creciente proceso de globalización, los recientes y significativos avances científicos y tecnológicos, así como las persistentes y diversas formas de proteccionismo comercial.

De acuerdo con informaciones provenientes de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, entre 1990 y 2005 la superficie cultivada con soja en Argentina aumenta un 190%, pasando a constituir más de la mitad de la superficie cultivada en el país.

Lo anterior se sucedió gracias a los adelantos tecnológicos de la Revolución Verde, y de ellos sobre todo la aparición de trigos de ciclo corto, hizo que algunos productores probaran la posibilidad de realizar dos cultivos anuales en vez del clásico ciclo anual único. Los cultivos que existían no eran apropiados para la doble cosecha, y por lo tanto, con algún apoyo oficial por parte de la agencia de desarrollo tecnológico agrícola (INTA), se intentó la combinación soja-trigo. Esta combinación fue exitosa y se expandió rápidamente por la pampa húmeda, aumentando notablemente las ganancias de los productores. En pocos años de doble cosecha los suelos comenzaron a resentirse por la excesiva extracción de nutrientes y el acortamiento hasta casi desaparecer del periodo de barbecho, lo que obligó a los productores a fertilizar los suelos, actividad prácticamente desconocida hasta entonces. Estas nuevas circunstancias y la disminución paralela de las ganancias, hizo que se fuera perdiendo el interés por la doble cosecha, pero ya existía un mercado para la soja y su cultivo se había mostrado como exitoso[4].

El posterior y sostenido aumento en el precio internacional de la soja, la facilidad para su producción y la aparición de las tecnologías de labranza mínima o siembra directa, que a la par que reducían los costos de producción mantenían al suelo en mejores condiciones, potenciaron su crecimiento en las pampas. A mediados de los '90, la aparición de la soja transgénica,

que redujo aun mas los costos de producción, contribuyó a potenciar la ampliación de la producción: para fines de la década, ya la soja era el primer producto agrícola de la Argentina, y había generado además una larga cadena agroindustrial, al conectar la producción con la industrialización y su transformación en aceite y harina, dirigidos fundamentalmente a la exportación, lo que además le generaba al gobierno una gran cantidad de divisas por la vía de fuertes retenciones a la exportación[5].

Así, la región pampeana de la Argentina, una de las praderas naturales más fértiles del mundo, ha sido –y en muchos aspectos aún es– la base esencial de la riqueza del país. La actividad agropecuaria pampeana juega un rol central tanto en la provisión de alimentos interna e internacional como en el desarrollo del país. La riqueza y potencialidad productiva de la pampa húmeda, gran llanura de más de 50 millones de hectáreas, hacen que la región presente fuertes ventajas comparativas para la producción agropecuaria[6].

Desde que en el siglo XIX comenzó su explotación para producir carnes y granos, las técnicas empleadas en la agricultura y la ganadería sufrieron diversas transformaciones, cuyo resultado fue una creciente productividad de la tierra[7]. En particular, en las últimas tres o cuatro décadas se incorporaron importantes cambios tecnológicos en buena parte de la región, que continuaron e incluso aceleraron esa tendencia al incremento de la productividad. Ante tal fenómeno, es natural preguntarse acerca de las consecuencias de esa más intensa producción agropecuaria para el ambiente natural, sobre todo, acerca de cómo la actual actividad productiva del sector rural podría afectar la capacidad del medio en el largo plazo, y si se está haciendo o dejando de hacer algo que pondría esa capacidad en peligro.

Esta región ha experimentado constantes y permanentes cambios, principalmente en las tres últimas décadas, donde se han producido con celeridad modificaciones relevantes en aspectos tecnológicos, sociales, económicos y culturales[8]

Los paisajes pampeanos han sido difusa e intensamente transformados como consecuencia de los procesos agropecuarios. Sus ecosistemas nativos manifiestan un nivel de degradación alto, a lo que se suma la muy baja proporción de áreas destinadas a la conservación de la naturaleza en reservas naturales protegidas. Por ello, el bioma del pastizal pampeano, y la región ecológica que conforma, acusan la mayor degradación del país[9].

La fragmentación del paisaje y la modificación de los patrones espaciales debidos a cambios en el uso de la tierra y a la reestructuración parcelaria, permiten detectar las transformaciones del espacio rural y sus consecuencias[10].

El proceso de expansión denominado “agriculturización”, se define como el uso creciente y continuo de las tierras para cultivos agrícolas en lugar de usos ganaderos o mixtos[11]. En la región pampeana se asocia con cambios tecnológicos, intensificación ganadera, expansión de la frontera agropecuaria y desarrollo de producciones orientadas al monocultivo, principalmente soja, o la combinación trigo-soja. Dicho proceso, surgido a principios de la década del setenta, se profundiza a mediados de los noventa con la difusión de variedades transgénicas de soja y su expansión en regiones extrapampeanas.

Esta 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 tanto en la estructura agraria pampeana como extrapampeana: desaparición de paisajes enteros, pérdida de la diversidad productiva, inaccesibilidad de los sectores sociales más vulnerables a los productos de la canasta básica de alimentos, dependencia y pérdida de la capacidad gerencial del productor, alto grado de endeudamiento, pérdidas de información y formación adecuada y capacidades en el know-how agropecuario y aceleración de procesos degradatorios, muchas veces ocultos detrás de las variedades de altos rendimientos[12].

En este marco de transformaciones, las técnicas de producción varían desde la *labranza convencional o tradicional* -que implica el laboreo del suelo anterior a la siembra- a la *labranza cero o siembra directa*, donde se siembra directamente depositando la semilla en un corte vertical de pocos centímetros. Esta técnica exige controlar las malezas con herbicidas, es el mejor sistema para evitar la erosión del suelo y su mayor restricción radica en el uso de sustancias químicas que pueden contaminar las aguas[13].

No obstante, esta tecnología exitosa, que resolvió los inconvenientes para los que fue inventada, generó nuevos problemas, transformando el sistema de producción tradicional a un fenómeno denominado de “agriculturización permanente”, con un espectacular avance del cultivo de soja sobre los demás productos agrícolas y ganaderos[14].

La situación actual indica que, la intensificación agrícola, parece no tener retorno para economías agroexportadoras como la de Argentina, en su articulación comercial con el mundo. Los paquetes tecnológicos de agricultura de altos insumos, entran en forma agresiva, sin evaluar su impacto potencial sobre el ambiente[15], a la vez que cambios notorios dan lugar a otros menos evidentes, como la contaminación de aguas, la erosión edáfica y la reestructuración de los bioecosistemas.

En el contexto planteado, la elaboración de propuestas tendientes al ordenamiento territorial de los ecosistemas agroproductivos constituye una tarea prioritaria para asegurar la protección de los recursos naturales (agua, suelo, vegetación) que sustentan el desarrollo de las actividades.

Definición y alcances del presente trabajo

El estudio de cuencas agropecuarias a partir del uso de sensores remotos facilita la elaboración de diagnósticos para interpretar históricamente la realidad, es decir, la estructura y funcionamiento de las cuencas agropecuarias y sus tendencias, en la expectativa de elaborar planes ordenamiento territorial orientados principalmente a la resolución de los conflictos ambientales. Existen trabajos antecedentes en los cuales se desarrollan este tipo de diagnósticos[16].

Considerando lo señalado en párrafos anteriores, el presente trabajo identifica, utilizando sensores remotos, los cambios en el uso de la tierra[17] asociados con el proceso de agriculturización en un sector de la región pampeana, situado en la denominada Pampa Austral: la Cuenca del río Quequén Grande (CrQG), provincia de Buenos Aires, Argentina. El período estudiado es el comprendido entre los años 1988, 1998 y 2008, y los cambios mencionados se analizan a partir de distintos ambientes geomorfológicos delimitados y caracterizados en trabajos previos[18]. Conjuntamente con lo mencionado, se discuten los principales conceptos vinculados con el ordenamiento de cuencas agropecuarias y las técnicas empleadas para el análisis histórico de los procesos que han tenido lugar en el área.

Metodología

Área de estudio

En la Pampa Austral, al sur de la provincia de Buenos Aires, la CrQG (Figura 1) es la segunda cuenca en importancia para la economía del país y ocupa una superficie de aproximadamente 9.944 km². Tiene sus nacientes en el faldón sur de la Sierra de Tandil (Partido de Benito Juárez) y desagua en el océano Atlántico, en el núcleo urbano Necochea-Quequén[19]. La mayor parte de sus suelos son aptos para cultivos anuales, en particular trigo, excepto algunas zonas marginales en el NO, que sólo permiten la producción ganadera[20]. La actividad agrícola intensiva se relaciona directamente tanto con el escurrimiento superficial como con la disponibilidad y calidad del agua subterránea[21].

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). 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 m³/s[22]. La red de avenamiento de la cuenca se conforma bajo un diseño dendrítico. 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[23].

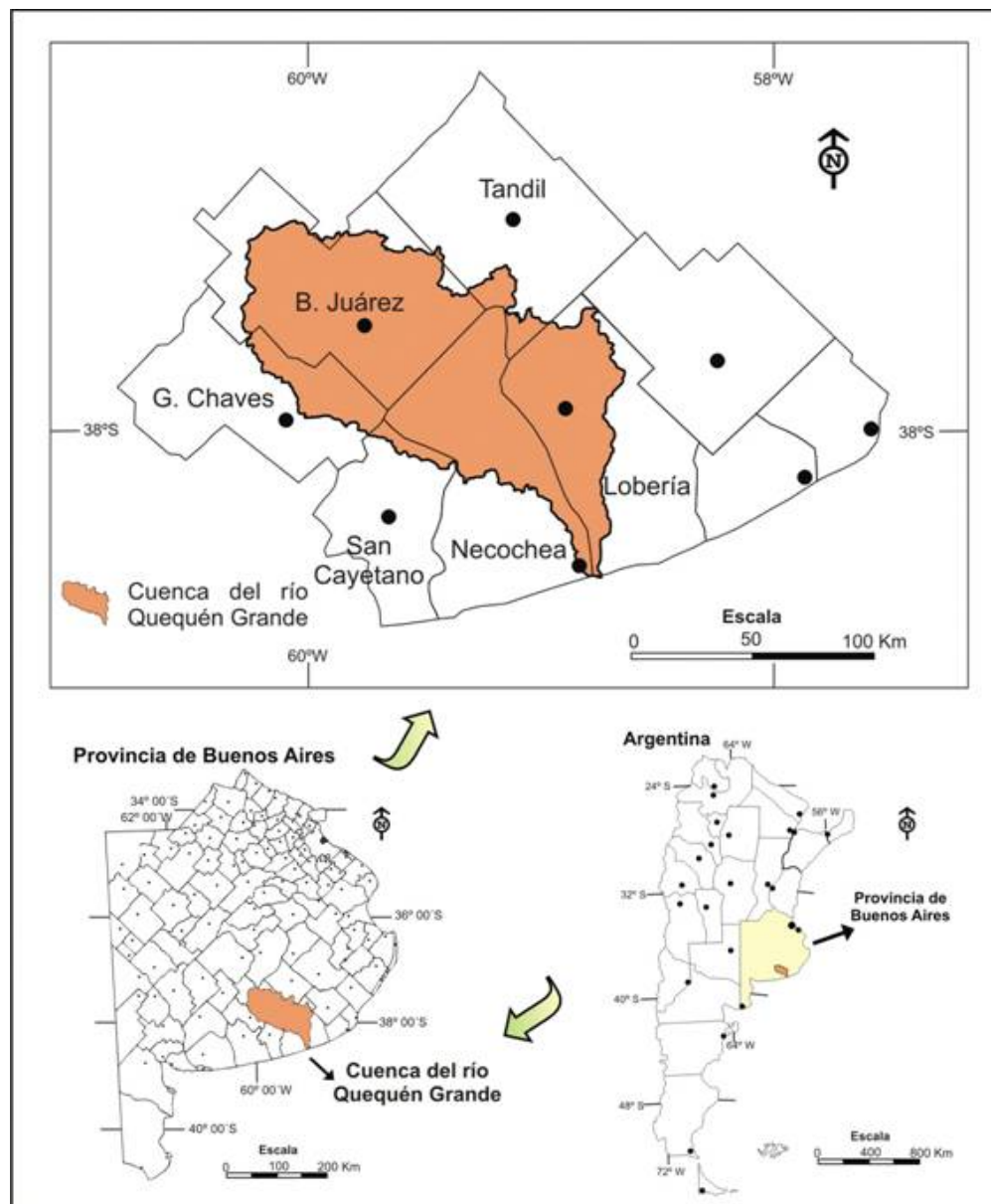


Figura 1. Localización de la Cuenca del río Quequén Grande.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de estudios antecedentes[24].

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; 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[25].

En la CrQG, se distinguen seis unidades geomorfológicas principales[26]: Sierras y serranías, Lomas periserranas, Llanuras aluviales, Lomas relictuales sin lagunas, Lomas de divisorias con lagunas y Planicie baja mal drenada. Las unidades presentan una disposición general en franjas elongadas en sentido NW-SE y asocian suelos que integran, en su mayoría, el Orden Molisoles. El análisis de informaciones publicadas previamente[27] revela que 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 vegetación originaria es la pseudoestepa de gramíneas con dominancia de los géneros *Stipa* y *Piptochaetium*[28], la cual ha sido sustituida en más del 50% de la CrQG por agroecosistemas.

Cuadro 1.
Ambientes geomorfológicos de la Cuenca del río Quequén Grande

Ambiente geomorfológico	Descripción
Sierras y serranías	<p>Está constituido por elevaciones del sistema de Tandilia, cuya morfología se encuentra condicionada por el tipo de roca aflorante. Litológicamente pueden estar formadas tanto por estratos subhorizontales de ortocuarcita de la Formación Balcarce, como por afloramientos del Basamento Cristalino igneometamórfico dando morfologías de colinas o serranías de morfología variada.</p> <p>La característica común de los afloramientos es que no forman cordones continuos sino que constituyen sierras y serranías aisladas o separadas por amplios valles entre sí. Las sierras más importantes conforman la divisoria principal de aguas entre las vertientes sur y norte. En estos sectores los cursos suelen ser de régimen temporario con valles estrechos o nacientes efímeras.</p>
Lomas periserranas	<p>Constituye un paisaje ondulado conformado por lomas de morfología compleja que bordea los cuerpos de las Sierras y serranías. En sectores los cuerpos serranos han actuado como una barrera orográfica aumentando localmente la sedimentación eólica.</p> <p>En algunas lomas el basamento rocoso no aflora pero controla subsuperficialmente la morfología de los relieves positivos. En otros casos su morfología está controlada por un manto de tosca ("Paleosuperficie Tandil") que corona el techo de los sedimentos loésicos infrayacentes de edad Pleistoceno superior. Este manto de tosca ha sido cubierto nuevamente por loess que generalmente no sobrepasa el metro de espesor. En este sentido, el control paleotopográfico puede también estar determinado por la morfología de un relieve preexistente, sepultado por un manto de loess.</p> <p>Un tercer tipo de lomadas es de tipo construccional y han sido generadas por el último ciclo de depositación eólica (Holoceno tardío). El drenaje es poco denso debido a la pendiente y a la mayor infiltración que en los depósitos loésicos no consolidados. Estas características de buen drenaje han dado lugar a suelos de alto potencial agrícola.</p>
Lomas de divisorias con lagunas	<p>Este ambiente está constituido esencialmente por tres relieves positivos elongados con una dirección O-E que son perpendiculares a la pendiente regional y conforman la mayor parte de las divisorias de los afluentes del río Quequén del sector oeste.</p> <p>Estos altos topográficos son perpendiculares a la pendiente regional lo que obliga a las cuencas superiores del arroyo Pecado Castigado y el Quequén a desviarse hacia el este. Ello ha determinado en gran parte el sobredimensionamiento de la cuenca del río Quequén. Estas cubetas de deflación (actuales lagunas) presentan dunas de limo (<i>lunettes</i>) inmediatamente al este, indicando paleovientos del oeste en su construcción. En las divisorias del sector sur de esta unidad, existen procesos de capturas con valles con profunda incisión y alturas relativas de hasta 25 m y pendientes de hasta el 5%.</p>
Lomas relictuales sin lagunas	<p>Este ambiente puede considerarse como una continuidad de la unidad Lomas periserranas; no obstante, se la ha diferenciado por presentar características particulares. Conforman un paisaje antiguo que ha sido preservado por un encostramiento calcáreo. Esta unidad es atravesada por el cauce principal del río Quequén en sus tramos medio e inferior.</p> <p>En distintos sectores de las divisorias, pero principalmente en las proximidades del cauce principal, se identifican restos de un antiguo nivel de planización disectado por procesos de incisión bastante profundos que indican un cambio de nivel de base importante.</p>
Planicie baja mal drenada	<p>Es un área caracterizada topográficamente por la escasa pendiente (0,2%). El paisaje es plano a suavemente ondulado. El drenaje corresponde a una serie de múltiples pequeños cursos temporarios subparalelos y lagunas subcirculares de escasas dimensiones. Los cauces principales han generado valles de relativa importancia, en cuyas divisorias aflora subsuperficialmente un manto de tosca espesa. Ocasionalmente se presentan lomadas subcirculares de loess de 2-2,5 m de altura relativa que apoyan sobre el manto calcáreo.</p>
Llanuras aluviales	<p>Ambiente conformado por las planicies aluviales de las cuencas media y superior del río Quequén Grande y el arroyo Pecado Castigado. Estas áreas bajas están drenadas por el cauce principal de dichos cursos y sus tributarios, en gran parte de régimen temporario. Se destacan acciones eólicas que se han preservado dejando una morfología de dunas longitudinales de dirección oeste-este, que se reconocen principalmente en las nacientes del arroyo Pecado Castigado. En ocasiones pueden formarse pequeñas lagunas con pequeñas <i>lunettes</i> al este de las mismas.</p>

Fuente: Elaboración a partir de estudios antecedentes[29].

Los cambios en el uso de la tierra en el período 1988-1998-2008 se analizan en función de los distintos ambientes geomorfológicos mencionados anteriormente. Ello motiva la descripción y localización de los mismos (Cuadro 1 y Figura 2) a partir de los trabajos antecedentes[30].

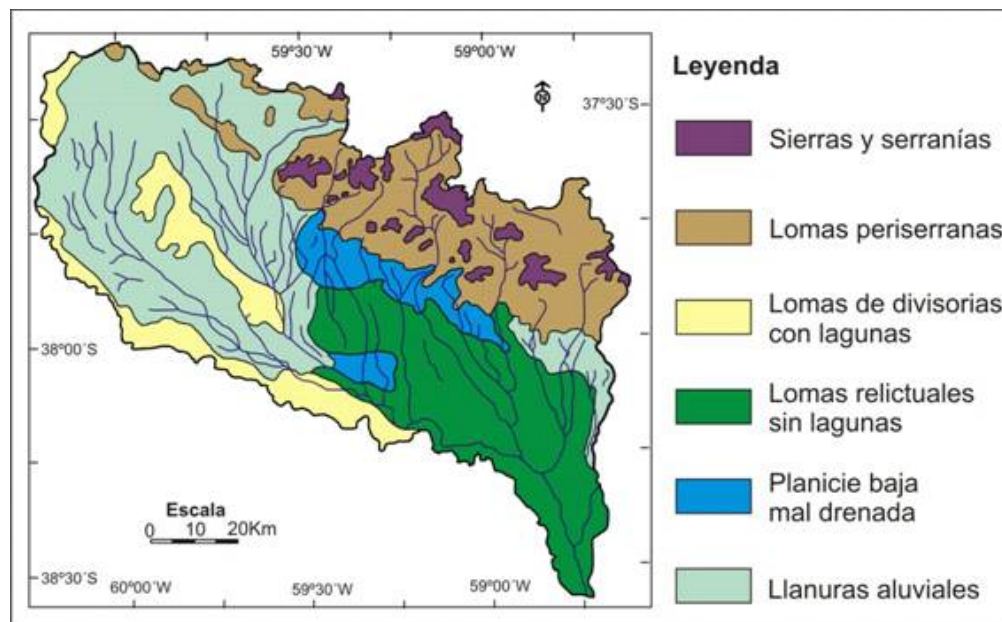


Figura 2. Cuenca del río Quequén Grande: ambientes geomorfológicos.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de estudios previos[31].

Métodos y técnicas

Previo al análisis de los cambios que han tenido lugar entre 1988 y 2008 en la Cuenca, se discuten los conceptos centrales implicados en la elaboración de diagnósticos integrados tendientes al ordenamiento de cuencas agropecuarias. En este sentido, sobre la base de distintos autores, se desarrollan los conceptos de sustentabilidad[32], planificación y ordenamiento de cuencas[33], y de teledetección aplicada al análisis de los cambios agroproductivos[34].

Posteriormente, se analizan los cambios en el uso de la tierra a partir de los censos agropecuarios de 1988 y 2002, utilizando como unidades de referencia los partidos que integran la CrQG. Luego, mediante el uso de sensores remotos, se obtuvieron imágenes satelitales del área desde el sitio Web <http://www.inpe.br/>, página correspondiente al Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, año de obtención de la imágenes: 2009) del Ministerio de Ciencia e Tecnología de Brasil. Se trabajó sobre 9 imágenes captadas por el sensor TM de la misión Landsat 5, con Path/Row (225/86, 224/87 y 224/86) cuyas fechas de adquisición fueron las siguientes: 1988/09/06, 1998/08/17 y 2008/10/31.

En el procesado de las imágenes se utilizó el Software ENVI 4.5 (Reserch System Inc., Boulder, CO, USA). Las imágenes fueron convertidas primero a valores de radiancia[35], y luego a reflectancia[36].

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+, obtenido de la pagina Web <http://www.landcover.org/>, Global Land Cover Facility, Earth Science Data Interface.

Se realizaron luego los mosaicos (ENVI 4.5) correspondientes a cada año seleccionado (1988-1998-2008) y se aplicó y recortó la cuenca en base al vector de un trabajo antecedente[37]. Posteriormente, tomando como base los ambientes geomorfológicos de la CrQG[38], se construyeron los vectores correspondientes a las unidades, los cuales permitieron subdividir la cuenca en los diferentes ambientes que la componen y establecer el análisis comparativo de cada uno de ellos en el período estudiado (Figura 2).

Para la realización de la clasificación supervisada fue necesario realizar campañas de campo, donde se obtuvieron puntos de GPS (Global Position System), 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 (Regiones de Interés). Luego, 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[39]. Una vez clasificadas las imágenes por ambientes geomorfológicos según los usos de la tierra, se obtuvieron los estadísticos.

Resultados y discusión

Sustentabilidad en el contexto agroproductivo pampeano

El concepto de desarrollo sostenible o sustentable está cargado de una gran vaguedad teórica y práctica, de modo que es usado por las empresas, los políticos, los ecologistas, los organismos internacionales, los movimientos sociales, entre otros; cada uno cargándolo de una acepción propia dependiente de la subjetividad y los intereses en juego[40]. El mismo autor señala al respecto que, es un concepto que surge de una definición general desarrollada en un documento oficial internacional, tal como el informe Bruntland[41]. A partir de esa base, en vez de transformarse en un concepto claro, la idea realizó una evolución contraria y se volvió un término cuasi teórico, una necesidad en los discursos públicos y en la letra escrita, que todos parecen sentirse obligados a utilizar en casi cualquier circunstancia”.

El concepto de sostenibilidad tiene una base ecológica que hace referencia a la posibilidad de un ecosistema de mantenerse en el tiempo. Por lo tanto está muy relacionado al concepto de resiliencia. Pero a partir del informe Bruntland, con la incorporación de la palabra “desarrollo” el concepto adquiere un carácter más amplio considerando no solo la dimensión ecológica sino otras dimensiones como la social. De esta manera se configura la definición “formal” ampliamente difundida del desarrollo sostenible que dice: “el desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. Esto significa que “no es que la sociedad realiza el desarrollo sostenible del ambiente, sino que el desarrollo sostenible de la sociedad incluye, entre otras, una dimensión ambiental”[42]. Por lo tanto no se trata solo de las relaciones de la sociedad con el ambiente y los recursos naturales, sino de las relaciones internas que se configuran hacia adentro de la sociedad.

Como se puede observar el concepto formal antes descrito, está cargado de una versatilidad enorme ya que, por ejemplo, el término de necesidades está indefinido; y no reconoce la diferenciación social que existe entre los países del mundo y dentro de los países también, por lo que definir esas necesidades de “las generaciones” en forma abstracta, sin considerar los conflictos de intereses, conlleva a un alto grado de ambigüedad, cuando no a un vaciamiento del concepto, que dificulta el análisis de situaciones concretas y el diseño de políticas de intervención[43].

Para tratar de superar esta vaguedad conceptual varios autores han realizado un esfuerzo por sintetizar las dimensiones y características que debe contener el desarrollo sostenible; así, para analizar la sustentabilidad o el desarrollo sostenible se deben considerar, por lo menos, dos dimensiones a saber: las sociales y las ambientales[44]. En ese sentido, la sustentabilidad del desarrollo significa considerar las esferas ecológica, ambiental, demográfica, cultural, social, política e institucional[45].

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[46]. En este sentido, existen trabajos específicos directamente relacionados con mediciones de impactos ambientales generados antes y después de las grandes transformaciones en el agro pampeano[47], donde se concluye que si bien algunos impactos tienden a mejorar (erosión de suelos como consecuencia de la aplicación de la siembra directa), otros aumentan significativamente, tal es el caso del uso de herbicidas, insecticidas, funguicidas, disminución de corredores y parches para la flora y fauna nativa, disminución de personal, entre otros.

En otras palabras, los cambios producidos en las técnicas agropecuarias de las últimas décadas han modificado la intensidad y la calidad de los impactos que generan sobre el ambiente y las condiciones de sustentabilidad. Mientras se incorporan técnicas que aumentan la sustentabilidad en términos de conservación de suelos, el aumento en la demanda de insumos energéticos y de agroquímicos, lo alejan de esa condición[48].

Varios autores reafirman lo anterior, exponiendo que la conversión de tierras y la incorporación de tecnología (principalmente de insumos) durante el último siglo han afectado inevitablemente la estructura y la funcionalidad de los ecosistemas[49]. Sus impactos son notorios en funciones ecológicas esenciales como el flujo de energía, la relación flujo-stock de carbono, el ciclado de nutrientes, el proceso hidrológico y el patrón eco-toxicológico de las áreas convertidas.

Planificación y ordenamiento territorial de cuencas agropecuarias

El comercio agrícola mundial puede ser pensado como una gigantesca transferencia de agua[50] en forma de materias primas desde regiones en las que abunda y se obtiene a bajo costo, hacia otras regiones donde es escasa, cara e incluso compite con otras prioridades[51]. 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[52].

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[53], 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.

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[54].

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 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[55].

En términos generales, el ordenamiento territorial constituye un proceso de gestión que intenta definir aptitudes espaciales para la localización de actividades respaldadas por políticas sociales, económicas, culturales y ambientales de una sociedad; dicho proceso 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[56], por lo tanto, 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.

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 el 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[57]. 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.

En ese mismo trabajo citado[58], 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, 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.

La Teledetección aplicada al análisis de las transformaciones agroproductivas

El análisis 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[59]. Así, en la comparación de los usos de la tierra y su dinámica a lo largo del tiempo, la teledetección integra un conjunto de técnicas valiosas como fuente de información.

Dentro de estas técnicas, se incluyen aquellas que hacen uso de sensores a bordo de satélites que registran energía electromagnética emitida o reflejada por un objeto o superficie en distintas porciones del espectro electromagnético[60]. En ese sentido, las imágenes generadas por estos sensores proveen datos cualitativos y espacialmente continuos de la superficie, resultando útiles para describir el uso de la tierra en grandes extensiones; la discriminación de tipos de cobertura se basa en la unicidad de su respuesta espectral y en los cambios temporales que en ellos pudieran operar.

En términos semejantes, otros autores[61] sostienen que los sensores remotos, especialmente las imágenes satelitales, constituyen una importante fuente de información para mapear y caracterizar el uso del suelo y la estructura del paisaje a escala regional. Asimismo, destacan que la percepción remota es una alternativa para describir la heterogeneidad espacial del funcionamiento ecosistémico a diferentes escalas.

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[62].

Cuenca del río Quequén Grande: cambios en el uso de la tierra (períodos 1988-1998 y 1998-2008)

Previo a realizar el estudio comparativo de los cambios en el uso de la tierra a partir de las imágenes, conviene sintetizar lo que sucede en los partidos que integran la cuenca, utilizando datos censales. En el conjunto de partidos que integran la Cuenca, los datos correspondientes a los últimos censos agropecuarios (INDEC, 1988; 2002) indican que en el período 1988-2002, la superficie cultivada destinada a cultivos anuales se incrementa de 60,2% a 68,6%. Si se considera la superficie implantada por tipos de cultivo en las mismas unidades espaciales, se observa un incremento de las oleaginosas que, de ocupar el 21,5% del área implantada en la primera ocupación en 1988 aumentan en 2002 al 26,0%. Los cereales para grano también crecen en términos relativos, aunque con menor intensidad (de 38,7% de la superficie cultivada en 1988 a 42,4% en 2002). El incremento de áreas destinadas a trigo y soja, es compensado -principalmente- por la reducción en el cultivo de forrajeras y la sustitución de pastizales (en ese período, las forrajeras disminuyen un 8,5% de las áreas cultivadas y los pastizales un 3,6% de la superficie total)[63].

A fin de realizar el análisis comparativo de esos cambios entre 1988, 1998 y 2008, se obtuvieron las imágenes clasificadas para cada año seleccionado (Figura 3a, b y c), que permitieron identificar diferentes tipos de uso: áreas con pastizales y pasturas, áreas cultivables (sin cultivos en el momento en que fue tomada la imagen), áreas cultivadas, 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.

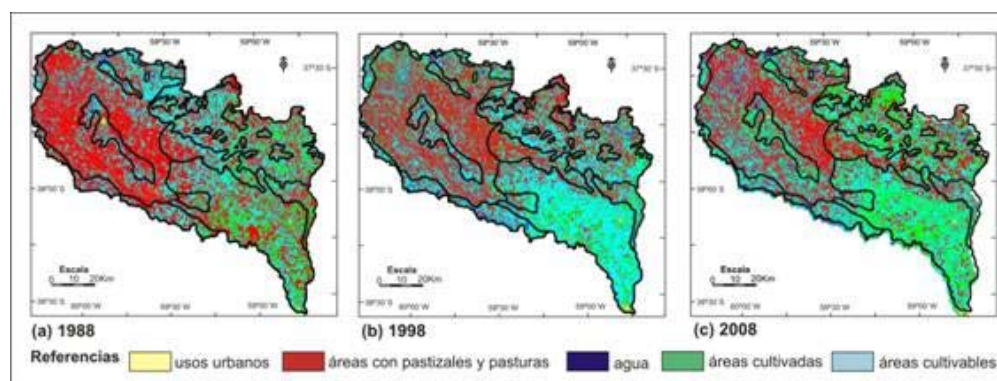


Figura 3. Uso de las tierras en la Cuenca del río Quequén Grande, por ambientes geomorfológicos (1988, 1998 y 2008).

Fuente: Elaboración propia a partir de la clasificación supervisada de las imágenes satelitales (1988, 1998 y 2008) y de estudios previos[64].

Se identificaron entonces “clases”, las cuales resultaron ajustadas a los diferentes usos de la tierra en la CrQG. Luego se obtuvieron las superficies ocupadas por cada una de ellas (Cuadro 2) en los ambientes geomorfológicos caracterizados previamente (Cuadro 1 y Figura 2).

Cuadro 2.
Superficie ocupada por cada clase en los distintos ambientes geomorfológicos de la CrQG (1988-1998-2008)

Clases (usos de la tierra) – Superficie (km ²)		Ambientes geomorfológicos						
		Sierras y serranías	Lomas perise- rranas	Lomas relic. sin lagunas	Llanu- ras aluviales	Lomas de divis. con lag.	Planicie baja mal drenada	CrQG
Usos urba- nos	1988	0,7	2,3	16,3	1,0	2,9	0,2	23,4
	1998	1,0	3,0	27	1,2	3,0	0,3	35,5
	2008	3,0	19,0	35,0	9,5	12,8	3,2	82,5
Áreas con pastizales y pasturas	1988	118,3	925,4	946,5	2226,8	600,5	362,7	5180,2
	1998	135,0	900,5	441,0	1690,0	355,0	300,5	3822,0
	2008	87,8	564,0	354,0	1714,0	298,0	282,4	3300,2
Áreas cultivadas	1988	27,3	258,5	440,2	41,0	26,3	99,0	892,3
	1998	23,0	240,0	380,0	279,0	86,0	102,0	1110,0
	2008	44,1	607,0	577,0	238,7	190,0	91,5	1748,3
Áreas cultivables	1988	115,1	1088,7	875,7	941,5	431,5	306,3	3758,8
	1998	101,0	1109,0	1413,0	1194,0	580,0	358,0	4755,0
	2008	127,0	1092,0	1299,0	1279,0	559,8	387,1	4743,9
Agua	1988	0,6	11,1	6,3	43,9	25,8	1,6	89,3
	1998	2,0	33,5	24,0	90,0	63,0	9,0	221,5
	2008	0,1	4,0	20,1	13,0	26,4	5,6	69,2

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar la CrQG, en los 20 años en su conjunto, se puede apreciar que la agricultura aumenta un 37,7%, en función del reemplazo de la ganadería. Se observa comparativamente, que en el primer período seleccionado de 10 años (1988-1998), los usos agrícolas se ven favorecidos, aumentando un 26,1%, en detrimento de los usos ganaderos, que disminuyen en proporción equivalente. Mientras, que en el segundo período consecutivo, y también de 10 años (1998-2008), si bien las tendencias continúan afianzándose, los usos agrícolas solo 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 disminuyeron un 13,7%.

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 configuración (patrón con el que se distribuyen los distintos tipos de cobertura)[65].

Los usos destinados a cultivos en el primer período (1988-1998) aumentaron significativamente en las unidades geomorfológicas de llanuras aluviales (49,9%), lomas de divisorias con lagunas (45,5%) y lomas relictuales sin lagunas (36,3%). Sucesivamente, se induce a una disminución del pastoreo del 24,1%, 40,9% y 53,4% (respectivamente). En el segundo período (1998-2008), se extiende considerablemente la agricultura en las unidades geomorfológicas correspondientes a las sierras y serranías (38%) y en las llanuras periserranas (25,9%); no obstante, en forma inversa, se produce una disminución de 35,0% y 37,4% (respectivamente) en la superficie dedicada a pastoreo. Por lo tanto, es el primer período, donde se verifica las mayores transformaciones en el uso de la tierra por unidades geomorfológicas, debido a la expansión de la agricultura. Es importante precisar además que, en ambos períodos, los crecimientos de la agricultura sobre las unidades geomorfológicas se dieron de manera totalmente diferenciada, ya que las unidades más afectadas no fueron las mismas.

Las superficies ocupadas por cuerpos de agua superficiales aumentaron en un 148% en el entre 1988-1998, mientras que son significativamente menores en el período 1998-2008, donde disminuyen en un 68,8%. Esto es consecuencia de la presencia de régimen de precipitaciones mayor en 1998 (Informes del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), año correspondiente a un ciclo húmedo[66]. El proceso mencionado se evidencia principalmente en el ambiente geomorfológico

de planicies mal drenadas, en el primer período, con un incremento del 462,5%; mientras que en el segundo, se da principalmente en los ambientes de sierras y serranías (94%), lomas periserranas (88,1%) y llanuras aluviales (85,6%).

Por último, el uso referido a asentamientos urbanos, se caracteriza por una expansión del 51,7% entre 1988-1998, siendo el ambiente geomorfológico con mayor incremento el de las lomas relictuales sin lagunas (65,6%) y las planicies mal drenadas (50%). Entre 1998 y 2008, el crecimiento fue del 132,3%, siendo el ambiente geomorfológico con mayor incremento (966,7%) el correspondiente a las planicies mal drenadas. El período 1998-2008 el que propulsa un mayor crecimiento urbano, con respecto a 1988-1998. Si se observan los cambios en la expansión urbana, por ambientes geomorfológicos, se puede analizar que los mismos se fueron dando en los diferentes periodos de tiempo en distintos ambientes. El proceso de expansión urbana, se asocia a un sector del núcleo Necochea-Quequén, Benito Juárez y Lobería, ciudades cabeceras de partido que concentran la población urbana de la cuenca.

Cuando se analizan los resultados obtenidos a partir de la imagen diferencia 1988 y 1998 (Figura 4a) se observa que apenas el 22,3% (2215 km²) de las clases permanecieron constantes en ambos años, mientras que el 77,7% (7429 km²) de la superficie de la Cuenca sufrió transformaciones en los usos de la tierra. Entre 1998 y 2008 (Figura 4b), el 30,2% (3008 km²) de la superficie se mantuvo sin variaciones y el 69,8% (6936 km²) mostró cambios. La elaboración de las imágenes diferencia permitió corroborar que las transformaciones más significativas en el uso de la tierra de la Cuenca, ocurrieron durante el período 1988-1998.

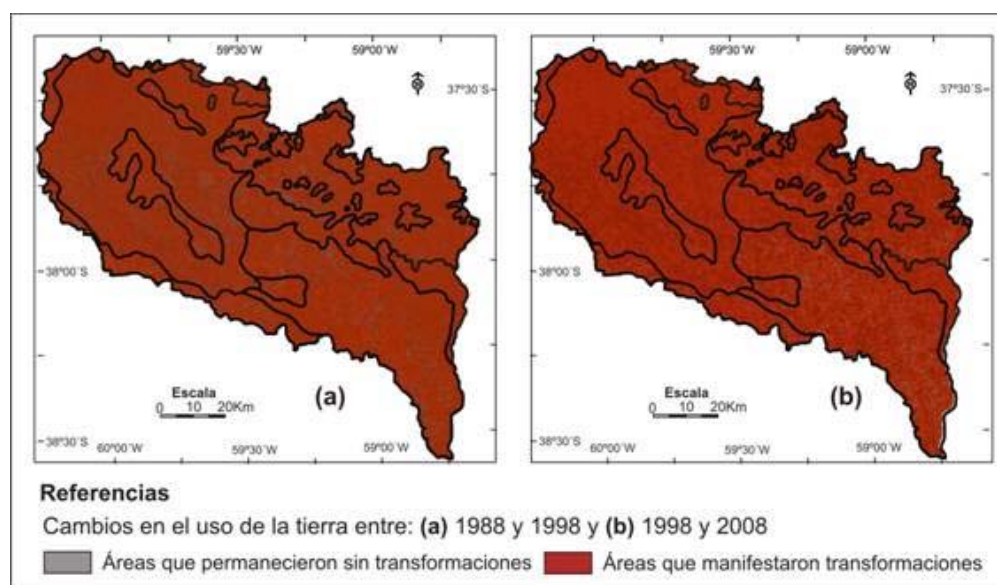


Figura 4. Cambios en el uso de las tierras en la Cuenca del río Quequén Grande (1988-1998 y 1998-2008).

Fuente: Elaboración propia a partir de la obtención de imágenes diferencia para ambos períodos.

Los resultados obtenidos en la clasificación supervisada de las imágenes se consideran representativos de los cambios agroproductivos de la región. En CrGQ, se puede observar a partir de los mapas temáticos generados, que las transformaciones coinciden con los modelos vigentes en la región, donde en respuesta a la agudización de los problemas ambientales generados por la agricultura desde la revolución verde -tales como, contaminación de suelos y aguas por el uso extensivo de agroquímicos, sustitución y simplificación de los ecosistemas nativos con pérdidas de biodiversidad, fragmentación extrema de los ecosistemas, pérdida de suelo, entre otros-, surge entre 1980-1990, el paradigma de la agricultura sustentable, el cual plantea que el logro de sus objetivos depende de una correcta gestión social, política, económica, tecnológica y ambiental, basadas en valores éticos[67].

Conclusiones

Tal como se enuncia en estudios previos[68], en el trabajo se destaca la importancia del uso de información captada por

sensores remotos para el análisis temporal y la observación de las tendencias en cuencas de uso agropecuario. Su aplicación es relevante en el caso de la QrGQ dado que la protección de las fuentes de agua, constituye una preocupación creciente para la sociedad. Es sabido que, entre otros impactos, las actividades agropecuarias contribuyen a la contaminación de acuíferos por el uso extensivo de agroquímicos.

Los contaminantes no permanecen estáticos en el punto de emisión, están sujetos a un devenir espacio-temporal que incluye una serie muy compleja de causalidades, que tienen como consecuencia, que sus efectos se manifiesten a gran distancia y tardíamente, en sujetos habitualmente distintos a los causantes de la misma. La variable espacial por el momento, no es controlable, y sustancias de riesgo ambiental pueden ser exportadas, transportadas o producidas en forma libre[69].

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[70], la cual se manifiesta claramente en la CrQG. En tal sentido, se destaca que la disponibilidad de mapas permite optimizar el manejo de los sistemas agrícolas y ganaderos, y con ello, puede fomentar la sustentabilidad de la producción.

Los resultados obtenidos en la CRQG a partir de la clasificación de imágenes y el análisis del proceso de agriculturización basado en estudios realizados por distintos autores[71] permiten afirmar que en la región pampeana el modelo agroproductivo implementado afecta de manera creciente la sostenibilidad agrícola. En relación con ello, se considera importante profundizar la evaluación de la sostenibilidad agrícola en futuras investigaciones, a partir de indicadores[72].

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[73].

Entre dicha información, la captada en las bandas visibles e infrarrojo cercano del espectro electromagnético, permite diferenciar de manera indirecta los distintos tipos de cobertura[74]. 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 periodos.

El análisis de la información procesada permite afirmar que, por un lado, el área de estudio es netamente agropecuaria, y por el otro, que se producen cambios variables y significativos en relación con la expansión de la agricultura, sobre todo en el primer período (1988 y 1998).

La comparación de los cambios en los usos de la tierra por unidades geomorfológicas permite destacar que los ambientes más afectados por las transformaciones agropecuarias durante los veinte años analizados, son las “llanuras aluviales”, “lomas de divisorias con lagunas” y “lomas recticulares sin lagunas” en el período 1988-1998; mientras que, entre 1998 y 2008 las mayores modificaciones se producen en las “sierras y serranías” y en las “llanuras periserranas”. Para ambos períodos el incremento de la superficie agrícola se produjo en detrimento de la ganadería y en desmedro de la flora nativa.

Con respecto al agua superficial, se observa que la mayor superficie ocupada por lagunas y ríos corresponde a 1998. Esto se debe a la presencia de un régimen hídrico de máximas precipitaciones en ese año. El área ocupada por agua es menor tanto en 1988, como en 2008. Este hecho favorece en el último año el avance de la agricultura.

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.

La presente investigación concluye que la disponibilidad de mapas permite optimizar el manejo de los sistemas agrícolas y ganaderos, y con ello, puede fomentar la sustentabilidad de la producción en los distintos partidos de la provincia de Buenos Aires, mejorando las relaciones entre los sistemas socio-económico y natural[75]. En este sentido, el uso de la teledetección, a través de sensores remotos activos y pasivos, se considera relevante para el desarrollo de sistemas de prevención, seguimiento y evaluación de procesos a diferentes escalas espaciales y temporales[76].

Finalmente se concluye que, la disponibilidad de mapas temporales a partir de sensores remotos, permitió realizar un diagnóstico temporal que conforma una base central para la formulación de un plan de ordenamiento territorial. 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.

Notas

- [1] Lapitz, Evia y Gudynas, 2004, p. 101-126.
- [2] Chiriboga y Plaza, 1993, p. 58-89.
- [3] Reca y Parellada, 2001, p. 524-567.
- [4] Reca y Parellada, 2001, p. 524-567.
- [5] Pengue, 2004, p. 46-55.
- [6] Morello *et al.*, 2000, p. 119-131.
- [7] Morello *et al.*, 2000, p. 119-131.
- [8] Vitta *et al.*, 2001, p. 24-47.
- [9] Ghersa, 2005, p. 195-212.
- [10] Turner, 1990, p. 21-30.
- [11] Manuel-Navarrete *et al.*, 2005, p. 7.
- [12] Pengue, 2004, p. 46-55.
- [13] Viglizzo *et al.*, 2002, p. 38-51.
- [14] Sarandón, 2002, p. 265.
- [15] Iglesias *et al.*, 2008, p. 19-30.
- [16] Vazquez y Zulaica, 2010a, p. 15-31 y Vazquez y Zulaica, 2010b, p. 283-296.
- [17] FAO, 1972, p. 49-54. De acuerdo con la conceptualización de la FAO, la tierra constituye una porción geográficamente definida del planeta, cuyas características integran atributos razonablemente estables o predeciblemente cíclicos de la biósfera, y que sobreyacen o subyacen a la superficie del área, incluyendo la atmósfera, el suelo, el sustrato geológico, las aguas, las poblaciones de plantas y animales, como asimismo los resultados de todas las intervenciones de la ocupación y uso humano del área, en la medida en que los atributos naturales y culturales resultantes de la intervención influyan apreciablemente sobre el uso actual y futuro que haga el hombre.
- [18] Teruggi *et al.*, 2004, p. 154-160.
- [19] Kruse *et al.*, 1997, p. 216-221.
- [20] Viglizzo *et al.*, 2002, p. 38-51.
- [21] Kruse *et al.*, 1997, p. 216-221.
- [22] Piccolo y Perillo, 1997, p. 133-161.
- [23] Martínez *et al.*, 2004, p. 18-23.
- [24] Martínez *et al.*, 2004, p. 18-23; Vazquez y Zulaica, 2010a, p. 15-31 y Vazquez y Zulaica, 2010b, p. 283-296.
- [25] Lastra *et al.*, 2008, p. 197-212.
- [26] Martínez *et al.*, 2004, p. 18-23.
- [27] SAGyP-INTA, 1989, p.56-70.
- [28] Cabrera, 1976, p. 45-57.
- [29] Martínez *et al.*, 2004, p. 18-23 y Teruggi *et al.*, 2004, p. 154-160.
- [30] Teruggi *et al.*, 2004, p. 154-160.
- [31] Martínez *et al.*, 2004, p. 18-23 y Teruggi *et al.*, 2004, p. 154-160.
- [32] Viglizzo *et al.*, 2002, p. 38-51; Vazquez y Kristensen, 2004, p. 88-102 y Vazquez y Kristensen, 2008, p. 163-172.
- [33] Véase Montico, 2004.
- [34] Alperín, Borges y Sarandón, 2002, p. 40-51.
- [35] Chander y Markham, 2003, p. 2674-2677 y Chander, Markham y Barsi, 2007, p. 490-494.

- [36] Schroeder *et al.*, 2006, p. 16-26 y Soudani *et al.*, 2006, p. 161-175.
- [37] Varela y Teruggi, 2002, p. 19-29.
- [38] Teruggi *et al.*, 2004, p. 154-160.
- [39] Chuvieco, 2007, p. 116-124.
- [40] Reboratti, 2000, 245 p.
- [41] Véase WCED, Our common future. Oxford Univ. Press, Oxford, 1987, 74 p.
- [42] Reboratti, 2000, 245 p.
- [43] Guimarães, 2002, p. 123-150.
- [44] Reboratti, 2000, 245 p.
- [45] Guimarães, 2002, p. 123-150.
- [46] Sarandón, 2002, p. 265.
- [47] Vázquez y Kristensen, 2004, p. 88-102; Vázquez y Kristensen, 2008, p. 163-172 y Vázquez, Zulaica y Sacido, 2011, p. 171.
- [48] Vázquez y Kristensen, 2004, p. 88-102 y Vázquez y Kristensen, 2008, p. 163-172.
- [49] Viglizzo *et al.*, 2002, p. 38-51.
- [50] El concepto de Agua Virtual (AV) fue definido por primera vez por Allan (1993, 1994) a principios de la década de los noventa, como el agua “contenida” en un producto, entendiéndose por tal, no únicamente la cantidad física contenida en el producto, sino la cantidad de agua que ha sido necesario utilizar para generar dicho producto. Así definida, el AV se configuraba como indicador físico en términos de agua de la producción de un bien o servicio. Aunque revolucionario aparentemente, si lo aplicamos sobre los productos agrícolas no es más que el concepto de requerimientos hídricos de un cultivo que los agrónomos vienen utilizando desde hace años.
- Hoekstra (2003) define la denominada Huella Hídrica (HH) de un país como “el volumen de agua necesaria para producir los bienes y servicios consumidos por los habitantes de ese país” y lo define como un “indicador del uso de agua en relación al consumo de la población” (Chapagain y Hoekstra, 2004).
- [51] Pengue, 2006, 14-25 p.
- [52] Gáspari, 2005, 16-23 p.
- [53] Véase Lane, 1995, 17 p.
- [54] Véase Montico, 2004.
- [55] Véase Montico, 2004.
- [56] Pujadas y Font, 1998, p. 234-269.
- [57] Véase Montico, 2004.
- [58] Montico, 2004.
- [59] Vázquez, Rivas y Usunoff, 2008, p. 47-58.
- [60] Paruelo *et al.*, 2004, p. 421-427.
- [61] Alperín, Borges y Sarandón, 2002, p. 40-51.
- [62] Vázquez y Rivas, 2009, p. 49-59.
- [63] Vázquez y Zulaica, 2010a, p. 15-31.
- [64] Vázquez y Zulaica, 2010a, p. 15-31 y Vázquez y Zulaica, 2010b, p. 283-296.
- [65] Paruelo *et al.*, 2004, p. 421-427.
- [66] Carbone, Píccolo y Scian, 2004, p. 25-35.
- [67] Zahedi y Gudynas, 2008, p. 273-292.
- [68] Vázquez y Zulaica, 2010a, p. 15-31 y Vázquez y Zulaica, 2010b, p. 283-296.
- [69] Mills y Thruman, 1994, p. 600-605.

- [70] Pengue, 2004, p. 46-55.
- [71] Reca y Parellada, 2001, p. 524-567 y Pengue, 2004, p. 46-55.
- [72] Sarandón, 2002, p. 265.
- [73] Di Bella *et al.*, 2008, p. 39-52.
- [74] Guerschman *et al.*, 2003, p. 3381-3402.
- [75] Vazquez y Rivas, 2009, p. 49-59.
- [76] Di Bella *et al.*, 2008, p. 39-52.

Bibliografía

- ALLAN, J. Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydropolitical futures would be imposible. In ODA (ed.). *Priorities for water resources allocation and management*. London: Overseas Development Administration, 1993, p. 13-26.
- ALLAN, J. Overall perspectives on countries and regions. In ROGERS, P. y LYDON, P. (ed.). *Water in the Arab World: perspectives and prognoses*. Cambridge: Harvard University Press, 1994, p. 65-100.
- 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.
- CABRERA, A. *Regiones Fitogeográficas Argentinas*. Buenos Aires: ACME, 1976. 85 p.
- CARBONE, M.; PÍCCOLO, M. y SCIAN, B. Análisis de los períodos secos y húmedos en la cuenca del arroyo Claromecó, Argentina. *Papeles de Geografía*, 2004, n° 40, p. 25-35.
- CHANDER, G. y MARKHAM, B. Revised Landsat-5 TM Radiometric Calibration Procedures and Postcalibration Dynamic Ranges. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2003, vol. 41, n° 11, p. 2674-2677.
- CHANDER, G.; MARKHAM, B. y BARSÍ, J. Revised Landsat-5 Thematic Mapper Radiometric Calibration. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 2007, vol. 4, n° 3, p. 490-494.
- CHAPAGAIN, A. y HOEKSTRA, A. *Water footprint of nations*. The Netherlands: UNESCO-IHE, Institute for Water Education, 2004. 77 p.
- CHIRIBOGA, M. y PLAZA, O. *Desarrollo rural microrregional y descentralización*. San José de Costa Rica: IICA, 1993. 226 p.
- CHUVIECO, E. *Teledetección Ambiental. La observación de la tierra desde el espacio*. Barcelona: Ariel, 2007. 586 p.
- DI BELLA, C.; POSE, G.; BEGET, M.; FICHER, M.; MARI, N. y VERÓN, S. La Teledetección como herramienta para la prevención, seguimiento y evaluación de incendios e inundaciones. *Ecosistemas*, 2008, vol. 17, n° 3, p. 39-52.
- FAO. Evaluación de tierras para la planificación del medio rural; un método ecológico. In BEEK, K. y BENNEMA, J. (ed). Santiago de Chile: Proyecto Regional FAO/PNUD RLA 70-457, Oficina Regional para América Latina, 1972. 101 p.
- GASPARI, F. Ordenamiento Territorial de microcuencas en base al riesgo de erosión hídrica superficial a través de la aplicación de SIG. *Revista electrónica de la Redlach*, 2005, vol. 2, n° 1, p. 16-23.
- GUERSCHMAN, J.; PARUELO, J.; DI BELLA, C.; GIALLORENZI, M. y PACIN, F. Land Cover classification in the Argentine Pampas using multi-temporal Landsat TM Data. *International Journal of Remote Sensing*, 2003, vol. 4, n° 17, p. 3381-3402.
- GUIMARÃES, R. 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, 2002, p. 123-150.

HOEKSTRA, A. *Virtual Water Trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade*. The Netherlands: IHE, 2003. 245 p.

IGLESIAS, D.; ZANOTTI, N.; ITURRIOZ, G.; ALVAREZ COSTA, E.; D'ADAM, H.; WIEDENHOFER, K. y VASALLO, J. El balance de nutrientes en la Provincia de La Pampa y sus implicancias económicas. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 2008, vol. 9, n° 9, p. 19-30.

KRUSE, E.; DELUCHI, M.; VARELA, L. y LAURENCENA, P. Aspectos hidrológicos de la zona sur de Mar del Plata (Buenos Aires). *Actas XII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos*, 1997, vol. 6, p. 216-221.

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

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

LASTRA, G.; PEREYRA, M.; MARINO, B. y THOMAS, L. 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, 2008, p. 197-212.

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. *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, 2005. 65 p.

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

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

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

MORELLO J.; BUZAI, G.; BAXENDALE, C.; RODRÍGUEZ A.; MATTEUCCI, S.; GODAGNONE, R. y CASAS, R. Urbanization and the consumption of fertile land and other ecological changes: the case of Buenos Aires. *Environment and Urbanization*, 2000, vol. 12, n° 2, p. 119-131.

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

PENGUE, W. 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. Agua virtual, agronegocio sojero y cuestiones económicas ambientales futuros. *Fronteras*, 2006, n° 5. p. 14-25.

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.

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

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

- REBORATTI, C. *Ambiente y sociedad: conceptos y relaciones*. Buenos Aires: Planeta Argentina, 2000. 245 p.
- SARANDON, S. *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable*. La Plata: E.C.A. Ediciones Científicas Americanas, 2002. p. 265.
- SAGyP-INTA. *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, 1989. 200 p.
- SCHROEDER, T.; COHEN, W.; SONG, C.; CANTY, M. y YANG, Z. Radiometric correction of multi-temporal Landsat data for characterization of early successional forest patterns in western Oregon. *Remote Sensing of Environment*, 2006, n° 103, p. 16-26.
- SOUDANI, K.; FRANCOIS, C.; LE MAIRE, G.; LE DANTEC, V. y DUFRÊNE, E. 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.
- TERUGGI, L.; MARTÍNEZ, G.; BILLI, P. y PRECISO, E. Geomorphologic units and sediment transport in a very low relief basin: Rio Quequén Grande, Argentina. *Geomorphological Processes and Human Impacts in River Basins, Proceedings of the International Conference held at Solsona*, n° 299, p. 154-160.
- TURNER M. Spatial and temporal analysis of landscape patterns. *Landscape Ecology*, 1990, n° 4, 21-30 p.
- VARELA, L. y TERUGGI, L. Caracterización hidrológica de la cuenca del río Quequén Grande, Provincia de Buenos Aires. In TERUGGI, L. (ed.). *Manejo integral de cuencas hidrográficas y planificación territorial*. Mar del Plata: Centro de Geología de Costas y del Cuaternario, FCEyN, UNMdP, 2002, p. 19-29.
- VAZQUEZ, P. y KRISTENSEN, M. Comparación temporal de las modalidades productivas de 1992 y 2002 en un establecimiento agrícola de Tandil (Argentina). *IV Encuentro de Investigadores, FCH, UNCPBA*, 2004, [CD-Rom], p. 88-102.
- VAZQUEZ, P. y KRISTENSEN, M., Siembra directa vs. técnicas agropecuarias tradicionales en el sudeste pampeano (Tandil, Provincia de Buenos Aires). Análisis de los Impactos Ambientales. In CINEA (ed). *Estudios Ambientales I "Tandil"*. Tandil: UNCPBA, Red de Editoriales de Universidades Nacionales (REUN), 2008, p. 163-172.
- VAZQUEZ, P.; RIVAS, R. y USUNOFF, E. Análisis multitemporal de la disponibilidad de agua en el suelo. *Revista Ciencia*, 2008, vol. 3, n° 3, p. 47-58.
- VAZQUEZ, P. y RIVAS, R. Transferencia de información basada en sensores remotos para la toma de decisiones de usuarios no expertos. *Revista Ciencia*, 2009. vol. 4, n° 8, p. 49-59.
- VAZQUEZ, P. y ZULAICA, L. 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. In CARBONE, M.; MELO, W.; ÁNGELES, G. *Tecnologías de la Información Geográfica del Sur Argentino*. Bahía Blanca: Universidad Nacional del Sur, 2010a, p. 15-31.
- VAZQUEZ, P. y ZULAICA, L. Cambios agroproductivos y problemas ambientales en la Cuenca del río Quequén Grande (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Revista Geografía, Associação de Geografia Teórica (AGETEO)*, 2010b, vol. 36, n° 2, p. 283-296.
- VAZQUEZ P.; ZULAICA, L. y SACIDO, M. Loss of patches and biological corridors in southern Pampa (Tandil County, Buenos Aires Province, Argentina). *IX International Rangeland Congress. Diverse Rangelands for a Sustainable Society*, 2011, p. 171.
- VITTA, J.; FERNÁNDEZ, J.; GUILLEN, M.; ROMANO, M.; SPIAGGI, E. y MONTICO S. La visión del desarrollo sustentable en el agro de nuestra región: bases para la discusión. *Revista Ambiental UNR*, 2001, vol. 4, n°4, p. 24-47.
- VIGLIZZO, E., PORDOMINGO, A., CASTRO, M. y LÉRTORA, F. La sustentabilidad ambiental de la agricultura pampeana ¿oportunidad o pesadilla?. *Ciencia Hoy*, 2002. vol. 12, n° 8, p. 38-51.
- WCED. *Our common future*. Oxford: Oxford Univ. Press, 1987. 74 p.

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.

© Copyright Patricia Vazquez, Mónica Sacido, Laura Zulaica, 2012.

© Copyright *Scripta Nova*, 2012.

Edición electrónica del texto realizada por [Jemiffer Thiers](#).

Ficha bibliográfica:

VAZQUEZ Patricia; MÓNICA SACIDO y Laura ZULAICA. 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*. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 20 de febrero de 2012, vol. XVI, nº 392. <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-392.htm>>. [ISSN: 1138-9788].



[Índice de Scripta Nova](#)

[Menú principal](#)