

FRONTERAS

Editorial	I
Artículos	
- La conectividad del hábitat y nuestras áreas protegidas <i>Silvia D. Matteucci</i>	1
- Suelo virtual, biopolítica del territorio y comercio Internacional <i>Walter A. Pengue</i>	12
- El estudio del paisaje desde la Geografía. Aportes para reflexiones multidisciplinarias en las prácticas de ordenamiento territorial <i>Claudia A. Bexendale</i>	25
- El paisaje desde la Ecología de paisajes <i>Silvia D. Matteucci</i>	32
Comunicaciones y Avances	
- Aplicación de un análisis de ciclo de vida (LCA) a la agricultura en dos localidades argentinas <i>Marlana Totino</i>	36
- Charata y los modelos de estructuras de ciudades <i>Nora E. Mendoza</i>	42
- Disponibilidad de información para el diseño de planes de conservación en el Chaco semiárido argentino <i>Micaela Camlino y Sara Cortez</i>	50
- El paisaje visual, una herramienta de planificación y diseño <i>Silvia D. Matteucci; Nora Mendoza; Marlana Silva y Miguel Falcón</i>	57
Actividades y Anuncios	
• Proclines	67
• Economía ecológica	67
• ASADEP	68
• ASAUJE	68
Publicaciones del GEPAMA (2009 - 2010)	69
Nuevo Libro	
• El chaco sin bosques: la Pampa o el desierto del futuro <i>Jorge H. Morello y Andrea F. Rodríguez (editores)</i>	70



ISSN 1667-3999 <http://www.gepama.com.ar>

FRONTERAS es la publicación del Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente (GEPAMA) de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires
Año 9, Nº 9, Octubre 2010

Editor: Andrea F. Rodríguez - E-mail: info@gepama.com.ar
Ciudad Universitaria, Pabellón III, Piso 4º, (1428) Buenos Aires Argentina
Tel.: (54-11) 4789-6367 / 6328

Se permite su reproducción total o parcial, siempre que se cite la fuente y se comunique a los editores mediante el envío de un ejemplar donde se hubiera publicado.

FRONTERAS es la publicación anual del Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires que comprende artículos de divulgación científica, entrevistas, avances de investigación, proyectos, actividades, documentos y libros del GEPAMA
CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES

Nº 9
Año 9
Nº 9
Octubre
2010

Editorial	I
Artículos	
– La conectividad del hábitat y nuestras áreas protegidas <i>Silvia D. Matteucci</i>	1
– Suelo virtual, biopolítica del territorio y comercio internacional <i>Walter A. Pengue</i>	12
– El estudio del paisaje desde la Geografía. Aportes para reflexiones multidisciplinares en las prácticas de ordenamiento territorial <i>Claudia A. Baxendale</i>	25
– El paisaje desde la Ecología de paisajes <i>Silvia D. Matteucci</i>	32
Comunicaciones y Avances	
– Aplicación de un análisis de ciclo de vida (LCA) a la agricultura en dos localidades argentinas <i>Mariana Totino</i>	36
– Charata y los modelos de estructuras de ciudades <i>Nora E. Mendoza</i>	42
– Disponibilidad de información para el diseño de planes de conservación en el Chaco semiárido argentino <i>Micaela Camino y Sara Cortez</i>	50
– El paisaje visual, una herramienta de planificación y diseño <i>Silvia D. Matteucci; Nora Mendoza; Mariana Silva y Miguel Falcón</i>	57
Actividades y Anuncios	
• Prodines	
• Economía ecológica	67
• ASADEP	
• ASAUUE	68
Publicaciones del GEPAMA (2009 - 2010)	69
Nuevo Libro	
• El chaco sin bosques: la Pampa o el desierto del futuro <i>Jorge H. Morello y Andrea F. Rodríguez (editores)</i>	70

Integrantes del GEPAMA:

El 9º número de Fronteras nos encuentra reflexionado sobre cambios de todo tipo ocurridos en el país: sociales, económicos, territoriales, ambientales y podemos decir que por fortuna se han dado algunos vinculados con nuestro patrimonio natural como las leyes de protección de bosques nativos, la de protección a los glaciares, la consulta metódica y organizada a toda la comunidad científica sobre Planes Plurianuales de Desarrollo, Hábitat Sustentable. Como es habitual muchos nos quejaremos al descubrir que tienen falencias que no contemplan todos los temas críticos, pero creo que es más importante cambiar algo hecho que pensar en lo que está por hacerse. Mejorarlo depende ahora de todos.

En este número tratamos algunos temas que consideramos críticos para la sociedad argentina y su potencial natural:

- Se discuten los conceptos de suelo virtual, las grandes áreas de suelos nutritivos del mundo y las metodologías e importancia del análisis para las grandes áreas productivas de la Argentina, como la Pampa, con el objetivo además que tanto los científicos como los decisores de políticas públicas tomen en consideración futura los estudios sobre la base de recursos que sostienen a nuestras economías en lo que podemos llamar una **«biopolítica del territorio»** (Pengue).
- En otro trabajo, se considera que la conectividad funcional del paisaje es una de las propiedades más importantes para la conservación de la biodiversidad natural. En él se evalúa la conectividad funcional potencial para el mono de noche (*Aotus azarai azarai*) y el chancho quimilero (*Catagonus wagneri*), en el Parque Nacional Río Pilcomayo en Formosa y su entorno y en el Parque Nacional-Reserva Provincial Copo en Santiago del Estero y sus alrededores (Matteucci).
- En una tercera contribución, el estudio del paisaje es abordado por diferentes campos disciplinarios siendo frecuentemente utilizado al momento de plantearse objetivos y temáticas de estudio en proyectos de investigación multi o pluridisciplinarios. Este trabajo busca presentar las visiones desde donde es estudiado el paisaje en Geografía diferenciando los dos grandes enfoques que existen en la historia de esta disciplina (Baxendale).
- Un cuarto ensayo, es una aplicación sobre el cálculo de las cuencas visuales como herramienta de planificación de obras y diseño del paisaje muy utilizado para determinar los mejores sitios para la instalación de la infraestructura o de toda otra modificación que se realice en el paisaje, de modo de facilitar su percepción o de mitigar los efectos visibles de las obras (Matteucci, *et.al.*).

Por último, los avances de investigación en los distintos proyectos nos muestran: los modelos de estructura interna de las ciudades: el caso de Charata (Mendoza). La aplicación de un análisis de ciclo de vida a la agricultura en dos localidades argentinas (Totino). Y la disponibilidad de información para el diseño de planes de conservación en el Chaco semiárido argentino (Camino, *et.al.*).

La conectividad del hábitat y nuestras áreas protegidas

Silvia D. Matteucci

CONICET-GEPAMA-FADU-UBA

Resumen

En un medio fragmentado, la conectividad funcional del paisaje es una de las propiedades más importantes para la conservación de la biodiversidad natural. La evaluación de esta propiedad en un paisaje determinado para las poblaciones de especies de importancia ecológica o económica constituye una herramienta imprescindible para el manejo de áreas protegidas y el diseño de redes de hábitat y de ecosistemas. Se presenta un ensayo de evaluación de la conectividad funcional potencial para el mono de noche (*Aotus azarai azarai*) y el chanco quimilero (*Catagonus wagneri*), en el Parque Nacional Río Pilcomayo y su entorno y en el Parque Nacional-Reserva Provincial Copo y sus alrededores, respectivamente. Los resultados muestran una drástica reducción de la conectividad funcional potencial en ambas áreas de estudio en relación al paisaje modelo de cada una de las áreas, y en los últimos 20 años, a consecuencia de los avances de las fronteras agrícola y urbana. Se discuten las posibles consecuencias de la pérdida de conectividad en función del comportamiento de las especies. Se puso de manifiesto la escasez de información de campo disponible referida a distribución de las especies, tamaño de población, ocupación de hábitat y distancia de dispersión, requerida para la evaluación de la conectividad funcional. Como conclusión se desprende la necesidad de información sobre la dinámica espacial de las poblaciones de muchas especies supuestamente objetivo de protección de los parques nacionales y otras reservas naturales, como herramienta para el manejo de las áreas protegidas y su entorno y del diseño de redes de hábitat y ecosistemas que impidan el aislamiento de las mismas.

Palabras clave: conservación de la biodiversidad, conectividad funcional, *Catagonus wagneri*, *Aotus azarai azarai*, Gran chaco argentino, longitud de correlación.

Introducción

El manejo de las áreas protegidas establecidas para la protección de las especies nativas y los ecosistemas en que habitan se sustenta sobre la interacción de las especies con el ecosistema y de las especies entre sí. En un medio fragmentado, como los que actualmente imperan en gran parte del planeta, la conectividad del hábitat y de los ecosistemas es una de las características del paisaje de mayor importancia para la persistencia de poblaciones viables de especies y para la dispersión y colonización de parches de hábitat no ocupados.

La conectividad de hábitat, entendiendo por hábitat el espacio que reúne las condiciones y requerimientos de una especie o grupo de especies, es un concepto que describe la factibilidad de traslado de un animal entre parches de hábitat de buena

calidad en respuesta tanto a la estructura espacial del mosaico como al comportamiento de traslado del animal en respuesta a la configuración del paisaje (Taylor *et al.*, 1993). La misma definición es válida para los flujos ecológicos entre ecosistemas de un mosaico heterogéneo, en cuyo caso se habla de conectividad de ecosistemas o del paisaje. Redes de hábitat es un conjunto de parches de hábitat para una especie particular que puede trasladarse entre los parches conectados por espacios no hostiles y así mantener una población viable en un espacio fragmentado. Las redes de ecosistemas son conjuntos de ecosistemas conectados que facilitan los flujos entre ecosistemas y permiten la persistencia de los procesos ecológicos a escalas mayores. Esta idea se emplea desde hace unos años para el diseño de redes de áreas protegidas.

La conectividad tiene dos componentes: estructural y funcional (Crooks y Sanjayan, 2006). La componente estructural se refiere al arreglo espacial de los parches de hábitat en relación a otros elementos del paisaje. Se cuantifica sin tener en cuenta el comportamiento del organismo, poblaciones ni especies, por lo cual no tiene valor para la toma de decisiones en la selección del área, el diseño y el manejo de las áreas protegidas. Las métricas basadas sólo en la estructura del paisaje son estáticas, tienen significado a una única escala mientras que cada especie percibe el paisaje a una escala particular, que puede ser y generalmente es, diferente de la escala de medición de la configuración del mosaico. Dicho de otra manera, no hay un único valor crítico umbral al cual un mosaico aparece desconectado para todas las especies simultáneamente; a un mismo valor de conectividad una especie puede percibir el paisaje como conectado mientras que para otra aparece desconectado y la población se extingue localmente (Pearson *et al.*, 1996 citado por Taylor *et al.*, 2006). Para esta especie puede haber en el mosaico una proporción adecuada de hábitat para mantener una población viable pero si el hábitat se distribuye en parches separados a distancias mayores que las de movimiento de los individuos, éstos no pueden usar toda la superficie de hábitat (Taylor *et al.*, 2006).

La componente funcional tiene en cuenta el comportamiento de los individuos, especies o procesos ecológicos; esto es, sus respuestas al patrón espacial. La conectividad funcional requiere mucha información, no sólo de la configuración espacial de los elementos del paisaje o del mosaico, sino también de variables de comportamiento como extensión ocupada por la población o el proceso, distancia del movimiento, distancia de dispersión natal, preferencias de hábitat, ubicación de las poblaciones, entre otras, para cuya obtención se requiere trabajo de campo intensivo. Frecuentemente, la medición directa de la conectividad mediante la medición de los movimientos de los individuos y cálculo de las velocidades de traslado en el paisaje no es factible por razones logísticas (D'Eon *et al.*, 2002).

Se han desarrollado muchas técnicas y diferentes métricas para la evaluación de la conectividad funcional, que difieren en el grado de complejidad y de requerimientos de información (Fagan and Calabrese, 2006). Pero, no siempre se dispone de toda la información requerida para calcular o medir la conectividad funcional real, y en este caso se emplea como variable substituta la conectividad funcional potencial (Calabrese and Fagan, 2004). Los métodos que evalúan la conectividad funcional potencial

requieren menos variables de comportamiento y se obtiene un dato que evalúa las vías potenciales de flujo de organismos o procesos y una métrica de conectividad potencial del mosaico, sin un conocimiento acerca del uso real de dichas vías ni de los parches de hábitat, por lo cual el índice es una aproximación o modelo que habrá que validar con información independiente.

En trabajos anteriores evalué el grado y tipo de los cambios de usos de la tierra en los alrededores de tres áreas protegidas en la llanura chaco-pampeana (Matteucci, 2008; 2009a; 2009b). En los tres casos de estudio hice un análisis estructural porque el objetivo era evaluar la tasa y tipo de avance de las fronteras de conversión de usos de la tierra. En las tres áreas protegidas se comprobó que los cambios de uso de la tierra en sus entornos son de diversos tipos según las condiciones naturales y las estrategias de ocupación de la tierra y en los tres se han producido cambios, de mayor o menor cuantía, alrededor y dentro de las áreas protegidas, poniendo en peligro su efectividad. En este trabajo, retomo los dos casos de la Región Chaqueña (Parque Nacional-Reserva Provincial Copo y Parque Nacional Río Pilcomayo) para incorporar una visión funcional en el análisis.

Desde el punto de vista funcional interesa conocer si las condiciones requeridas para sostener poblaciones viables se mantienen, tanto el entorno como el interior de las áreas protegidas. Si la respuesta es negativa, interesa evaluar en qué medida se han deteriorado dichas condiciones y si la configuración espacial actual dentro del parque podría sostener poblaciones viables. En este trabajo se evalúan las condiciones de calidad de hábitat y de conectividad del paisaje para poblaciones de fauna registrada alguna vez en las áreas protegidas. Los resultados dan pautas para pocas especies y no son aplicables para planes de manejo de otras especies que no sean las elegidas para ejemplificar los cambios ocurridos en el lapso de tiempo que abarca el estudio.

Métodos

Selección de las especies

El estudio se realizó en dos reservas y sus entornos: Parque Nacional-Reserva Provincial Copo y Parque Nacional Río Pilcomayo, en las Ecorregiones Chaco Seco y Chaco Húmedo, respectivamente (ver Matteucci, 2009a para una descripción de

los parques). De la lista de especies de fauna registradas en estas dos áreas protegidas seleccioné aquellas de mamíferos nombradas con mayor frecuencia en las descripciones de estas áreas protegidas: puma (*Puma concolor*); yaguararé (*Panthera onca*), oso hormiguero (*Myrmecophaga tridactyla*), Tatu carreta (*Priodontes maximus*), quimillero (*Catagonus wagneri*); pecarí labiado (*Tayassu pecari*), pecarí de collar (*Pecari tajacu*), tapir (*Tapirus terrestris*), en el PN-RP Copo; y en el PN Río Pilcomayo, mono aullador (*Alouatta caraya*), mono caí (*Cebus nigritus*), mono de noche o mirikiná (*Aotus azarai azarai*), aguara guazu (*Chrysocyon brachyurus*), y el ave maitu (*Crax fasciolata*). Elegí estas especies porque supuse que aquellas en peligro y los mamíferos serían las más estudiadas y habría más datos de campo disponibles.

Como primer paso realicé una búsqueda bibliográfica con el objetivo de encontrar los datos requeridos para la evaluación de la conectividad del paisaje para las especies seleccionadas. Descubrí que hay muy pocos datos disponibles sobre comportamiento de especies en la Argentina, y en particular en estas reservas y sus entornos. Encontré varios trabajos realizados en Formosa oriental (Chaco Húmedo) sobre la dieta, estructura poblacional y densidad de población, comportamiento social, vida sexual y cuidado parental de los monos aullador y mirikiná (Fernández-Duque, 2005). Elegí el mono de noche (*Aotus azarai azarai*) para ejemplificar la situación del PN Río Pilcomayo y su entorno por varias razones: a) es endémico del Gran Chaco; b) es una especie en peligro; c) se conoce su área de actividad y la distancia de dispersión natal (distancia de traslado para formar una nueva familia en otro grupo social una vez alcanzada la madurez sexual; d) los datos provienen de estudios realizados en cercanías de mi área de estudio.

El mono de noche es pequeño, territorial y vive en grupos monógamos de pocos individuos en el Chaco Húmedo argentino. Aunque se lo conoce como nocturno, y su actividad es preferentemente de noche, muestra actividad también durante el día (Fernández-Duque, 2006). Pasa su vida en el dosel arbóreo y no se lo ve ni de día ni de noche fuera del bosque. Su área de actividad es de 4 a 12 ha, y una vez que ha madurado sexualmente, a la edad de 2 a 4 años, se traslada entre 185 y 2.243 m (distancia máxima mediana=660 m) para formar su propia familia en otro grupo social (Fernández-Duque, 2009). Si bien los estudios no se realizaron en mi área de estudio, al menos se realizaron en el mismo Complejo de Ecosistemas (Chaco Oriental del Bajo Río

Paraguay). La descripción que el autor presenta del patrón geomorfológico y de cobertura vegetal en su área de estudio coincide con la del PN Río Pilcomayo y su entorno (Fernández-Duque, 2009). No encontré datos del aguará guazú, ni tampoco del maitú, ambas catalogadas en peligro de extinción.

Una situación similar se presentó con la fauna del Chaco Seco. Hay muchos trabajos realizados para el yaguararé pero la mayoría en países vecinos y ninguno en el Chaco Seco, y en la mayoría de las regiones se desconoce su área de actividad y su distancia de dispersión. Ambas variables dependen de la disponibilidad de presas y esta depende de las condiciones climáticas, de la estructura del paisaje, de la ocupación humana y de interacciones inter e intraespecíficas. Para el yaguararé, el área de actividad varía entre 10 y 300 km² (Canevari y Vaccaro, 2007), dependiendo de esas condiciones. En Brasil, se midieron áreas de actividad promedio entre 49,4 km² (hembras en el Pantanal) a 265 km² (machos en el Cerrado) (Astete *et al.*, 2008). Encontré datos de campo de especies de pecarí, la mayoría para el Amazonas brasileño, México o Perú, pero no para la Argentina, excepto los trabajos involucrados con las interacciones pecaríes-humanos (Altrichter y Boaglio, 2004; Altrichter, 2005). Para ejemplificar los efectos de los cambios de uso de la tierra alrededor del PN-RP Copo elegí el quimillero por las siguientes razones: a) es el único pecarí endémico de la Región Chaqueña; b) está en peligro de extinción según la IUCN y ha sido declarado Monumento Natural en la provincia de Chaco, junto con otras especies; c) es un recurso alimenticio importante en la zona (Altrichter, 2006); d) se dispone de datos de área de actividad; e) la especie será estudiada en los próximos años y el modelo potencial propuesto podrá ser validado. Además, los pecaríes son una de las presas del yaguararé, el cual no es visto con frecuencia y probablemente la población es muy reducida a causa de la caza, de los cambios de uso de la tierra y de la reducción de las poblaciones de presas.

El quimillero (*Catagonus wagneri*), así llamado por alimentarse de los frutos de quimil (*Opuntia quimilo*), es el chanco de mayor tamaño de la región chaqueña y el único endémico del Chaco Seco donde habita los matorrales espinosos y bosques secos. Está adaptado al ambiente seco y cálido. En el Chaco seco paraguayo su área de actividad es de 1.100 ha y recorre 2,2 km por día, descansa por la noche en sitios distintos, y retorna al mismo sitio en ciclos de casi 42 días (Taber, 1993). En un estudio más reciente, se observó que los quimilleros pre-

fieren sitios con alto porcentaje de tierras boscosas, alejados de áreas con mayor densidad de asentamientos urbanos y de áreas con mayor densidad de caminos (Altrichter y Boaglio, 2004).

Selección de las métricas de conectividad funcional potencial

Ya que sólo se contó con datos de extensión del área de actividad de las especies, del hábitat preferido y de distancia de dispersión, no fue posible calcular la conectividad funcional real, la cual requiere censos de población para determinar la ocupación de los parches de hábitat.

La métrica seleccionada para evaluar la conectividad del paisaje es la longitud de correlación, derivada de la teoría de la percolación aplicada a mosaicos bidimensionales. La Longitud de Correlación requiere primero el cálculo del radio de giro de cada parche de hábitat, que es una medida de la distancia promedio que recorre un organismo desde un punto elegido al azar para llegar al borde del parche sin salir del mismo (Gardner, 1999). El modelo de conectividad/percolación califica cada parche de acuerdo a su contribución a la conectividad total del paisaje. Cuanto más extendido es un parche mayor es su radio de giro; a igualdad de superficie, un parche alargado tiene mayor radio de giro que uno circular. Al nivel del paisaje, se calcula el índice de longitud de correlación (LC) como el promedio de radios de giro ponderados por el área de cada parche y representa la conectividad intraparche del paisaje para un organismo que está confinado a un tipo de hábitat y no puede atravesar la matriz en la que se insertan los parches de hábitat. La longitud de correlación es igual al radio de giro si el paisaje

está ocupado totalmente por un sólo parche de hábitat (Rothley and Rae, 2005). LC vale 0 cuando cada parche es tan pequeño como una celda e incrementa a medida que los parches incrementan en cantidad de píxeles y en expansión. Todos los cálculos se realizan en mapas en formato raster y se puede calcular con el programa Fragstats (McGarigal *et al.*, 2002) o con los programas de simulación de modelos neutrales. El Fragstats calcula el radio de giro como el promedio de las distancias en metros entre cada celda del parche y el centroide del parche y la longitud de correlación como la suma sobre todos los parches del radio de giro del parche i multiplicado por la proporción de la superficie total de hábitat ocupada por el parche i (tamaño del parche i /superficie total de hábitat) (McGarigal *et al.*, 2005).

La LC por sí sola no da idea de la fragmentación, por eso también he calculado las métricas: superficie total de hábitat (suma de las superficies de los parches de hábitat), cantidad de parches de hábitat, tamaño promedio de hábitat, Índice de parche mayor como el porcentaje del área total de hábitat concentrado en el parche de mayor tamaño.

Preparación de los mapas raster

Río Pilcomayo

En este Complejo de Ecosistemas del Chaco Húmedo los bosques aparecen como parches relativamente extensos o alargados en los bordes de los cursos de agua (bosques de galería) en una matriz de tierras bajas con pastizales, sabanas de carranday y humedales. Los límites de los parches bos-

Percolación es el flujo en un medio desordenado. La teoría de la percolación junto con el modelado matemático provee herramientas robustas para comprender el papel de un medio heterogéneo en el movimiento de materiales y prever el comportamiento del objeto en movimiento; por ejemplo, el flujo de un líquido en un medio poroso, o el movimiento de arcillas en un medio líquido. La sustancia que fluye no se disuelve en el medio, sino que lo atraviesa pasando por los sitios en que el flujo se ve facilitado por la presencia de poros o corredores de menor resistencia. La teoría se aplicó en ecología de paisajes para describir el movimiento de organismos en un espacio heterogéneo compuesto por parches de hábitat (sitio apto) en una matriz hostil (sitio no apto). Los individuos atravesarán el espacio desde un sitio apto a otro, y la facilidad con que se atraviesa el mosaico heterogéneo depende de su estructura espacial (cómo se ordenan las celdas aptas en relación a las hostiles) y de la movilidad del organismo. La variable que mide el grado de factibilidad del movimiento es la conectividad funcional. El modelo se aplica también para describir el flujo del agua, el avance de un incendio, o de cualquier otro proceso físico o ecológico que ocurre en un espacio heterogéneo. La percolación es un proceso crítico porque tiene un umbral de proporción de sitios aptos por encima del cual todo el espacio aparece conectado. Para una distribución aleatoria de píxeles aptos, este umbral es de 0,5928 (59% de píxeles aptos). Ese valor cambia para distribuciones regulares y agrupadas y según el arreglo espacial.

cosos son netos y se distinguen claramente en el paisaje. Los mapas de bosques del Parque Nacional Río Pilcomayo y su entorno para los años 1987-89 y 2007 fueron elaborados a partir de las imágenes satelitales Landsat 5 de esos años mediante una clasificación supervisada realizada con «Find Like Areas» del ArcView 3.3 (Matteucci, 2009a). La resolución del mapa raster de bosques es de 30 m.

Ambos mapas de bosques son Booleanos, con valores 1 en los píxeles de bosque y 0 en los demás. Esto supone que la matriz es hostil, lo cual es aceptable para el mono de noche ya que pasa su vida en el dosel del bosque. Alrededor del parque nacional generé un entorno de 30 km desde el borde del mismo, con la función «Create Buffers» en el shape del PN Río Pilcomayo provisto por APN, para obtener el mapa del área de estudio (un único polígono), el cual resultó con una superficie de 363.257 ha. Elegí este ancho del buffer porque es la distancia que permite abarcar la franja de mayor crecimiento urbano a lo largo de la ruta nacional 86, causante de la interrupción de los parches de bosques hacia el Sur. Los mapas raster de bosques fueron recortados para incluir sólo el área de estudio.

El paisaje modelo se generó a partir del mapa raster de 1987, mediante un filtrado con un kernel 3x3 píxeles, con la función «Neighborhood statistics». Este proceso produjo un mapa con parches menos perforados e incrementados en tamaño con un borde de un píxel. De este modo, se obtuvo un mapa con mayor cantidad de hábitat y más parches conectados internamente y menos fragmentados por carreteras, pero con el mismo arreglo espacial de los parches de bosque del paisaje original. El paisaje modelo se generó con el objetivo de tener un patrón de comparación de las métricas.

Parque Nacional-Reserva Provincial Copo

El área de estudio comprendió las dos áreas protegidas, que son linderas, más un buffer de 50 km desde el borde de las áreas protegidas, resultando en una superficie total de 20.375,71 km². El patrón del paisaje en el Chaco seco es totalmente distinto de aquel del Chaco Húmedo en que se encuentra el PN Río Pilcomayo. Los tres tipos de vegetación leñosa, hábitat preferido por el chanco quimilero, se funden entre sí y con los pastizales sin límites netos, por lo cual fue necesario obtener un mapa de cobertura.

El mapa de cobertura se realizó mediante una clasificación automática de las imágenes Landsat de 1988-89 en 10 clases, y un filtrado con un kernel de 3x3 píxeles para disminuir el ruido (píxeles aislados). Se reclasificaron las clases de cobertura en 5 categorías: suelo desnudo o con muy baja cobertura de pastizal (incluye los paleocauces menos vegetados y las áreas quemadas), pastizal, matorral, bosque bajo denso, bosque bajo con emergentes. Este mapa de cobertura, con resolución 50 m, se empleó como situación de referencia; es el paisaje modelo ideal en el cual las áreas vegetadas se suponen no fragmentadas por actividad humana.

Los mapas reales de 1988-89 y 2007 (con actividad humana) se obtuvieron en varios pasos. Mediante digitalización manual en pantalla con las imágenes satelitales como fondo, se construyeron tres capas: disecciones (rutas, caminos y otras construcciones lineales); asentamientos humanos (puestos, poblados y ciudades); y parcelas de cultivo. La capa de disecciones se convirtió en una capa de polígonos creando buffers de 5 m de radio en los caminos secundarios y de 10 m de radio en las rutas para obtener caminos de 10 m de ancho y rutas de 20 m de ancho. Las tres capas de polígonos se unieron para obtener un mapa de áreas modificadas para cada año. Los mapas de áreas modificadas se superpusieron con el mapa del área de estudio (un único polígono) y de la resultante se eliminaron las áreas modificadas para construir para cada año un mapa de parches naturales y seminaturales (incluye tierras ganaderas en pastizales naturales), que quedó conformado por parches separados por las disecciones y perforados por parcelas de cultivo y áreas urbanas. Por comunicaciones personales se supone que las personas que pasan por los caminos secundarios extienden las actividades de caza alrededor de 200 m hacia ambos lados de las carreteras, por lo cual se generaron áreas interiores en los parches con la función «Create Core Areas» de la extensión «Patch Analyst» en ArcView 3.3. El mapa de cobertura total se obtuvo cortando el mapa raster de paisaje modelo con la capa de áreas naturales mediante la función «Clip grids to polygon theme» del Patch Analyst (Elkie *et al.*, 1999). Esta operación se realizó con las capas vectoriales de áreas naturales de 1988-89 y 2007, para obtener sendas capas de cobertura total por año, con 6 clases: suelo desnudo, pastizal, matorral, bosque bajo denso, bosque bajo con emergentes y tierras convertidas. Cada uno de estos mapas se reclasificó para obtener un mapa Booleano con valores 1 en los píxeles cubiertos por vegetación leñosa (hábitat) y 0 en las demás categorías (no hábitat).

Cálculo de las métricas

Los mapas raster se exportaron en formato ASCII para ingresarlos en el programa Fragstats, en el cual se calculó el tamaño de parches en hectáreas y radio de giro en metros, al nivel de parches. Los resultados se pasaron a una planilla de cálculo en la cual se eliminaron todos los parches de superficie inferior a 4 ha (área mínima de actividad de los monos) en los mapas de Río Pilcomayo y los inferiores a 600 ha (área mínima de actividad del quimilero). La Longitud de Correlación del paisaje se calculó con los restantes parches en la planilla de cálculo. El procedimiento de cálculo se repitió para el Parque Nacional Río Pilcomayo y el área protegida PN-RP Copo, para verificar cuán efectiva es el área protegida en la conservación de las condiciones de hábitat. Los valores obtenidos para el área de estudio no son comparables con los obtenidos para las áreas protegidas porque las métricas de conectividad son muy sensibles a la escala ya que al reducir el área los parches próximos a los bordes se truncan y disminuye su área y su expansión. Se puede comparar los cambios entre años dentro de un mismo área de análisis.

Resultados y Discusión

El mono de noche en el Parque Nacional Río Pilcomayo y su entorno

Las variables que reflejan el estado del paisaje (área total de hábitat, promedio de radio de giro y longitud de correlación) disminuyeron en el período

de 20 años que abarca el estudio (Tabla 1), tanto en el área que comprende el entorno como dentro del parque nacional. En el entorno del parque se produjo fragmentación, como lo muestra el incremento de la cantidad de parches, y la reducción del tamaño promedio; en cambio, dentro del parque la cantidad de parches disminuyó apenas mientras que el tamaño promedio se mantuvo casi igual. El tamaño máximo de parche también disminuyó, confirmando la fragmentación del hábitat en el entorno y menor grado de fragmentación pero desgaste de los bordes en el área protegida.

La razón de cambio (columnas 4 y 7 de la Tabla 1) se calculó como $(V_f - V_i) / V_i \cdot 100$, siendo V_i y V_f los valores inicial y final, respectivamente, de la variable. Un valor negativo indica una reducción del valor de la variable.

El paisaje modelo tiene un 25% de píxeles de hábitat; si la distribución de los píxeles aptos fuese aleatoria, la fracción de píxeles de hábitat estaría muy por debajo del valor crítico, y lejos de estar totalmente conectado; sin embargo, la longitud de correlación (LC) es muy alta comparativamente. En 1987, la LC es 64% inferior a la del paisaje modelo y la de 2007 es aún menor. Las métricas de superficie también muestran disminución marcada en 1987 con respecto al paisaje modelo, especialmente el índice de parche mayor, que da una idea de la cohesión del hábitat.

Hasta 2007, aparentemente había espacio disponible de hábitat para el mono de noche en el área de estudio y en el Parque Nacional. No tenemos datos acerca del área mínima de hábitat requerida para

Tabla 1. Métricas de parches y paisajes y razón de cambio para cada escala espacial.

Métrica	Área de estudio			RC (%)	Parque Nacional		RC (%)
	Paisaje Modelo	1987	2007	PM-1987	1987	2007	
Superficie total de hábitat (km ²)	893,56	536,32	425,00	-39,98	144,11	86,13	-40,23
Cantidad de parches	1.126	958	1.103	-14,92	176,00	171,00	-2,84
Tamaño promedio de parche (ha)	79,36	44,02	38,53	-44,53	81,88	50,37	-38,49
Tamaño mínimo de parche (ha)	4,05	4,05	4,05	0,00	4,04	4,12	1,98
Tamaño máximo de parche (ha)	37.483,29	11.503,44	6.033,51	-69,31	6.495,20	653,12	-89,94
Promedio del radio de giro del parche (m)	251,51	270,96	257,53	7,73	335,79	300,69	-10,45
Índice de parche máximo (%)	41,95	21,45	14,20	-48,87	45,07	7,58	-83,18
Longitud de Correlación (m)	11.524,63	4.102,49	2.619,14	-64,40	3.275,22	866,05	-73,56

RC: razón de cambio. Las métricas del área de estudio no son comparables con las del PN (ver explicación en texto), las diferencias entre años dentro de una misma unidad territorial admiten comparación. Índice de parche máximo es el porcentaje del área total del hábitat en el parche de mayor tamaño. El área de estudio comprende el parque nacional y un buffer de 30 km de ancho desde el borde del parque nacional.

sostener una población viable pero, siendo que el área de actividad es 4 ha, quedan parches del tamaño adecuado para permitir la supervivencia de varios grupos sociales. Desconocemos el estado de conservación de los parches de bosque, ya que no tenemos estudios de campo que evalúen la composición de especies del bosque, la cobertura del dosel y la integridad del ecosistema. Tampoco hay datos sobre la densidad de población de los monos de noche en la zona. La presencia de espacio por sí sola no garantiza la persistencia de una población viable, pero sugiere que valdría la pena el estudio poblacional de los monos.

El comportamiento del mono de noche durante la dispersión natal sugiere una estrategia de evitación de la endogamia (cruzamiento sexual entre individuos de la misma familia) (Fernández-Duque, 2009). El achicamiento de los parches podría resultar en un incremento de la probabilidad de endogamia y deterioro de la población. Esta especie puede tener un rol importante en el bosque como dispersor de semillas y control biológico de insectos, ya que

se alimenta de frutos e insectos. No disponemos de estudios de interacción entre especies, de modo que no sabemos si esto realmente ocurre pero si la interacción existiera, la disminución de la densidad de monos podría afectar la densidad de especies de la flora o incrementar la de especies de insectos.

En la franja costera, hasta unos 50 km desde los bordes del parque nacional, la cantidad de hábitat y de parches, y la continuidad de los mismos ha disminuido considerablemente en los 20 años desde 1987-89 hasta 2007. Al comienzo del período de estudio, los parches de bosques se interrumpían hacia el sur por la presencia de la ruta nacional 86 y del área urbana, pero se prolongaban hacia el Este y el Oeste a partir del Parque Nacional en 1987-89 (Fig. 1, arriba). En 2007, la franja de bosques se achica hacia el Sur por el crecimiento urbano y se interrumpe también hacia el Oeste (Fig. 1, abajo). Queda una tenue oportunidad para desarrollar planes de manejo tendientes a la preservación de los bosques hacia el Este, previo estudio de la presencia y densidad de población de monos en estos parches.

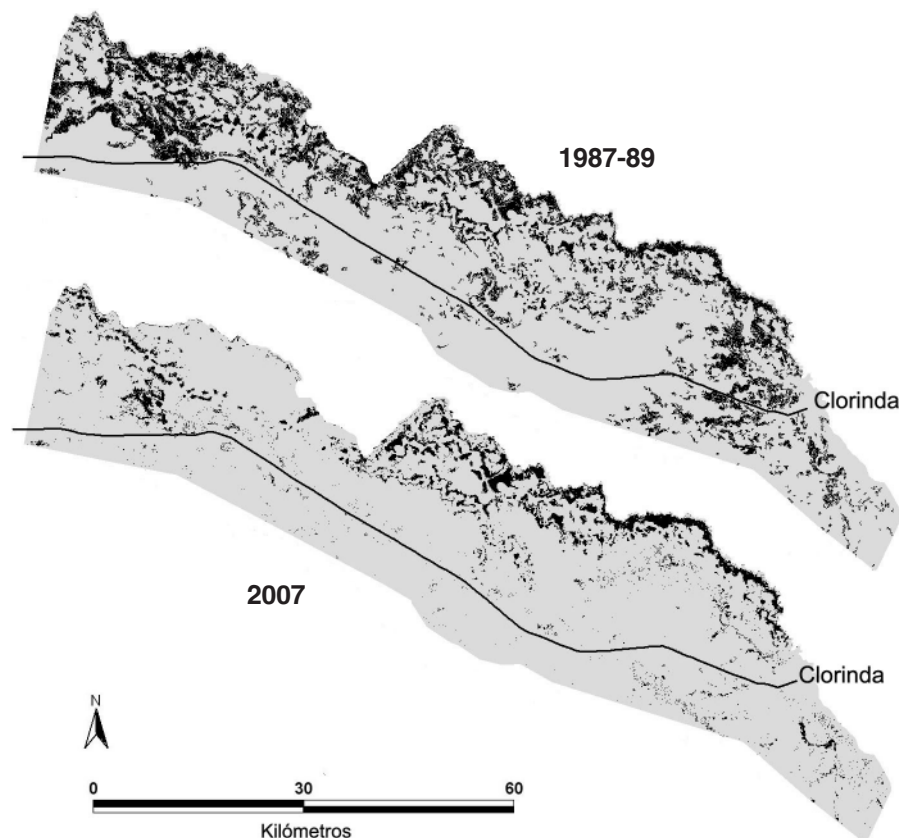


Figura 1. Distribución de los parches de bosque en 1987-89 y 2007 en la franja costera a lo largo del río Pilcomayo. Línea negra: Ruta Nacional 86; parches de bosque en negro.

El chanco quimilero en el Parque Nacional-Reserva Provincial Copo

Los datos muestran una muy notable fragmentación comparando el paisaje modelo con el estado del área de estudio en 1988-89 y 2007. A consecuencia de la presencia de caminos, áreas urbanas y parcelas de cultivo, para 1988-89 la superficie total de hábitat (cubierta vegetal leñosa) era 27% inferior al paisaje ideal, el tamaño promedio de parche 90% y el índice de parche máximo 85%. Las medidas de conectividad intraparche (radio de giro promedio) y su promedio ponderado en el paisaje (Longitud de correlación) también son inferiores en 1988, en un 51 y un 87%. Esto indica que en promedio los parches internamente mantienen cierto grado de expansión pero al ser más pequeños la conectividad promedio en el paisaje disminuye (CL), ya que la ponderación del radio de giro por el tamaño del parche reduce el peso de los parches grandes e incrementa el de los pequeños. Los cambios entre 1988 y 2007 no son tan marcados y son insignificantes en comparación con los producidos a partir del paisaje modelo (Tabla 2).

Estos datos coincidirían con las observaciones realizadas en el Chaco seco paraguayo, en cuanto

a que las poblaciones se están fragmentando. Este hecho traería una disminución del tamaño de población; para la fecha de la publicación (1993) se estimaba que en Paraguay debía haber unos 5.000 individuos y se especulaba con que en la Argentina y Bolivia la población debía ser mayor (Taber, 1993). En la Argentina no tenemos datos del tamaño poblacional ni de ocupación de los parches de hábitat, por lo cual no podemos afirmar que todos ellos estén ocupados.

En el área protegida conformada por el parque nacional y la reserva provincial, de 1988 a 2007 desaparecieron algunos parches, que debían ser los más pequeños porque el tamaño promedio de parche se incrementó (Tabla 3). En 1988 había disecciones que marcaban bordes de parcelas, tanto en el parque nacional como en la reserva provincial. En 2007, algunas de las parcelas se desmontaron, otras se recuperaron y muchas disecciones desaparecieron (se cubrieron de vegetación). Estas observaciones pueden explicar el incremento del Índice de parche máximo, del radio de giro y de la longitud de correlación; al eliminarse las disecciones los parches se encuentran más expandidos y la conectividad aumenta.

Tabla 2. Métricas del área de estudio en el paisaje modelo, en 1988 y en 2007.

Métrica	P-Modelo	1988	2007
Superficie total de hábitat (km ²)	12.909,68	9.473,60	7.754,22
Cantidad de parches	40	291	214
Tamaño promedio de parche (ha)	32.274,19	3.255,53	3.623,42
Tamaño mínimo de parche (ha)	648,00	601,00	607,50
Tamaño máximo de parche (ha)	920.199,50	101.499,75	106.690,75
Índice de parche mayor (%)	71,28	10,71	13,76
Promedio del radio de giro del parche (m)	4.612,76	2.245,60	2.288,61
Longitud de Correlación (m)	32.334,82	4.281,91	5.187,03

P-Modelo: Paisaje Modelo, sin disectar.

Tabla 3. Métricas del mosaico en el Parque Nacional-Reserva Provincial Copo en 1988 y 2007.

Métrica	PN y RM	
	1988	2007
Superficie total de hábitat (km ²)	1.715,78	1.714,39
Cantidad de parches	22	19
Tamaño promedio de parche (ha)	7.799,00	9.023,11
Tamaño mínimo de parche (ha)	610,25	693,25
Tamaño máximo de parche (ha)	101.540,50	106.727,00
Índice de parche máximo (%)	59,18	65,25
Promedio del radio de giro del parche (m)	2.693,81	2.759,52
Longitud de Correlación (m)	9.168,95	10.326,05

El quimilero es un recurso alimenticio importante para los pobladores del chaco seco, y funciona como caja chica a través de la venta ocasional de animales vivos, carne, piel y productos hechos con piel de pecaríes (Altrichter, 2003). Su rol en el ecosistema es múltiple, es presa de los grandes felinos, y podría ser dispersor de las plantas de cuyos frutos se alimenta, y del quimil, si transporta las pencas en su cuerpo (cosa que no aparece en la bibliografía). Su alimentación principal son los frutos de cactáceas (quimil y otras) de donde probablemente obtiene el agua. También come raíces de bromeliáceas, frutos de Acacia y Prosopis y ocasionalmente hierbas, carroña y pequeños animales.

El quimilero está adaptado a las condiciones de sequía y calor, y presenta características morfológicas en la implantación dental, las cavidades nasales y las órbitas oculares que podrían ser adaptaciones asociadas a la actividad mayormente diurna, en condiciones en que el aire puede estar cargado de polvo (Grubb and Groves, 1993). Existe evidencia circunstancial de que el quimilero bebe agua rara vez; en un estudio realizado en Paraguay se observó que no salieron de su territorio en búsqueda de agua aún cuando no tenían agua superficial por una sequía de 5 meses (Taber, 1993). Estas características los ubica como futuros pobladores de un área más amplia que probablemente se torne más árida y cálida, hacia el sur y hacia el oeste, a causa del cambio climático.

Conclusiones

Ambas áreas de estudio han sufrido cambios más o menos drásticos en la configuración espacial de su paisaje, y la disminución de las medidas de conectividad potencial para las dos especies seleccionadas permite suponer que las poblaciones de ellas están en peligro. Hasta el presente no existen datos disponibles para evaluar la conectividad funcional real de estos mamíferos, ni de otras especies. La densidad de las poblaciones en el paisaje, la ocupación o no de los parches de hábitat, el comportamiento de traslado tanto en dispersión natal como en búsqueda de alimento, son todos datos esenciales para el manejo de áreas protegidas y para el diseño de redes que mitiguen el efecto de los cambios de usos de la tierra en el entorno de las reservas naturales.

La técnica de evaluación de la conectividad que he empleado no es la mejor. La métrica Longitud de Correlación tiene varias críticas. La LC no tiene un

intervalo fijo de variación por lo cual las comparaciones son difíciles (Saura y Pascual-Hortal, 2007). En este trabajo generé modelos ideales a partir de los mapas reales como patrón de comparación. La LC no es sensible al incremento de distancia entre parches; sólo considera la conectividad interna de los parches (Saura y Pascual-Hortal, 2007). En el caso del mono de noche, la matriz es hostil para la especie, el área de actividad del mono está dentro del parche y sus movimientos, incluyendo la dispersión natal, se producen sin salir del bosque, por lo tanto la CL es una medida funcional válida. No es el caso para el chanco quimilero, ya que nada le impide cruzar los caminos y otras áreas desnudas como los paleocauces y podría usar los parches pequeños como pasaderas entre parches grandes. La LC no tiene en cuenta estas situaciones y el modelo resulta ser una aproximación bajo el supuesto basado en la observación de que el quimilero no es observado en las cercanías de las carreteras, en sitios con alta densidad de carreteras o de asentamientos humanos. La LC no es sensible a la fragmentación, por eso es necesario combinarla con otras métricas indicativas de este proceso, como cantidad de parches, superficie promedio de parches e índice de parche mayor.

En la última década y media se ha desarrollado la técnica de evaluación de la conectividad funcional sobre la base de la teoría de grafos. En el modelo gráfico del paisaje, los parches se asimilan a nodos y las uniones entre parches son las aristas. Con este modelo se puede estudiar áreas muy extensas puesto que la base de datos requerida se reduce considerablemente en relación a aquella contenida en los mapas raster de igual superficie. La distancia entre parches de hábitat se puede medir como distancia euclidiana o como costo de dispersión dando valores de resistencia a los parches que no son de hábitat pero que la especie en cuestión puede atravesar con mayor o menor dificultad. De esta manera se van incorporando más detalles sobre el comportamiento de la especie a la medición de la conectividad funcional. Las computaciones no son sencillas pero se han desarrollado varios software para los cálculos y una gran cantidad de métricas derivadas de las operaciones matemáticas con la red de nodos, cada una con ventajas y desventajas (Keitt *et al.*, 1997; Minor and Urban, 2007; Pascual-Hortal y Saura, 2008).

Más allá de los resultados obtenidos para estas dos áreas protegidas, surgen muchas preguntas en relación al estudio ecológico de las poblaciones nativas, especialmente aquellas en peligro de

extinción: ¿por qué no tenemos información sobre área de actividad, comportamiento de la dispersión, ocupación de hábitat, para las especies nativas? ¿Por qué no se investigan estos temas? ¿Faltan biólogos formados? ¿Falta presupuesto para investigación en el estudio de la dinámica poblacional de la fauna y la flora nativas? ¿Por qué los pocos estudios disponibles de este tipo se han hecho en terrenos privados y no en las áreas protegidas? ¿Por qué hay más estudios de este tipo en los países vecinos que en el nuestro? ¿Es «el nicho vacío» lo que determina que investigadores extranjeros, con más medios económicos, estén estudiando nuestros recursos? ¿Es esto conveniente? ¿No es esto también un mecanismo de apropiación de los recursos de nuestro país, siendo la información uno de los re-

cursos estratégicos para una nación? El año de la biodiversidad llega a su fin: ¿hemos podido responder a estas preguntas? Es lo mínimo que nos debemos los argentinos.

Agradecimientos

Agradezco a la Comisión Nacional Espacial por la provisión de las imágenes satelitales de la década 2007. Las imágenes de 1987-88 fueron bajadas de la página Web del «Global Land Cover Facility» (<http://glcfapp.glcf.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>). Agradezco a Micaela Camino por facilitarme bibliografía sobre el chancho quimilero. Investigación financiada por el subsidio de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica PICT2006 N° 2450.

BIBLIOGRAFÍA

- ALTRICHTER, M. 2003. Wildlife in the life of local people of the semi-arid Argentine Chaco. *Biodiversity and Conservation* 15: 2719-2736.
- ALTRICHTER, M. 2005. The sustainability of subsistence hunting of peccaries in the Argentine Chaco. *Biological Conservation* 126: 351-362.
- ALTRICHTER, M. 2006. Wildlife in the life of local people of the semi-arid Argentine Chaco. *Biodiversity and Conservation* 15: 2719-2736.
- ALTRICHTER, M. and G.I. BOAGLIO. 2004. Distribution and relative abundance of peccaries in the Argentine Chaco: associations with human factors. *Biological Conservation* 116: 217-225.
- ASTETE, S.; R. SOLLMANN and L. SILVEIRA. 2008. Comparative Ecology of Jaguars in Brazil. CAT News Special Issue 4 - The Jaguar in Brazil: 9-14.
- CALABRESE, J.M. and W.F. FAGAN. 2004. A comparison-shopper's guide to connectivity metrics. *Frontiers in Ecology and Environment* 2(10): 529-36.
- CANEVARI, M. y O. VACCARO. 2007. Guía de mamíferos del sur de America del sur. Primera Edición, Editorial L.O.L.A., Buenos Aires.
- CROOKS, K.E. and M. SANJAYAN. 2006. Connectivity conservation: maintaining connections for nature. In: K.E. Crooks and M. Sanjayan (eds.) *Connectivity Conservation*, Cambridge University Press. Pp. 1-19.
- D'EON, R.G.; S.M. GLENN; I. PARFITT and M.J. FORTIN. 2002. Landscape connectivity as a function of scale and organism vagility in a real forested landscape. *Conservation Ecology* 6(2): 10. [online] URL: <http://www.consecol.org/vol6/iss2/art10>
- ELKIE, P.; R. REMPEL and A. CARR. 1999. Patch Analyst User's Manual. Natural Resources Northwest Science & Technology, Thunder Bay, Ont. TM-002.
- FAGAN, W.F. and J.M. CALABRESE. 2006. Quantifying connectivity: balancing metric performance with data requirements. In: K.E. Crooks and M. Sanjayan (eds.) *Connectivity Conservation*, Cambridge University Press. Pp. 297-317.
- FERNÁNDEZ-DUKE, E. 2006. Aotinae. Social Monogamy in the Only Nocturnal Haplorhines. In: C.J. Campbell, A. Fuentes, K.C. MacKinnon, M. Panger, S.K. Bearder (eds.) *Primates in Perspective*. Oxford University Press, New York/Oxford. Pp. 139-185.
- FERNÁNDEZ-DUQUE, E. 2009. Natal dispersal in monogamous owl monkeys (*Aotus azarai*) of the Argentinean Chaco. *Behaviour* 146(4-5): 583-606.
- GARDNER, R.H. 1999. RULE: map generation and a spatial analysis program. In: J.M. Klopatek and R.H. Gardner (eds.) *Landscape ecological analysis. Issues and applications*. Springer, New York. Pp. 280-303.
- GRUBB, P. and C.P. GROVES. 1993. The Neotropical Tayassuids (Tayassu and Catagonus), Taxonomy and description. In: W.L.R. Oliver (ed.) *Pigs, Peccaries and Hippos: Status survey and conservation action plan*. IUCN, Gland, Switzerland. Pp. 15-20.

- KEITT, T.H.; D.L.URBAN and B.T. MILNE. 1997. Detecting critical scales in fragmented landscapes. *Conservation Ecology* [online]1(1): 4. Available from the Internet. URL: <http://www.consecol.org/vol1/iss1/art4/>
- MATTEUCCI, S.D. 2008. Áreas protegidas y el avance de las fronteras agrícola y urbana. *Fronteras* 7: 1-10. ISSN 1667-3999.
- MATTEUCCI, S.D. 2009a. Cambios de uso de la tierra en el entorno de las áreas protegidas en la Llanura chaqueña. Posibles consecuencias sobre la efectividad de la reservas naturales. *En: J. Morello, A. F. Rodríguez (eds.) El Chaco sin bosques: la pampa o el desierto del futuro. UNESCO-GEPAMA-FADU-UBA. Orientación Grafica Editora, Buenos Aires.* Pp 291-311. (ISBN:978-9-879260-73-9).
- MATTEUCCI, S.D. 2009b. Efecto del entorno sobre las áreas protegidas: el caso de la reserva de la biosfera Parque Costero del Sur, Provincia de Buenos Aires. *En: J. Athor (ed.) Parque Costero del Sur. Naturaleza, conservación y patrimonio cultural. Fundación de Historia Natural Félix de Azara, Buenos Aires, Argentina.* Pp. 37-49 (ISBN 978-9-872534-63-9).
- McGARIGAL, K.; B.J. MARKS; C. HOLMS and E. ENE. 2002. Fragstats. Spatial Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. Version 3.3. http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/downloads/fragstats_downloads.html
- McGARIGAL, K.; S. CUSHMAN and C. REGAN. 2005. Quantifying habitat loss and fragmentacion. USDA Forest Service, Rocky Mountain Region, Denver, Colorado.
- MINOR, E.S. and D.L. URBAN. 2007. Graph theory as a proxy for spatially explicit population models in conservation planning. *Ecological Applications* 17(6): 1771-1782.
- PASCUAL-HORTAL, L. and S. SAURA. 2008. Integrating landscape connectivity in broad-scale forest planning through a new graph-based habitat availability methodology: application to capercaillie (*Tetrao urogallus*) in Catalonia (NE Spain). *European Journal of Forest Research* 127: 23-31.
- ROTHLEY, K.D. and C. RAE. 2005. Working backwards to move forwards: graph-based connectivity metrics for reserve network selection. *Environmental Modeling and Assessment* 10: 107-113.
- SAURA, S. and L. PASCUAL-HORTAL. 2007. A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: Comparison with existing indices and application to a case study. *Landscape and Urban Planning* 83: 91-103.
- TABER, A.B. 1993. The Chacoan Peccary (*Catagonus wagneri*). *In: W.L.R. Oliver (ed.) Pigs, Peccaries and Hippos: Status survey and conservation action plan. IUCN, Gland, Switzerland.* Pp.: 41-51.
- TAYLOR, P.D.; L. FAHRIG; K. HENEIN and G. MERRIAM. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos* 68: 571-572.
- TAYLOR, P.D.; L. FAHRIG and K.A. WITH. 2006. Landscape connectivity: a return to the basics. *In: K.E. Crooks and M. Sanjayan (eds.) Connectivity Conservation, Cambridge University Press.* Pp.: 29-43.
-

Suelo virtual, Biopolítica del territorio y Comercio Internacional

Walter A. Pengue ^(1,2,3)

¹GEPAMA FADU UBA

²Área de Ecología, ICO, UNGS

³Resource Panel, UNEP

wapengue@ungs.edu.ar

Resumen

Es por todos conocido que la agricultura es una actividad humana transformadora de su entorno y que existen igualmente prácticas de producción y manejo que la acercan o alejan a esta de modelos más o menos sostenibles.

Lo que sí igualmente ha sido mucho menos discutido son los efectos que el comercio internacional y las demandas globales de productos primarios ejercen, como presiones exógenas, sobre la base de recursos de aquellos países que cuentan con una importante disponibilidad de recursos naturales como el suelo, el agua o la biodiversidad.

Los modelos agrícolas intensivos en muchas partes del mundo han agotado el recurso suelo y esto se ha producido por la indebida utilización de prácticas de manejo, la intensificación en el uso de insumos contaminantes y también la extracción sin reposición, rotaciones o restitución de cosechas que se llevan de los suelos lo mejor que estos tienen: sus nutrientes.

Con la globalización del comercio agrícola, las grandes regiones con suelos aún ricos del mundo corren un doble riesgo. Por un lado, son el nuevo foco para identificar las posibilidades de amplificar la frontera productiva y por el otro son los grandes territorios del planeta donde aún es posible producir alimentos sin restricciones técnicas y con más o menos, según los casos, limitaciones climáticas.

El caso de la Pampa Argentina es a todas luces uno de los más importantes. Sigue siendo para la historia de la agricultura un «territorio virgen» con prácticamente sólo 100 años de historia y transformación, cuenta con una de las tierras más ricas en nutrientes naturales (prácticamente todos los necesarios para una producción agropecuaria de alto nivel) y además, no presenta hasta ahora, grandes restricciones de tipo climático, lo que permite prácticamente extraer tres cosechas de cultivos «de alta caja» (soja, maíz, trigo, girasol) sin la más mínima limitación.

De allí la importancia de no sólo continuar investigando lo que sucede en superficie (erosión, salinización, degradación) con los suelos pampeanos y con todos los grandes suelos (alfisoles, molisoles) del mundo, sino la necesidad de incorporar conceptos que carguen en el análisis del comercio agrícola mundial el costo sombra ambiental que la extracción sin el resguardo de su manejo natural y sostenible tienen estos suelos de altísima calidad.

El suelo y en particular sus nutrientes, deben ser vistos como la Caja de Ahorros y el dinero que hay en una cuenta ambiental. Si estos «billetes» (nutrientes) en muchos casos se van, no se recuperan jamás, con la consiguiente degradación ambiental, productiva y económica para los países que lo han permitido.

Se discuten en este documento de investigación los conceptos de suelo virtual, las grandes áreas de suelos nutritivos del mundo y las metodologías e importancia del análisis para las grandes áreas productivas de la Argentina, como la Pampa, con el objetivo además que tanto los científicos como los decisores de políticas públicas tomen en consideración futura los estudios sobre la base de recursos que sostienen a nuestras economías en lo que podemos llamar una «**biopolítica del territorio**».

Palabras clave. Suelo virtual – Nutrientes – Degradación ambiental – Comercio agrícola – Pampas – Argentina – Alimentos.

La intensificación del modelo agrícola – Proveedores de Biomasa

La Argentina es uno de los principales **proveedores de biomasa**, tanto para alimentos como históricamente lo ha sido como así también ahora, para la provisión de biocombustibles. El país, casi ha triplicado su producción agrícola, pero también ha per-

dido, en igual proporción, agricultores y lo mejor de su medio ambiente natural. Hay dos factores principales que promueven la expansión de la producción de maíz y soja: cereales y alimentos en el mercado global para alimentar animales (cerdos y peces) y la nueva demanda de exportación de biocombustibles.

La producción de soja se incrementó en proporciones sin precedentes, con cultivos que aumentaron de un área de 38.000 hectáreas en 1970 a más de 16 millones de hectáreas hoy en día (Fig. 1). Aproximadamente el 70% de la soja cosechada se convierte en plantas procesadoras de aceite, la mayoría de la cual se exporta, representando el 81% del aceite de soja exportado en el mundo y el 36% de alimento de soja.

El área total cultivada con soja en la Argentina es cuatro veces el área cultivada con maíz, y las tendencias muestran que los cultivos de soja y maíz aumentarán, desplazando a otras cosechas, como el girasol y el sorgo, en la principal área rural de producción en la Pampa Argentina.

El grado del desplazamiento de cosechas es alarmante. Si comparamos los 10 años pasados de la producción de las principales cosechas de verano (sorgo, maíz, girasol, algodón, arroz y soja) entre 1995/1996 y 2007/2008, el área de cultivos de sorgo aumentó en 159.320 hectáreas y de maíz en 597.450 hectáreas, mientras que la producción de girasol, algodón, y arroz disminuyó en 750.600, 679.800, y 27.400 hectáreas, respectivamente. La producción de soja se aumentó a 10.597.845 hectáreas de 1996/1997 a 2007/2008. En 1996, se dio la primera cosecha transgénica, soja RR. Para el 2008, toda la soja que se producía en la Argentina era transgénica.

La llegada del sistema de siembra directa, vinculado a la soja transgénica y su herbicida asociado (el glifosato) significa que más soja puede sembrarse (Dalgaard *et al.*, 2007), y el mercado internacional promueve esto en un grado inimaginable. La Argentina va nuevamente en la campaña 2009/2010 a un nuevo récord en la producción de soja debido a los precios del cultivo en el mercado internacional, los bajos costos relativos con otras alternativas (maíz, girasol) y a la impericia en la decisiones de la política pública nacional hacia una verdadera promoción de un desarrollo agropecuario sostenible.

La combinación de estas dos técnicas incrementó el nivel de la agricultura intensiva para la exportación.

El objetivo principal es competir en el mercado mundial agrícola. Esto no es una tarea fácil ya que la subvención a la agricultura recibida en muchos países, a menudo, distorsiona el mercado.

Sin embargo ahora, mientras todavía nos esforzamos por manejar este crecimiento desigual, el país enfrenta un nuevo dilema más potente: el abastecimiento de materias primas tiene que aumentarse adicionalmente, ampliando las fronteras rurales y la intensificación de su agricultura, mucho más allá de cualquier límite racional. La demanda de bioenergía ha afectado el escenario de los alimentos y la energía a nivel regional y global, y tiene un fuerte

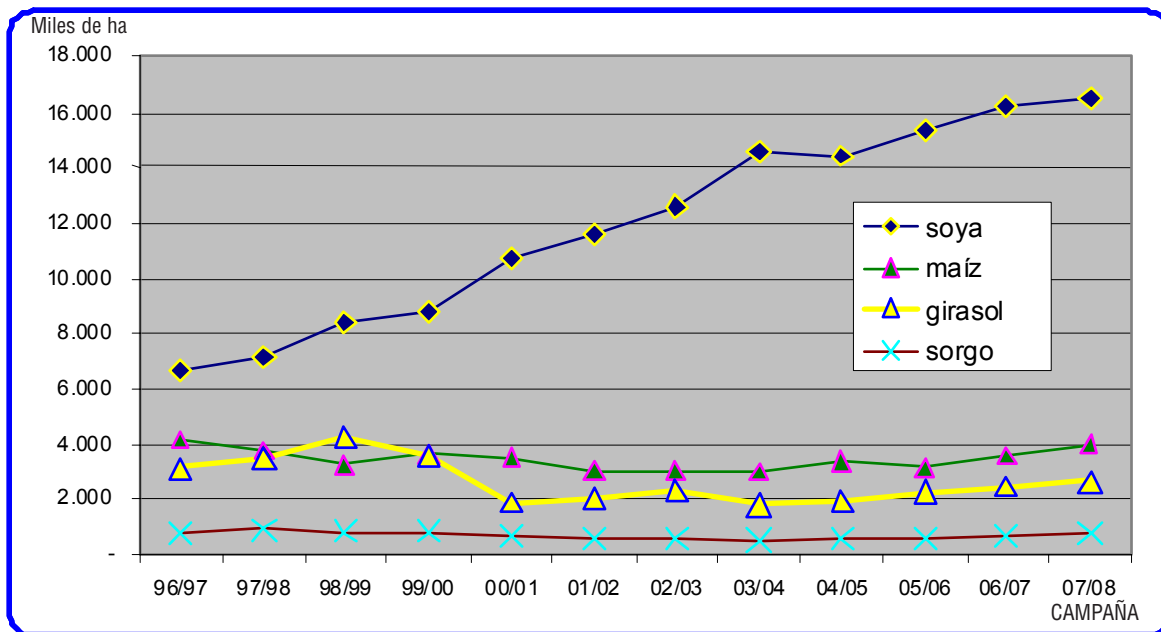


Figura 1. Evolución del área sembrada (en hectáreas x 1.000) para el cultivo de soja y otros cultivos en las temporadas de siembra primavera-verano del Hemisferio sur, en la Argentina.

impacto económico. Esto probablemente llevará a una situación donde millones de toneladas de alimentos serán usados para suplir la voracidad de energía no sostenible de economías sobre-desarrolladas, empeorando así la desigualdad global que ya existe entre la mayoría de los miembros de la especie humana.

En el 2007, la Argentina exportó 300.000 toneladas métricas de biodiesel, de las cuales el 75% fue a los Estados Unidos y el 25% directamente a la Unión que exportaban biodiesel, con una capacidad de producción de aproximadamente 600.000 toneladas al año. En 2008, siete plantas más empezaron operaciones. Desde principios de 2009, la producción de biodiesel estaría alcanzando los 1,1 millones de toneladas.

Las externalidades de la «nueva agricultura»

Hay muchas externalidades negativas (también llamadas costos externos o deseconomías externas) relacionadas con las consecuencias ambientales de producción y uso de los recursos naturales, tales como la sobreexplotación, la destrucción de hábitats, o la acumulación de contaminantes que afectan el ambiente y la sociedad.

Éstos son costos directos que el sector privado no reconoce pero que afectan a la sociedad entera. Las externalidades tienen que incorporarse al costo privado de las compañías, pero si se incorporan, el costo de producción estaría por encima de los ingresos de estas compañías. Por consiguiente, las externalidades no se están poniendo en práctica en el modelo de agricultura actual y los resultados de este fracaso son bien conocidos: la sobreexplotación de la naturaleza prístina, y la contaminación y degradación de los agroecosistemas del mundo.

Costo social = Costo privado + Externalidad

La Economía Ambiental (Pearce, 1976; Turner, Pearce y Bateman, 1993) es el estudio de vías de incorporar externalidades a los gastos de las compañías; David Pearce y otros economistas han estado promoviendo esto durante décadas. Pero todo esto se ha hecho bajo la utilización de un método de análisis monocriterial, llamado análisis crematístico (donde prima solo el valor monetario).

La Economía Ecológica (Costanza; Cumberland; Daly; Goodland y Norgaard, 1997; Pengué, 2009) tiene esta condición en cuenta, pero amplía el enfoque de los diferentes modos de valoración, de manera que incluyan no sólo consideraciones económicas sino también que tengan en cuenta otras cuestiones como el metabolismo social y los indicadores biofísicos (nutrientes, suelo virtual, agua virtual, apropiación primaria neta de biomasa o HANPP), las tendencias de consumo de energía, la degradación natural, y la contaminación.

Por lo general, el productor que crea la externalidad no incorpora los efectos de las externalidades en sus propios cálculos. Los productores están interesados en la maximización de sus propios beneficios. Ellos sólo tendrán en cuenta su propio costo privado y sus propios beneficios privados, haciendo caso omiso a los costos sociales.

Pero, desde el punto de vista de la economía ecológica, las externalidades no se consideran en términos del dinero o costos solamente. Para entender el agotamiento ambiental, es más útil estudiar la situación de los indicadores biofísicos, el metabolismo natural y rural y sus tendencias.

La Caja de Ahorros Natural de estos países son sus recursos. En los países de la Cuenca Amazónica, sus recursos y nutrientes se encuentran en el dosel de sus selvas (allí están los nutrientes sobre un sustrato de suelo pobre), mientras que en los países templados, como la **Argentina, «los billetes» (los nutrientes) se encuentran en sus suelos.**

La canasta de nuestros alimentos es el suelo

La circulación de bienes primarios, en particular agropecuarios [pero también textiles, madereros y productos que utilizan literalmente el suelo ligados a la demanda para la construcción (básicamente ladrillos)] viene creciendo de manera acelerada en las últimas décadas y son hoy en día una parte importante del flujo mundial de mercancías en la economía global.

En los análisis de impacto ambiental relacionados a estas actividades, se consideran en muchos casos aspectos vinculados a efectos que relacionan a la producción con sus recursos de base como el suelo, el agua o la biodiversidad. En el primer caso, se han tenido en cuenta, desde los primeros estudios iniciales, los impactos producidos por la erosión (hídrica o eólica, por ejemplo), la degradación química, la salinización, los efectos so-

bre la estructura y hasta cambios en la textura de los mismos. Aspectos relevantes que hacen a la sustentabilidad productiva y por lo tanto con una relevante importancia relacionada al sostenimiento y el aumento de la oferta de alimentos.

Uno de los efectos más importantes de la intensificación de la agricultura se relaciona con la reducción de nutrientes en el suelo. Se ha hablado a fondo de la situación en Pengue (2005).

No obstante ello, los efectos sobre la **«depresión nutricional natural»**, en particular de los **mejores y más ricos suelos del mundo** se ha considerado en mucho menor cuantía, y en muchos casos, como un elemento colateral, posible de ser resuelto con la aplicación creciente de fertilizantes minerales. Es sabido los efectos que la reposición mineral y sintética de los nutrientes del suelo producen sobre la estabilidad de los agroecosistemas y las problemáticas regionales y globales como la **casca de nitrógeno** que estos procesos masivos están generando.

Con la llegada de la agricultura industrial de exportación y la activa circulación de bienes a grandes distancias, la mayoría de los ciclos de los elementos sufren una alteración importante, al producirse una extracción y transporte de nutrientes, que afecta en especial a aquellos que son muy poco móviles en la biosfera.

De hecho, es dable reconocer que los agrosistemas son ecosistemas truncos, netamente exportadores, donde la cosecha es el elemento exportado del ecosistema, y con esta, los nutrientes que se lleva por lo que se rompe la continuidad de las cadenas tróficas y se empobrece en definitiva todo el ecosistema.

Este empobrecimiento, resultado de la cosecha, sólo puede ser compensado con nuevos aportes de nutrientes. Antiguamente, el hombre, desde el inicio mismo de la agricultura y de la construcción de conocimientos que de sus prácticas llevó adelante, fue dando diversas respuestas a esta problemática vital. La utilización de abonos vegetales y animales fue un ejemplo. El aprovechamiento de los flujos de nutrientes en los ríos (Nilo, Amarillo, Mississippi, Amazonas, Paraná, Pilcomayo) es otro.

Pero las escalas han cambiado y hoy las exportaciones de los nutrientes de los suelos son masivas y sin una adecuada posibilidad de recuperación natural.

Cuando hoy día la agricultura industrial intensiva, quiebra estos ciclos naturales, transformando la posibilidad del ciclado de los nutrientes de los

suelos, de ser un recurso renovable a un bien agotable.

De allí la propuesta de revisar, a escala global el flujo no ya tan circular de los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes de los mejores suelos del planeta, en particular con el fin de comprender la necesidad de implementación de una agricultura sostenible y garantizar la disponibilidad de alimentos tanto para las generaciones actuales como para las futuras.

Para evaluar esta posibilidad, surge el concepto de «suelo virtual». El suelo virtual es un concepto ligado a la discusión de la deuda ecológica por nutrientes pero también pretende mostrar en particular, el efecto que sobre la Caja de Ahorros de los suelos de las economías aún dependientes de las materias primas y que no fertilizan artificialmente sus campos, el efecto que puede tener la salida de granos, carnes, maderas o materiales para la construcción.

La economía mundial puede pensarse entonces como un enorme intercambio de tierras ricas en nutrientes contenida en las materias primas que exportamos. Una tierra que no vuelve más, en calidad y funciones ecosistémicas, al lugar de donde fue extraída.

El suelo virtual es un indicador adecuado, que permite comprender el metabolismo social que involucra al funcionamiento de la economía global, estudiando los flujos de nutrientes, en particular aquellos que tienen escasa movilidad y que por otro lado se desplazan a lugares sumamente distantes, alejándose de los ciclos naturales, a los que nos tenía acostumbrados la naturaleza (Pengue, 2009).

Hasta ahora, los balances de nutrientes en los suelos contabilizaban la merma de elementos esenciales en los mismos, pero sin dar cuenta de los efectos y en particular sin relacionar los efectos generales por el tráfico internacional de materias primas como un elemento crucial de estas salidas.

El concepto se sustenta en la necesidad de ampliar el escenario de discusión y comprensión de los efectos producidos por la intensidad del intercambio comercial sobre la base de los recursos naturales.

En rasgos generales, tanto el suelo, como el agua o el espacio no han sido considerados extensamente en las cuentas de ganancias y pérdidas económicas, sosteniendo sin embargo de manera crucial el desarrollo económico de las sociedades globales.

En nuestros días, la agricultura se ha convertido en un proceso «minero» de extracción y mucho menor reposición de nutrientes naturales. Considerado su uso en estos términos, la agricultura ha pasado de ser un modelo basado en recursos no renovables y entre ellos, por su intensidad de extracción, los nutrientes del suelo deben ser revisados bajo la premisa de garantizar la continuidad del funcionamiento de la canasta de alimentos mundial.

Sin embargo, tanto el suelo virtual relacionado a la extracción y exportación de nutrientes, como el del «agua virtual» (Hoekstra y Hung, 2002) vinculado al agua total necesaria para la producción y exportación de una tonelada de granos o el del «Uso Virtual de la tierra» (Würtenberger, Koeliner y Binder, 2006) vinculado este a estimaciones relacionadas con el uso y afectación potencial de la tierra en los países importadores, son un conjunto de indicadores biofísicos sumamente útiles para la comprensión de los procesos de sustentabilidad global en el uso de los recursos.

Entonces, en el marco de la economía mundial, existe actualmente un flujo global de nutrientes existentes en las materias primas y cuyo valor ha sido hasta ahora escasamente considerado. En este sentido existe un efecto deletéreo de pérdida de nutrientes en los suelos y por otro lado la inexistencia de un precio sombra que identifique en valor la importancia de un adecuado manejo de los suelos del mundo, en particular aquellos que son más ricos en nutrientes.

Suelos, sobreexplotación y deuda ecológica. Una historia repetida...

Muchas veces, concepciones equivocadas sobre la potencialidad de los suelos de Sud América llevaron a la sobreexplotación de los mismos y en otras tantas, aún conociendo sus limitaciones lograron imponerse allí modelos de alta renta que agotaron el recurso rápidamente.

La economía convencional ha argumentado que el suelo, visto como un «recurso renovable», bajo ciertas condiciones, puede ser gestionado y por tanto explotado a perpetuidad. En realidad, en las condiciones de explotación actuales el suelo es un recurso agotable. El recurso suelo fértil, tiene un carácter desde el punto de vista biológico y químico vital, también es un recurso relativamente escaso, y renovable solo a una escala, inalcanzable para la especie humana, es decir un recurso que en la práctica, resulta no renovable. Existe entonces una sus-

tancial diferencia en como consideran los problemas ecológico distributivos la economía ecológica y la economía convencional (Martínez Alier, 1995).

En general, los sistemas de monoproducción agrícola, conllevan a una extracción selectiva de nutrientes del suelo, que lo agotan y fuerzan a una reposición vía fertilizantes minerales que actúan por un lado recuperando la fertilidad actual pero arrastran a crecientes niveles de contaminación y eutrofización a la par de generar una mayor dependencia externa, al verse obligado los países a importar crecientes cantidades de fertilizantes minerales a valor dólar.

La mayoría de los fertilizantes y agroquímicos consumidos en América Latina son importados. Para esta Región, el principal limitante para sus suelos reside en el estrés nutricional que pasa por la escasez o exceso de nutrientes y por el otro una extracción, que generalmente es selectiva y se lleva algunos o varios de los 16 nutrientes que se pueden ir con los granos.

Nuestra historia agroambiental, se ha visto acompañada por procesos productivos que en general degradaron la base de recursos, pero en otros casos, integraron de una forma más cercana a la sustentabilidad sistemas productivos que como en las grandes planicies del Sur supieron combinar adecuadamente planteos rotacionales y prácticas integradas de manejo que si no incrementaron, por lo menos sostuvieron la fertilidad y estructura del suelo.

En las últimas décadas, sin embargo, en el Sur de América (Las Pampas en la Argentina, el Oriente en Bolivia, los Cerrados en Brasil o los Estados del Este Paraguay) se está produciendo un desplazamiento importante y pérdida del sistema de rotaciones de ganadería por agricultura, para focalizarse en cultivos de cereales y oleaginosas. El proceso ha llevado a un evidente síndrome de sustentabilidad, el de agriculturización que en el caso comentado, he llamado ya hace varios años de sojización, con características propias a nivel global, nacional y regional (Pengue, 2005).

Este cambio en el modelo productivo produjo transformaciones en los agroecosistemas de la Región Pampeana, cuyas consecuencias fundamentales han tenido relación con los procesos de erosión y pérdida de fertilidad manifestados en las principales cuencas productivas de la Región. Junto con la siembra directa, el consumo de fertilizantes ha sido de los factores representativos de la década de los noventa. Desde la implantación de la siembra

directa, el consumo de urea y fosfato diamónico, han sido de los fertilizantes que más comienzan a consumirse.

Ya en sendos artículos como *La Pampa sin el Ombú. Comercio Ecológicamente Desigual y Deuda Ecológica*, publicado en Realidad Económica en 2002 y luego en otro documento de difusión publicado por Le Monde Diplomatique en mayo de 2003, *El vaciamiento de las pampas. Intensificación, agro-exportación y degradación de recursos*, se alertaban sobre los serios conflictos producidos por este modelo de intensificación agrícola que se sostiene exclusivamente en la inyección permanente de insumos externos y hace caso omiso del resguardo genuino de los recursos de base estratégica nacional como el mantenimiento y hasta el incremento de la fertilidad de sus suelos. El documento fue incluso respondido por quién fuera en ese momento, el principal referente de una entidad como AAPRESID, Sr. Víctor Trucco, con el título El resurgimiento de las Pampas, donde intentaba sin éxito cuestionar lo expuesto, con argumentos demasiados genéricos y escasamente técnicos.

Bajo la Pampa Argentina, descansa un... futuro desierto

El caso de la Argentina es singular, y aun en la Argentina que cuenta con una corta historia agroproductiva ambiental, los impactos ya se reflejan a lo largo del dilatado territorio. Al principio, fueron los ovinos, ingresados a la Patagonia por los colonos galeses e ingleses en el siglo XIX, que importaron una práctica y una tecnología inapropiada para esa ecoregión, y en menos de un siglo... la convirtieron en desierto.

Luego, el proceso continuó con el Chaco, donde primero se eliminaron los quebrachos para utilizar los durmientes que constituirían la desigual red ferroviaria que serviría para exportar estos y otros productos de la periferia a las metrópolis europeas, especialmente inglesas. Siguieron el algodón hacia el este y la caña de azúcar hacia el oeste y todos los otros cultivos de base exportadora, continuando un ciclo de depredación de la naturaleza, subvaluación del recurso, exportaciones mal pagadas y tecnologías pobremente adaptadas a las realidades regionales.

La acción antrópica del colono, a principios del siglo XX comenzó a cambiar rápidamente el panorama rural argentino. El pasto fuerte era generalmente quemado para arar e implantar primero las tres

cosechas permitidas por el terrateniente al colono y luego la alfalfa y el trébol que por contrato debía sembrar en los campos del dueño. Estos forrajes, junto a las semillas del cereal perdidas en el rastrojo, daban origen a pasturas de productividad excepcional para la cría y el engorde del ganado, mientras el colono pasaba a otro campo con «pasto fuerte» para reiniciar su ciclo de agricultura trianual. El valor de la tierra, impedía en general, al colono acceder a la misma. Primeras rotaciones agrícola ganaderas que facilitaron el paso de pastos duros a «blandos», y que por otro lado expandieron la Pampa hasta más allá de sus límites.

Esta corta historia sucedió sobre suelos vírgenes, con elevados contenidos de loess, materia orgánica y muy bien estructurados. En esta primera etapa, las labranzas con herramientas inadecuadas, asociadas a sequías impactaban puntualmente pero no afectaban (cuando volvían las condiciones climáticas) las condiciones productivas del suelo por la elevada recuperación del mismo (resiliencia), lo cual a pesar de todo, permitía mantener un ámbito original con muy escasa disminución de su capacidad productiva.

Recientemente un nuevo ciclo húmedo, expandió la agricultura y desplazó directamente a la ganadería hacia las zonas más marginales de las Pampas, alterando un ciclo de extracción/reposición a través de la agricultura/ganadería que duró casi cien años. Un proceso que hoy en día, se sostiene sobre una creciente sobrecarga de insumos externos, sin reposición natural.

El suelo virtual: la exportación de nutrientes

Desde mediados de la década de los setenta, los suelos de la Región Pampeana comienzan a sufrir una extraordinaria presión, fruto de la transformación de la actividad agrícola generada por la adopción de la moderna tecnología, la concentración económica y aumento de la escala, nuevas formas organizativas y fuerte orientación y dependencia del mercado exportador. En ese período comienza una veloz expansión hacia las monoculturas maicera, girasolera y triguera (agriculturización) para más adelante concentrarse en el cultivo de soja (sojización), práctica que se difundió velozmente en las épocas posteriores, al poder ser combinado en un planteo rotacional bajo el sistema de siembra directa, con trigo. Esta situación mejoraba la situación financiera de los productores, al facilitar la combinación ajustada de ciclos productivos y por ende encajar tres cosechas cada dos años. En una primera etapa, la intensificación agrícola se llevó adelante basada en labranzas convencionales que incrementaron los

procesos de erosión hídrica y eólica y luego con la implementación desde mediados de los noventa con la técnica conservacionista de la siembra directa (Pengue, 2000), que lamentablemente es llevada adelante más por un slogan que la verdadera intención y utilidad que la técnica tiene como conservadora y recuperadora básicamente de materia orgánica.

La actividad agrícola forma parte de cada uno de los ciclos de los nutrientes. De hecho la fijación en el suelo, su extracción, circulación y sustitución al mismo funcionará de distinta manera, en tanto y en cuanto los distintos productos de las transformaciones agropecuarias, se transforman y consumen en fuentes demandantes cercanas o lejanas del lugar original donde se encuentra el nutriente.

No será lo mismo entonces, revisar lo que sucede en la producción del maíz, girasol, el trigo o la carne (vacuna), que con la soja, especialmente siendo ésta última destinada casi en su totalidad a los mercados externos, mientras los primeros mantienen –con sus vaivenes– un consumo interno algo sostenido, desigual, pero integrado aun en parte hacia la sociedad local.

Aquí, en el análisis de los productos de exportación que salen del país y utilizan una importantísima porción de los ricos suelos pampeanos, se deben considerar la evaluación del suelo virtual.

El Suelo virtual (Pengue, 2009) es la cantidad de nutrientes (extraídos del suelo para la composición de las estructuras funcionales de la planta y

granos), contenidos en los granos exportados y medido en gramos, kilogramos o toneladas del nutriente evaluado, según sean estos micro, oligo u macroelementos.

Exportando «la sal de la vida»

El área sembrada con soja en la Argentina viene teniendo una expansión marcada desde 1987 que aparentemente no se detendrá, con un salto de 4,3 millones de hectáreas a poco más de 18 millones en la última campaña. Este incremento en el área sembrada es el que explica el aumento en la producción desde 9,9 millones de toneladas en 1987 a las más de 44.000.000 de toneladas en la actualidad, ya que los rindes promedio se mantuvieron estables, es decir, no hubo un importante incremento en la productividad de la soja.

Si bien las técnicas de cultivo cambiaron a lo largo del período (nuevas variedades, fechas de siembra, sistemas de labranza y manejo, control de malezas y enfermedades, barbecho químico, siembra directa), es posible adelantar que en la cuestión de fertilizantes minerales, el consumo en el cultivo de soja ha sido muy escaso hasta ahora, lo que implica que existió como veremos una exportación neta de diferentes nutrientes.

La pérdida de nutrientes del suelo, sin embargo, no se debe sólo a la extracción que hacen las cosechas, sino que el manejo que se haga del mismo y los procesos erosivos al igual que la lixiviación tienen un papel importante dentro de este flujo de materiales (Fig. 2).

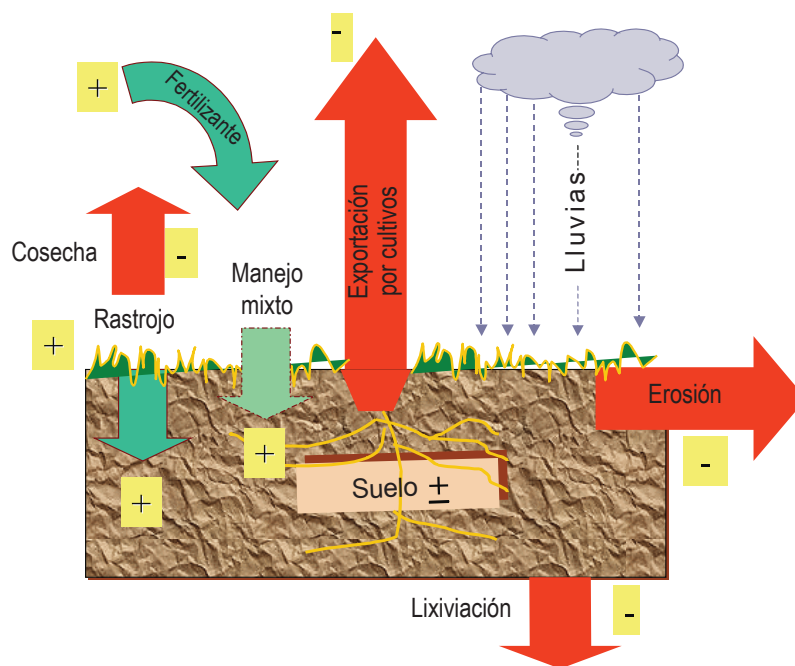


Figura 2.
Movimiento de nutrientes.
Ciclo general
Fuente: Pengue:2006.

Haciendo especial hincapié sobre la situación de los nutrientes, es posible entonces encontrar fuentes de pérdida y de ganancia, donde además tendrá importancia el sistema de manejo que se aplica.

Es importante considerar que la situación de **manejo local o regional en el caso del balance completo de los nutrientes es sumamente compleja, pero no obstante, las tendencias de extracción pueden ser demostrables**. Calcular el balance simplificado cuyos términos sean parámetros como cosecha, extracción, valor de la reposición, puede constituir una herramienta indicadora del grado de alejamiento o acercamiento a la sostenibilidad del recurso suelo y su productividad. Especialmente en aquellos territorios donde se contaba con una base de nutrientes muy importante como en general se ha visto en las etapas originales de la Pampa.

Para el **cálculo de la exportación de nutrientes por las cosechas, es necesario considerar la concentración de los mismos en los granos y el nivel de producción alcanzado por período**. Existe una considerable **diferencia de exportación de nutrientes básicos por unidad de peso de grano, originada por los diferentes cultivos de difusión en la Región Pampeana. El cultivo de soja duplica aproximadamente la concentración de estos elementos que en el trigo, el maíz o el girasol**.

La alta extracción de nutrientes, las reducidas prácticas de manejo y su concentración en pocos cultivos sin ganadería, y la muy escasa reposición han resultado en la degradación de los suelos especialmente aquellos con mayor frecuencia de soja en la rotación, es decir, aquellos suelos que han seguido un modelo de agricultura continua durante muchos años.

Por otro lado, es importante considerar que a diferencia de otros cultivos, la soja «produce» incluso en suelos ya degradados o con bajo contenido general de nutrientes, lo que a pesar de la adversa situación.

Es para considerar, que al contrario que otras regiones del mundo con una historia agrícola antiquísima (China, Europa), donde se ha producido por centurias una extracción importante de nutrientes, con mejor o peor manejo según las circunstancias, conocimiento y tecnología, los suelos de la República Argentina, luego de poco más que una centuria, son aún prístinos en cuanto a su riqueza nutricional. Asimismo, hoy más que ayer, contamos con una historia agroambiental del mundo y de las regiones que antes no teníamos y que nos obliga a pensar si ex-

traer nutrientes sin buen manejo rotacional, es bueno para la estabilidad ambiental y económica en el mediano plazo de las Pampas.

Es de hecho un error, pretender revisar y comparar para su manejo (por fertilizantes minerales) **la situación de territorios y suelos que ya gastaron sus recursos respecto de aquellos que aún no lo han hecho y que como en la Argentina, deberían ser entonces manejados bajo otro prisma**.

En el caso de la soja, también se debe considerar especialmente, la rápida acumulación de los nutrientes principales (N, P y K) desde las etapas tempranas del crecimiento del cultivo. Esto es una evidencia de la veloz demanda nutricional del cultivo desde el comienzo del ciclo, lo que se relaciona con el rendimiento posterior en grano. La alta relación entre la acumulación de nutrientes en planta entera y el rendimiento en grano evidencia la dependencia del mismo respecto de los macronutrientes principales. La proporción de estos en grano a la madurez del cultivo evidencia la importante exportación que se realiza de los mismos, esto es la traslocación de nutrientes plantas/grano, que es muy alta en el caso del cultivo de soja, que ronda porcentajes del 68, 62 y 50 para el N, P y K, respectivamente.

Nuevamente, el cultivo de soja, a diferencia de los otros cultivos (maíz, trigo, girasol) producidos en la Pampa y sus extraregiones presenta:

- Un menor aporte de biomasa o reposición de materia seca al suelo. Menos carbono.
- Una intensa extracción de nutrientes y posterior traslocación al grano.
- Una exportación neta de granos de soja (casi un 98 por ciento) que salen en forma completa del agroecosistema, al exportarse al exterior en su totalidad, a diferencia de los otros cultivos.

Entonces, **un productor agrícola, luego de realizar un cultivo, tiene su suelo más pobre que al inicio de la campaña. Lo mismo pasa con el país**. Tomando solo el nitrógeno, el fósforo y el azufre se puede concluir que la soja de primera tiene valores más extractivos, le sigue la secuencia trigo soja de segunda y en tercer lugar el maíz. Se apela a la caja de ahorros del suelo. Por ejemplo, en suelos franco arenosos de la Región Pampeana, considerando el sistema productivo real, se puede pronosticar un agotamiento total de nuestros suelos en unos 50 años, aun considerando el aporte de fertilizantes.

Hasta el momento, a pesar de ser pareja la extracción de nutrientes, la gran disponibilidad en el suelo de algunos de ellos, enmascara posibles déficit.

A diferencia de lo que ya se percibe con el nitrógeno, el fósforo, el azufre, la aún importante disponibilidad de nutrientes como el K, el Ca, Mg o S, no se revisa muchas veces con la misma intensidad a pesar de ser elementos que de manera recurrente también salen junto a las cosechas.

La alta producción de soja esconde la elevada salida de los nutrientes del suelo que salen del país, al salir casi el 90 por ciento de la soja producida y transformada en tortas y aceites hacia los mercados de ultramar.

De allí la importancia de la **consideración del suelo virtual en las exportaciones granarias, particularmente de soja, un cultivo directamente vinculado al comercio internacional y cuyo consumo en lugares tan alejados de las áreas de producción impide el funcionamiento adecuado de los ciclos de los nutrientes.**

Si la comparamos con otros cultivos como el maíz, el trigo, el girasol o la alfalfa, **la soja, es uno de los cultivos que más nutrientes extrae del suelo por unidad de materia seca producida.** Estos los obtiene de dos formas, por una eficiente extracción selectiva del suelo y producción propia (caso del nitrógeno) o por un agregado continuo externo vía fertilizantes minerales.

El efecto de la agricultura continua, especialmente sojera, no solo muestra el desbalance que se produce en el sistema por este desplazamiento en términos de nutrientes perdidos, nitrógeno y fósforo, sino que se produce un incremento sustantivo en los consumos de energía fósil, contaminación con pesticidas, disminución del carbono intercambiable, aumento de los riesgos de erosión e intervención del hábitat.

El fuerte pico de extracción de nutrientes, comienza a mostrarse a partir de 1996, acompañando el desplazamiento hacia la monocultura de soja, un cultivo que extrae como he resaltado, una gran cantidad de nutrientes a través de su grano.

Hacia la desaparición de los mejores suelos del mundo

La producción de alimentos estará restringida, por lo menos durante los próximos treinta años por tres variables:

1. La actual lógica productivista y dependencia del suelo como elemento crucial para esta provisión (más allá de las consideraciones de los mares, el aire u otras fuentes y espacios para la producción).
2. La tecnología actual y futura del mediano plazo, que ya presenta a pesar de sus tremendos cambios, su plateau productivo.
3. El agotamiento de los mejores suelos del mundo y las presiones sobre los mismos del comercio internacional de granos.

En la Tierra, de 148.000.000 km² de tierra, más de 31.000.000 de km² son arables o bien con calidad productiva para la producción agrícola; sin embargo, esas tierras se pierden por erosión a una tasa de 100.000 km² por año.

Además de esas tierras disponibles, sólo el 23 por ciento, responden a suelos ricos en nutrientes y con escasas o nulas limitaciones productivas.

En grandes rasgos generales, los suelos del mundo son clasificados de acuerdo con su estructura y composición en órdenes, subórdenes, grandes grupos, subgrupos, familias y series.

Por ejemplo, a nivel mundial, las diferencias que presentan los suelos se utilizan para clasificarlos en diez órdenes principales, como se observa en el siguiente Cuadro 1:

Cuadro 1. Clasificación y porcentaje de los suelos del mundo.

Tipo de Suelo	Porcentaje de superficie que ocupa en el mundo (%)
Aridisoles	19,2
Inceptisoles	15,8
Alfisoles	14,7
Entisoles	12,5
Oxisoles	9,2
Molisoles	9,0
Ultisoles	8,5
Espodosoles	5,4
Vertisoles	2,1
Histosoles	0,8
Suelos diversos	2,8
Total	100

Los alfisoles (suelos ricos en hierro y aluminio) y molisoles (suelos de pastizales, ricos en materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio y demás oligoelementos) son de los mejores suelos agrícolas.

Entre estos ricos (Ver mapa 1) suelos se destacan en América, los conocidos como pertenecientes al famoso cinturón maicero (corn belt) de los Estados Unidos, que ocupan gran parte de los territorios de Illinois, Indiana, Iowa, Missouri, Ohio y parte de los estados de Kansas, Michigan, Minnesota, Nebraska y Wisconsin y los de nuestras Pampas en particular las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, Entre Ríos y San Luis, junto con muchos suelos chaqueños, hoy puestos en producción bajo un elevado riesgo de insostenibilidad ambiental y social.

Los suelos más importantes desde el punto de vista agrícola están desarrollados en sedimentos eólicos cuaternarios que cubren las Planicies Chaco-Pampeana. Conocidas como las ecorregiones Chaco Seco y Húmedo, Espinal y Pampa. El material está formado por restos de rocas meteorizadas y también contiene cantidades significativas de vidrio volcánico, producto de la erupción de volcanes andinos.

Este sedimento se conoce como **Loess Pampeano** debido a su similitud con materiales y depósitos loésicos en otras partes del mundo. Desde el punto de vista mineralógico el loess es rico en minerales meteorizables con cantidades conspicuas de calcio, potasio, fósforo y microelementos, así como materiales amorfos de origen volcánico. Las características físicas del loess Pampeano favorecen la formación de horizontes superficiales bien estructurados, profundos, oscuros y adecuados para el desarrollo de raíces.

Otra área agrícola americana con ricos suelos tipo chernozem, es la **pradera canadiense**, considerada una continuación de la norteamericana, integrada por las provincias canadienses de Alberta, Saskatchewan y Manitoba, que ocupan una superficie de 1.960.681 km².

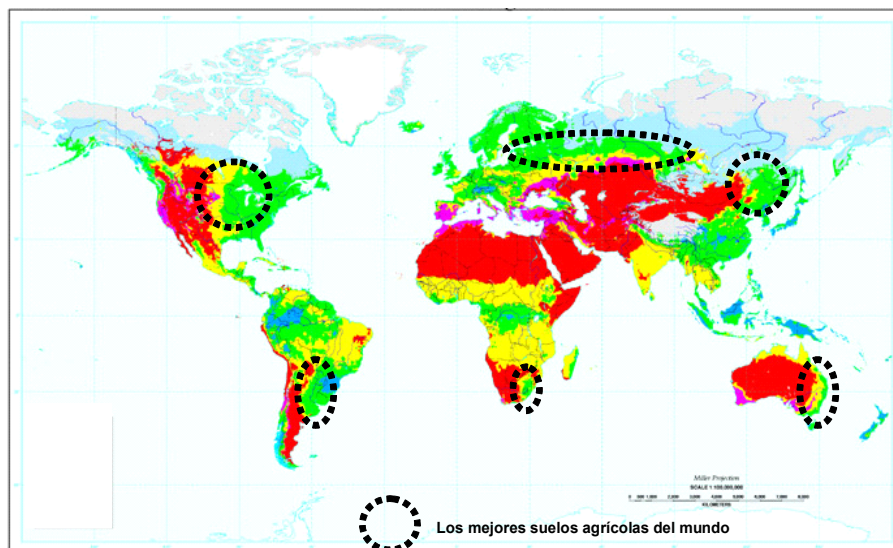
En Eurasia, se encuentran también ricos suelos, desde el nordeste de **Ucrania**, pasando por la Región Central de la tierra negra (la tierra de los chernozem) en **Rusia**, que abarca las provincias (óblasti) de Bélgorod, Kursk, Lipetsk, Oriol u Orël, Tambov y Voronezh siguen hacia el sur del país (por el norte de Kazajistán) y casi llegan residualmente a proyectarse hasta el sur de Siberia.

Otras áreas ricas en suelos en Asia, pero severamente disturbadas se encuentran en **China** que tiene 94.970.000 de hectáreas de tierras cultivadas, concentradas sobre todo en las llanuras del Nordeste, Norte de China, de los Cursos Medio e Inferior del Changjiang, el delta del Zhujiang y la depresión de Sichuan.

Una gran proporción de la llanura del Nordeste tiene suelo negro y fértil. La llanura de los Cursos Medio e Inferior del Changjiang está colmada de lagos, lagunas, ríos y riachuelos, conocida como «*tierra de los peces y los granos*», es la principal zona productora de arroz y peces de agua dulce.

Además, pero en menor cuantía encontramos mundialmente, las zonas productoras del *veldt* (o veld) de Sud África que ocupa unos 300.000 km² y los territorios rodeando los desiertos en Australia, especialmente hacia el este del país.

No obstante, la mayoría de los suelos mencionados tienen igualmente limitaciones restrictivas en términos climáticos (como los de EE.UU., Canadá, Rusia o China) o por agotamiento por nutrientes (como el caso de los suelos chinos, utilizados ya durante miles de años), a excepción hasta ahora de un único caso: **los suelos pampeanos**.



En la teoría económica, la doctrina sobre las bondades de la libertad de comercio lleva el nombre de teoría de las ventajas comparadas (Martínez Alier, 1998). Sin embargo, bajo esta visión poco caso se hace sobre las formas de extracción y degradación incluso de los recursos que hacen a ese crecimiento económico.

Como he argumentado, la Argentina ha exportado y exporta millones de toneladas de nutrientes naturales que por supuesto, no se recuperan de manera racional. La actual demanda por agrocombustibles, no solo degradará y producirá una mayor deforestación en tierras hasta ahora cubiertas por selvas y bosques sino que, como aquí argumentamos, producirá una importante extracción de nutrientes y por ende de suelo virtual, de las mejores tierras del mundo.

Es a partir de entonces, donde comienzan a escucharse tanto en el discurso oficial como en el privado, demandas crecientes sobre la necesidad de insumos externos para sostener e incrementar la producción. La demanda por un aumento en el consumo de fertilizantes minerales es una de ellas. Ya entrados en el siglo XXI esta demanda es aún mucho más intensa, al percibirse que el modelo productivo no puede sostenerse sin el consumo de fertilizantes minerales.

La reposición mineral de nutrientes no es una solución de largo plazo, dado que repetiremos los mismos errores que Europa o los EE.UU., produjeron derivados de sus sistemas de producción y manejo tecnológico y hoy padecen en términos de contaminación, eutrofización y degradación de ecosistemas.

Al pasivo ambiental en tantas áreas de este país, se suma la degradación y pérdida de estructura y nutrientes de muchos de los suelos más ricos del mundo, aquellos alojados en la Pampa Argentina, y que fueron la base de su riqueza, que si bien siempre mal distribuida, permitió ciertos procesos de expansión y progreso en épocas pasadas.

La fuga de materiales –resultado de la erosión– sumado a una extracción minera de nutrientes y el abandono de las rotaciones con ganadería, está planteando que estos suelos se vean obligados a ser fertilizados masivamente, con agroinsumos sintéticos, en poco tiempo.

Degradación, exportación de nutrientes como suelo virtual, erosión y desertificación tienen una directa consecuencia ambiental, escasa pero perceptible hasta su materialización en la imposibilidad productiva, lo que se manifiesta

en algo aún más terrible: el aumento de la pobreza, la devaluación económica de los recursos y el aumento del costo social.

La historia de los cultivos en las Pampas se desarrolló sin el agregado de fertilizantes minerales. La llegada de estos fertilizantes nitrogenados y fosforados a los planteos de cereales y en menor medida, de oleaginosas, ha adquirido solo recientemente (última década), una dimensión importante, lo que ha estado asociado más a la posibilidad de *aumentar los rendimientos de los cultivos que a una conciencia sobre la necesidad de reposición de nutrientes del sistema para conservar el capital natural.*

Las exportaciones de nutrientes generados por el modelo sojero, no pueden esconder a los ojos de la economía ambiental, una salida creciente en términos de nutrientes que no dejan de poner en duda la supuesta eficiencia de la agricultura exportadora. En la Región Pampeana, la externalidad generada por la extracción de nutrientes se ha evaluado por varios autores, pero en relación con la exportación de nutrientes y sólo de aquellos de mayor demanda por los cultivos en términos de volumen requerido o que limitaban al ya no disponerse con ellos en el suelo, los rendimientos.

Estos son nitrógeno, fósforo y potasio. En este sentido, las dosis minerales aportadas en promedio por hectárea durante la última década, no estuvieron asociadas a las tasas de extracción de los principales cultivos (trigo, maíz y soja).

De allí la importancia de plantear en la discusión del comercio global, no solo la importancia de mercancías y flujos comerciales, sino el impacto que se está produciendo en los recursos de base para esa producción, y el suelo virtual junto con los cálculos de huella ecológica, terreno y agua virtual, pueden ayudar a comprender las tendencias y el estado de situación de los mismos.

Comentarios finales

La globalización del sistema mundial de alimentos, está conllevando a una sobreexplotación importante de recursos y a una aceleración de los ciclos productivos en términos no sustentables, que genera pasivos ambientales crecientes.

Hoy en día, la realidad global igualmente ha dejado atrás esta añeja visión de la provisión de alimentos o como dicen encumbradas empresas trans-

nacionales bajo el slogan tan fácilmente vendible de «estamos alimentando al mundo». **El nuevo paradigma es el de la conversión de los países en grandes proveedores de biomasa.** Con cualquier destino que igualmente ayude a mantener esta maquinaria de intercambio ecológica y socialmente desigual mundial. A veces proveerán alimentos, otras energía, otras biomateriales, otras maderas, carnes, o sea todo producto convertible de la energía solar en biomasa. Porque es eso en lo que están convirtiendo a nuestros países, en grandes proveedores de biomasa global. Este es el escenario de trabajo y discusión para la comprensión de los procesos y la construcción de una biopolítica del territorio, que ya otros países vienen elaborando y pensando sus nuevos escenarios de cara al mediano plazo.

Este movimiento global de mercancías convertidas en biomasa implica a su vez un crecimiento del movimiento de los insumos necesarios y por otro lado, un aumento de la circulación y utilización de elementos básicos antes no considerados en las cuentas de existencias, como el agua o el suelo.

Por otro lado también, la expansión de los cultivos de soja en América Latina representa una amenaza reciente y muy potente para la biodiversidad en Brasil, Argentina, Paraguay, y Bolivia.

En el caso de la Argentina la situación es doblemente preocupante, puesto que es residencia de los mejores suelos del mundo, hoy expuestos a un agotamiento minero que vaciará la canasta básica que provee no solo los alimentos para su población sino para millones de seres humanos en todo el mundo.

Por el otro lado, se pone asimismo en riesgo la base más genuina de generación de recursos económicos y de los ingresos del país, que tiene bajo los términos actuales de demanda, muy restringida su producción.

El crecimiento de los niveles de producción y el aparente enriquecimiento de ciertos sectores de la economía global, no puede soslayar los impactos que los procesos de transformación de los recursos tienen o tendrán en la sostenibilidad incluso débil de todo el sistema.

La pérdida de nutrientes es parte de este costo, la pérdida o mejora de los contenidos de materia orgánica, los problemas de acidez u alcalinidad, la pérdida de estructura, los problemas de infiltración o arrastre del agua en el suelo, las tasas de erosión y el riego, son también otros factores que no están incluidos en los costos.

La agricultura industrial, está generando importantes y profundas consecuencias sociales a escala del país.

El modelo global de agricultura industrial que ha llegado a la Argentina en la última década encontró una estructura agroproductiva perceptiva a los cambios, que adoptó en términos técnicos muy rápidamente, nuevos paquetes tecnológicos como la siembra directa, las sojas, maíces y algodones transgénicos, la intensificación en el uso de agroquímicos y nuevas maquinarias especializadas. Se abandonó prácticamente a la agricultura familiar a su suerte y tuvo y tiene una creciente preeminencia la agricultura industrial globalizada.

Los métodos y cálculos para la evaluación de externalidades sobre la agricultura industrial argentina permiten brindar inferencias sobre la precariedad de los métodos convencionales de cálculo agroproductivo en términos de las alternativas productivas y su sustentabilidad. Pero sin embargo, no pueden incluir los costos generados por externalidades inciertas o irreversibles como la pérdida de biodiversidad o la desaparición del sustrato productivo tanto para la generación actual como para las generaciones futuras.

No obstante se hace interesante, contabilizar en términos físicos la movilidad de los distintos recursos involucrados en el suelo pampeano, no para su inclusión en los cálculos de costo beneficio sino para su interpretación en términos del análisis de sustentabilidad, bajo un paraguas de relevamiento integrado de los recursos, como datos relevantes de indicadores biofísicos de (in) sustentabilidad.

El asumir, en términos de los volúmenes exportados, la fuerte extracción determinada a partir de mediados de los años noventa generados por el cultivo de soja y la forma en que se esta vaciando la caja de nutrientes de la Región Pampeana, puede entenderse como un aporte hacia los decisores de políticas y la sociedad argentina, que en muchos casos, considera que estos recursos son ilimitados.

La valorización de los mismos en términos crematísticos (es decir, como lo diría la economía convencional), muestra que si los costes de producción incluyesen las externalidades, estas en términos de fertilizantes a reponer, claramente mensurables, aportarían también a una organización mas efectiva de los sistemas productivos y constituirían una nueva herramienta para comprender la sobreexplotación que enfrentamos.

La extracción de nutrientes puede comprenderse en términos de una aproximación a la evaluación de acercamiento o alejamiento a una sustentabilidad débil en la situación del suelo pampeano y como elemento importante a la definición de políticas am-

bientales sostenibles hacia el sector del que la Argentina depende.

Estudiar estos transportes de materiales en términos de metabolismo social, con sus flujos de materiales y energía, y en el caso de la producción agropecuaria de los nutrientes leídos como suelo

virtual exportado, es un mecanismo sencillo para comprender el funcionamiento y la evolución de las cuentas ambientales de un recurso vital, que a la luz de su explotación y manejo actual, debe considerarse como agotable.

BIBLIOGRAFÍA

- COSTANZA, R.; J CUMBERLAND; H DALY; R GOODLAND and R NORGAARD. *An Introduction to Ecological Economics*. Boca Raton, Florida: St Lucie Press. 1997.
- DALGAARD, R.; J. SCHMIDT; N. HALBERG; P. CHRISTENSEN; M. THRANE and W.A. PENGUE. 2007. *LCA of Soybean Meal*. Int J LCA, DOI: <http://dx.doi.org/10.1065/lca2007.06.342>, 2007.
- GERBENS-LEENES, P.W.; A.Y. HOEKSTRA and T.H. VAN DER MEER. (2008). *The water footprint of energy from biomass: A quantitative assessment and consequences of an increasing share of bio-energy in energy supply*, Ecological Economics, doi:10.1016/j.ecolecon.2008.07.013.
- INTA. Instituto de Suelos. *Sustentabilidad de la agricultura en la Región Pampeana*. Castelar. Buenos Aires. Mimeo. 2003.
- MARTÍNEZ ALIER, J. *De la Economía Ecológica al Ecologismo Popular*, Ediciones Nordan Comunidad. Icaria. Montevideo. 286 pp. 1995.
- MARTÍNEZ ALIER, J. *Curso de Economía Ecológica*. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental N° 1. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México. 164 pp. 1998.
- MELKKO, A. *Water footprint of biofuels for transport: Finland and the EU in the year 2010*. Helsinki, Finland. 2008.
- PENGUE, W.A. *Cultivos Transgénicos ¿Hacia dónde vamos?*. Buenos Aires. Lugar Editorial. UNESCO. 206 pp. 2000.
- PENGUE, W.A. *La Pampa sin el Ombú. Comercio Ecológicamente Desigual y Deuda Ecológica*. Realidad Económica. 190. 2002.
- PENGUE, W.A. *Agricultura industrial y transnacionalización en América Latina. ¿La transgénesis de un continente?* Red de Formación Ambiental. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental N 9. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA. México. 220 pp. 2005.
- PENGUE, W.A. *Modelo Agroexportador, Hidrovía Paraguay Paraná y sus consecuencias socioambientales. ¿Una compleja integración para la Argentina?. Una visión desde la Economía Ecológica y el enfoque multicriterial*. Coalición Ríos Vivos. Taller Ecologista. Rosario. 72 pp. Mayo 2006.
- PENGUE, W.A. *Sobreexplotación de recursos naturales y mercado agroexportador: Hacia la determinación de la deuda ecológica con la Pampa Argentina*. Córdoba. España. Tesis Doctoral. 303 pp. Junio 6. 2006.
- PENGUE, W.A. *La apropiación y el saqueo de la naturaleza. Conflictos ecológico distributivos en la Argentina del Bicentenario*. Lugar Editorial. Buenos Aires. 2008
- PENGUE, W.A. *Agrofuels and agrifoods: counting the externalities at the major crossroads of the 21st century*. BSTS. Canadá. 2009.
- PENGUE, W.A. *Fundamentos de Economía Ecológica*. Ediciones Kaicron. Buenos Aires. 2009.
- TRUCCO, V. El resurgimiento de las Pampas. Publicado en el sitio de AAPRESID (ya retirado) y disponible aún (Enero 18, 2009) en <http://www.unagauchada.com/articulos.php?id=288>
- VARGHESE, S. *Biofuels and global water challenges*. Retrieved April 3, 2009, from <http://www.tradeobservatory.org/library.cfm?refID=100547>

El estudio del paisaje desde la Geografía. Aportes para reflexiones multidisciplinares en las prácticas de ordenamiento territorial¹

Claudia A. Baxendale

GEPAMA-FADU-UBA
buzai@uolsinectis.com.ar

«Se dice que el paisaje es un estado del alma, que el paisaje de fuera lo vemos con los ojos de dentro, será porque esos extraordinarios órganos interiores de visión no supieron ver estas fábricas y estos hangares, estos humos que devoran el cielo, estos polvos tóxicos, estos lodos eternos, estas costras de hollín, la basura de ayer barrida sobre la basura de todos los días, la basura de mañana barrida sobre la basura de hoy, aquí serían suficientes los simples ojos de la cara para enseñar a la más satisfecha de las almas a dudar de la ventura en que suponía complacerse». (SARAMAGO, 2005:64)

Introducción

El estudio del paisaje es abordado por diferentes campos disciplinarios siendo frecuentemente utilizado al momento de plantearse objetivos y temáticas de estudio en proyectos de investigación multi o pluridisciplinarios, o bien al realizarse diagnósticos y delinearse propuestas de intervención en las prácticas de planificación y gestión del territorio.

Este trabajo busca presentar las visiones desde donde es estudiado el paisaje en Geografía diferenciando los dos grandes enfoques presentes en la historia de esta disciplina. El paisaje fue y es considerado como objeto de estudio y/o unidad de análisis desde los diferentes enfoques que caracterizan a la disciplina: desde enfoques historicistas – culturales – perceptivos – simbólicos de la disciplina como así también desde perspectivas positivistas – espaciales – sistémicas – medioambientales.

Ante esto al realizar un estudio del Paisaje, como sucede con otros objetos de estudio, surge siempre la necesidad de dejar bien en claro los supuestos epistemológicos, teórico-conceptuales, metodológicos y procedimentales desde donde se realiza la investigación manteniendo la coherencia al interior del trabajo.

Considerando lícito y de gran utilidad la reflexión sobre la utilización de dicho término en ámbitos académicos, creemos que la realización de este artículo puede resultar un aporte al ordenamiento territo-

rial al ofrecer, a profesionales de otras disciplinas, una aclaración de los distintos significados que puede llegar a tener el concepto de paisaje desde la Geografía.

El paisaje en los estudios geográficos actuales

A lo largo de la historia de la Geografía como disciplina científica se han ido sucediendo cambios paradigmáticos –al ritmo de los cambios generales ocurridos en la ciencia–, que pueden consultarse en bibliografía referida a la evolución del pensamiento geográfico y la teoría de la Geografía (Capel, 1981; Gómez Mendoza *et al.*, 1982; Vilá Valentí, 1983; Randle, 1984; García Ramón, 1985; Haggett, 1988; Buzai, 1999; Ortega Valcárcel, 2000; Delgado Mahecha, 2003).

Desde las ciencias sociales podemos decir que ningún nuevo enfoque ha logrado desplazar a enfoques anteriores y que, por lo tanto, convivieron y conviven escuelas geográficas que adhieren a diferentes enfoques y hasta diferentes visiones paradigmáticas con sus marcos epistemológicos, teóricos, metodológicos y técnico-procedimentales.

En algunas discusiones relacionadas con la organización territorial, estas diferentes visiones o enfoques parecen resultar «paradigmas inconmensu-

¹ Este artículo surge de un escrito presentado en respuesta a una convocatoria realizada por M. Victoria Sánchez Giner y Manuel Fernández Díaz de la Universidad de Murcia sobre la opinión de diferentes profesionales en relación a temáticas relacionadas con el Paisaje.

rables» en palabras de Kuhn o bien «programas de investigación científicos rivales» en palabras de Lakatos, limitaciones éstas que deberían poder superarse en función de lograr aportes para solucionar y prever problemáticas territoriales.

En forma sintética se observa que los estudios geográficos fluctúan entre dos enfoques o grupos de visiones:

□ **visiones de corte historicista – romántico – cultural – perceptivo – simbólico** caracterizado por estudios geográficos de índole idiográfico donde se niega la posibilidad de las ciencias humanas de realizar generalizaciones, donde se busca estudiar las características singulares de un lugar concreto y excepcional ocasionadas por la particular asociación de fenómenos que se dan en él, donde se comenzó a poner énfasis en las relaciones cotidianas de los individuos con su entorno, donde el término espacio es sustituido por «lugar» o «espacio vivido», espacio como producto social, y donde el «paisaje» (paisaje cultural, paisaje percibido, paisaje simbólico –porque muchas veces el paisaje físico-natural queda completamente ausente en el análisis–) conforma el objeto de estudio y/o las unidades mediante las cuales se analizan estos espacios concretos.

□ **visiones de corte positivista – neopositivista – naturalista – sistémico – ambientalista** caracterizadas por una concepción de la ciencia que estudia las generalidades, que busca establecer regularidades, que adhiere al método hipotético deductivo empírico al insistir en la necesidad de acudir a teorías previas, que recurre para el estudio a métodos y procedimientos cuantitativos y cualitativos, que recurre a los modelos espaciales existentes para construir nuevos modelos o como teorías previas para contrastar estudios particulares. Una visión donde se conjugan el enfoque espacial-locacional –al ponerse el énfasis en la formulación de leyes que rigen las distribuciones de los fenómenos en el espacio terrestre– con el enfoque ecológico-ambiental que interrelaciona variables humanas y ambientales en la búsqueda de analizar las relaciones entre el hombre y el medio dentro de una limitada área geográfica, –en general desde una visión sistémica y bus-

cando las particularidades que ella presente en relación a generalidades que guían el estudio– y el enfoque corológico y regional donde se identifican unidades espaciales a través de una diferenciación de áreas para establecer los flujos y relaciones entre ellas y donde los paisajes son planteados como unidades básicas para el análisis, diagnóstico y propuesta del modelo de uso del territorio.

El paisaje desde una perspectiva cultural

El **paisaje** surge como objeto de estudio de la Geografía bajo la influencia de principios postulados por el movimiento romántico de la segunda mitad del siglo XIX y del historicismo de finales del siglo XIX y principios del siglo XX basado en filosofías definidas como, idealistas, espiritualistas, vitalistas, existenciales, críticas y radicales con perspectivas opuestas al racionalismo científico positivista y rechazando así el objetivo de enunciar leyes, la búsqueda de regularidades, la pretensión de sistema, la determinación de un método. «*Se reclamaba así el carácter «artístico» de la geografía. Se concebía a la geografía como una disciplina estética, vinculada a la mera descripción singular, al disfrute emocional, a la sensibilidad del sujeto. Se propugnó una geografía entendida como arte expresivo. La geografía como ejercicio literario, fruto de una percepción o vivencia global, estética e intuitiva del entorno, del paisaje.*» (Ortega Valcárcel, 2000:177).

La región se convierte en **región-paisaje**, la región se identifica con el paisaje y el paisaje define la región. El paisaje representa un momento sensorial a través del cual el sujeto capta la totalidad de un área, como indica el autor citado, la crítica al enfoque positivista –de carácter ambiental– llevó a realizar una inversión metodológica, así la geografía del paisaje se funda en la consideración de las unidades culturales existentes como el punto de partida de la indagación geográfica sobre la influencia de los factores físicos convirtiéndose la morfología del paisaje en objetivo de la investigación geográfica de acuerdo con una perspectiva histórica².

Así entonces, la geografía del paisaje representa la deriva hacia la geografía histórica y cultural con su eje de atención en el estudio del paisaje o

² Recordamos a Paul Vidal de la Blache con el aporte del concepto de «género de vida» y el planteo entonces del «posibilismo», en la relación hombre-medio, frente al «determinismo».

morfología del paisaje y entendido el paisaje como producto cultural (Ortega Valcárcel, 2001).

La situación de la **geografía cultural** analizando su evolución y la visión actual del enfoque cultural ha sido presentada en forma sintética y muy didáctica por Fernández Christlieb (2006); a dicho trabajo acudimos para ampliar algunas cuestiones especialmente por su claridad para presentar un enfoque al cual se acude frecuentemente en estudios de ordenamiento territorial pero sin que queden claros en dichos trabajos los supuestos epistemológicos, metodológicos y procedimentales del mismo³.

Indica el autor citado como la geografía cultural no es una rama de las ciencias geográficas sino una manera de estudiar el espacio, una posición desde la cual observa el investigador. El **enfoque cultural** asume entonces que la realidad espacial es compleja y que todo espacio es producto tanto de los fenómenos de la naturaleza como de la actividad de los grupos sociales. Destaca que para adoptar la posición que exige la geografía cultural en sus observaciones hace falta ser **romántico** ya que desde el arte y la ciencia el romanticismo se preguntó por la **alteridad**, por el otro, para lo cual el método de la geografía cultural consiste en ponerse en los «pies ajenos».

En el análisis de la evolución de la geografía cultural Fernández Christlieb (2006) indica como este enfoque cultural en geografía volvió a renovarse hacia finales de la década de los años setenta ya no reflexionando sobre las **colectividades** sino sobre los **individuos** que las conforman centrándose entonces este nuevo enfoque cultural en las **percepciones del individuo** principalmente en los países de habla inglesa. Por su parte los franceses no abandonaron del todo la riqueza de la descripción de los paisajes surgiendo una **etnogeografía** que hace referencia a la manera en que los distintos pueblos ordenan y reordenan su territorio.

Ante un «giro cultural» de la Geografía y la «ola posmoderna» la *Nueva Geografía Cultural* significó «un replanteamiento que tomó en cuenta no sólo las expresiones materiales de la cultura sobre un área dada sino también el **simbolismo** que para los habitantes tenían algunos de los rasgos del paisaje.

A partir de finales de los años ochenta, los especialistas en geografía cultural ya no se limitaron a describir, como sus antecesores en Berkeley, la manera en que los diferentes pueblos marcaban físicamente su territorio y los elementos antrópicos del paisaje. También se dedicaron a comprender el significado de lo representado por los individuos y el modo en el que percibían y comprendían su ambiente. Por primera vez la Geografía parecía cobrar una nueva vida pues se desprendía de los enfoques macroeconómicos y sociológicos para hacer propuestas de lecturas metódicas de los paisajes» (Fernández Christlieb, 2006: 228)⁴.

Señala el autor citado que bajo este nuevo «giro cultural» y «ola posmoderna» se retoma con gran fuerza una de las tradiciones más valiosas del romanticismo alemán: la curiosidad por «el otro». Así entonces al caracterizar el enfoque cultural en geografía el autor considera que la geografía cultural estudia el espacio mediante la definición de unidades llamadas «**paisaje**» definido como una representación de un espacio preciso, o bien como tal espacio preciso analizado por un observador. Indica como en la **producción del paisaje** se advierten rasgos impresos por los humanos y **metáforas** de las fuerzas naturales llevadas al terreno de la explicación ontológica del propio grupo importando entonces los acuerdos tácitos o explícitos de toda la colectividad local, no las percepciones individuales sino las afirmaciones de grupo. Importan así las representaciones simbólicas en el paisaje.

Desde este enfoque cultural el geógrafo busca comprender el paisaje –la producción de un paisaje– basándose principalmente en el **trabajo de campo participativo** propio de la Antropología sugiriéndose la necesidad de permanecer en el lugar de estudio durante temporadas lo suficientemente prolongadas para asimilarse con el medio y pasar relativamente desapercibido recurriendo también al trabajo con mapas y otras representaciones espaciales⁵. Se busca así comprender las razones que llevan al grupo cultural reconocerse en el sitio o lugar, orientarse en él, marcar el lugar, nombrarlo e institucionalizarlo.

3 Como bibliografía ampliada de referencia en idioma castellano se encuentra el libro de Paul Claval (1999).

4 Carl O. Sauer fue el catedrático que en la década de 1920 abrió la línea de la geografía cultural desde la Universidad de California en Berkeley.

5 En las prácticas del ordenamiento territorial no es excepcional escuchar hablar de los «mapas mentales», «mapas parlantes», «mapas participativos» donde el investigador acude a los propios actores o agentes de la territorialidad y les solicita que construyan ellos mismos un «mapa» a modo de cartografía producida por la comunidad local.

El paisaje desde una perspectiva sistémica

El paisaje –como categoría científica de análisis– también continuó existiendo desde una perspectiva o enfoque sistémico y positivista de la mano de la **Geografía Física**.

Un análisis de la evolución del concepto de paisaje en la geografía física desde una visión sistémica y naturalista es presentado por Frolova y Bertrand (2006) en un artículo de difusión sobre Geografía y paisaje⁶.

Los autores consideran al paisaje como un concepto que se sitúa en la interfaz entre el modelo científico y la representación, donde se aclara que: «*No es la apariencia de las cosas, sino ellas mismas las que interesan a los científicos, por ello proponen modelos paisajísticos basados en las interrelaciones entre varios elementos del espacio, intentando conseguir los modelos operacionales que les puedan servir en la experimentación científica. Sin embargo, buscando un mejor acceso a la complejidad del mundo que nos rodea, los geógrafos inevitablemente construyen los objetos abstractos e idealizan la realidad, porque la esencia del mundo que nos rodea no se percibe ni directa, ni empíricamente. La mirada del geógrafo se centra en comprender directamente el terreno, en el cual lo concreto se confunde con lo visible.*» (Frolova y Bertrand, 2006: 258-259).

El paisaje es considerado como uno de los conceptos científicos «integradores» de la geografía medioambiental surgiendo dicho enfoque en la geografía soviética. Hacia la década de 1930 la geografía soviética comienza a plantear la necesidad de analizar los «complejos geográficos» o «complejos territoriales naturales» expresión del «proceso físico-geográfico unido». Se menciona al geógrafo A.A. Grigoriev como quien postula dichos conceptos y forma de análisis –basado en el estudio de los procesos que determinan el dinamismo del medio físico al ser entendido como el conjunto de procesos

medioambientales que se aproxima al paradigma sistémico, diferente del concepto del proceso entendido como relaciones binarias entre los elementos del medio físico–. Entendemos que estos planteos se realizan en sintonía con el principio del análisis integral del territorio planteado por el edafólogo ruso V.V. Dokuchaiev⁷.

Hacia finales de los años treinta el biogeógrafo Carl Troll introduce en los estudios espaciales horizontales de paisaje, tradicionales en geografía, la dimensión funcional vertical de los botánicos y propone el concepto de *Landschaftsoecologie* traducido como **Geoecología** y/o **Ecología del Paisaje**⁸. Según Bolós (1992) Troll definió la Ecología del Paisaje que posteriormente denominó Geoecología⁹.

La asimilación de la Teoría de Sistemas en la geografía física habría dado lugar, según Frolova y Bertrand (2006), a una renovación conceptual del análisis integrado del medio físico introduciendo el concepto de **geosistema**. Se menciona a Víctor Sochava como quien propone en 1978, desde Rusia, la **teoría del geosistema** –o el sistema de elementos naturales localizado en el espacio– derivada de conceptos originarios de la geoquímica y geofísica del paisaje y de las teorías de la información y de sistemas.

Por su parte Georges Bertrand, desde Francia, en los años setenta propone su propia metodología de estudio geográfico del medio ambiente basada en el concepto de geosistema soviético pero inspirándose también en la ecología norteamericana y en la Ciencia del Paisaje alemana pero adaptando el concepto de geosistema a paisajes antropizados y proponiendo un modelo más cualitativo y humanizado comparado con el modelo cuantitativo y naturalista soviético (Frolova y Bertrand, 2006: 264).

Indica Mateo Rodríguez (2005) que en las últimas décadas la introducción del tema medioambiental y el concepto de **medio ambiente** trata de lograr mayor integración no sólo al interior de la geografía física sino también entre ésta y la geografía huma-

6 Un libro que recoge gran parte de las publicaciones de Georges Bertrand y Claude Bertrand desde sus inicios es Bertrand y Bertrand (2006) (Salinas Chávez, 2010).

7 Remitimos al lector al libro dirigido por Bolós (1992) para la profundización sobre la teoría, método, aplicaciones, escuelas y tendencias en la denominada Ciencia del Paisaje.

8 Según indica Salinas Chávez (2010) Troll recibe influencia de la escuela alemana de los forestales del siglo XIX que trabajaban con los *sítes* como unidades de evaluación de los bosques, estos *sítes* incluían análisis de suelos, topografía y clima.

9 Remitimos al lector a los trabajos teóricos-metodológicos realizados por la bióloga-ecóloga Dra. Matteucci, integrante del GEPAMA FADU-UBA, para la interiorización sobre la evolución y estado actual de la Ecología del Paisaje y su diferenciación con la Ecología de Paisajes o Ecología de Mosaicos. Entre su amplia bibliografía podemos dar como referencia: Matteucci, (2006a y 2006b).

na buscando superar la dicotomía Naturaleza-Sociedad. Sostiene el autor que bajo el «**paradigma ambiental**» se parte de los conceptos de la **Eco-geografía** de Jean Tricart postulada en Francia en 1960, de la **Geoecología** formulada por Carl Troll en Alemania y la **Geografía de los Paisajes** de los geógrafos soviéticos. En dichos estudios geográficos se analizan los sistemas ambientales entendiéndolos como la relación Naturaleza – Sociedad en espacios físicos concretos, privilegiando la articulación espacio-temporal de las diferentes categorías de sistemas ambientales teniendo a la naturaleza como el centro de las interrelaciones y al concepto de Paisaje natural como la categoría básica y fundamental de estudio pero aceptando junto a esta noción de paisaje natural la de paisaje social y cultural.

Así entonces, en la estructura científica de la Geografía se llega a proponer –dentro de la **Geografía General**– una nueva dirección de abordaje: la **Geoecología de los Paisajes** –que se agrega a la tradicional división desde criterios objetuales o temáticos entre **Geografía Física** y **Geografía Humana**–. Esta Geoecología de los Paisajes es definida desde una visión global e integradora basada en los conceptos de geosistema y de paisaje (desde su acepción de paisaje natural o como formación antro-po-natural) asimilando como sinónimo a la **Geografía de los Paisajes**.

Según Mateo Rodríguez (2005), esta Geoecología de los Paisajes hereda el legado de la Geografía del Paisaje y la Geografía Física Compleja siendo cercana a la Ecogeografía y la Geografía Ambiental. Junto a la **Geoecología de los Paisajes** considera que existen otras dos direcciones que tienen al paisaje como su concepto nodal: la **Ecología del Paisaje** (como disciplina principalmente de corte biológico) y la **Geografía Cultural del Paisaje** (centrada en la dimensión socio-ecológica, en la percepción de los paisajes, y en el análisis del paisaje cultural) formando entre las tres la denominada Ciencia del Paisaje.

A modo de consideraciones finales. El paisaje como base del ordenamiento territorial.

Se ha visto como el concepto de **paisaje**, presenta definiciones muy distintas en virtud del enfoque geográfico al cual se adhiere. Como sostienen García Ramón y Muñoz Jiménez (2002) considerando el paisaje desde enfoques casi «opuestos» es necesario dejar bien en claro como lo definimos en función de las implicancias conceptuales y metodológicas que conlleva¹⁰.

Ante las dos grandes visiones geográficas planteadas creemos necesario rescatar e intensificar una visión sistémica del paisaje definido desde la **Geoecología o Geografía de los Paisajes** y la **Ecología del Paisaje** en las prácticas del ordenamiento territorial.

Bajo esta visión el paisaje es concebido como un geosistema y visto como sustento del ordenamiento territorial al considerar una **planificación regional, ambiental o estratégica** entendida como el instrumento dirigido a planear y programar el uso del territorio, las actividades productivas, la ordenación de los asentamientos humanos y el desarrollo de la sociedad, en congruencia con el potencial natural de la tierra, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y humanos, y la protección y calidad del medio ambiente¹¹.

Como indica Salinas Chávez (2010), el proceso para llegar a estudios integrados del paisaje como base del ordenamiento territorial fue largo y significó el aporte desde distintas disciplinas: desde las Ciencias de la Tierra en prácticas de ordenamiento territorial en instituciones y organismos públicos en Australia, Reino Unido, Holanda, Francia, Canadá; desde la Geografía con aportes hechos por escuelas geográficas, inicialmente de la ex URSS, ex Alemania Oriental, países del este de Europa (Polonia y ex Checoslovaquia) y en departamentos de geografía física y de análisis geográfico regional en universidades de España, Cuba, México y Brasil; y desde la Ecología del Paisaje junto a biólogos, ecólogos,

10 Con el concepto de «región» sucede lo mismo como se ha presentado en un artículo donde se analiza como difiere dicho concepto en virtud de los diferentes enfoques geográficos (Baxendale, 2007).

11 Cabe aclarar que, desde nuestros estudios académicos y práctica profesional como geógrafos en aportes al ordenamiento territorial (Baxendale, 2000; Baxendale y Buzai, 2002; Baxendale, 2010), consideramos como objeto de estudio al espacio geográfico y/o regiones entendiendo este espacio geográfico como sistema complejo (García, 2006) producto de las interrelaciones entre subsistemas naturales y sociales en un área de estudio determinada y donde, considerando sus particularidades, se busca contrastar hipótesis, regularidades y leyes generales para darle respuesta a una cuestión espacial- territorial planteada en dicha área. Así entonces se focaliza el análisis en factores espaciales y ambientales para explicar la localización, distribución, asociación, interacción y evolución espacial de fenómenos relativos a la organización territorial del espacio bajo estudio (Buzai y Baxendale, 2006) considerando los marcos jurídicos y procesos históricos, económicos y políticos -nacionales e internacionales- que con mayor o menor grado participan en dicha organización.

geógrafos, ingenieros agrónomos e ingenieros forestales.

Desde el aporte multi, o pluridisciplinar el paisaje, como base de la ordenación del territorio, «...*puede ser considerado como sujeto y objeto de la actividad humana. Objeto en la medida en que el paisaje posee una serie de características que sirven de soporte básico al desarrollo socioeconómico del territorio y sujeto en cuanto que la actividad humana lo transforma. Esta doble función del paisaje, se constituye entonces, en el fundamento para comprender la dinámica natural y social, desde la perspectiva de la ordenación del territorio*». [Salinas Chávez (2005:6-7)].

Así entonces bajo esta visión sistémica los paisajes son utilizados como unidades básicas en proyectos de ordenamiento territorial para el análisis, diagnóstico y propuesta del modelo de uso del territorio.

Agradecimientos

A la Dra. Silvia Matteucci (GEPAMA-FADU-UBA) por hacer extensiva la invitación para la convocatoria realizada por la Universidad de Murcia.

Al Dr. Eduardo Salinas Chávez (Facultad de Geografía. Universidad de La Habana) por facilitar bibliografía referente a los estudios del paisaje desde la geografía física-ambiental y por sus observaciones realizadas al primer escrito.

BIBLIOGRAFÍA

- BAXENDALE, C.A. 2000. Geografía y planificación urbana y regional: una reflexión sobre sus enfoques e interrelaciones en las últimas décadas del siglo XX. *En: Reflexiones Geográficas* N° 9 Agrupación de docentes interuniversitarios de Geografía. Río Cuarto. pp 58-70.
- BAXENDALE, C.A. 2007. Región y estudios regionales. Consideraciones desde los diferentes enfoques de la Geografía. *En: Fronteras* N° 6 Publicación anual del GEPAMA (Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente). Año 6 N°6 Octubre. FADU-UBA. Buenos Aires. pp 29-36. ISSN 1667-3999.
- BAXENDALE, C.A. 2010. Geografía, organización del territorio y Sistemas de Información Geográfica. *En: BUZAI, G.D. (comp.) Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptuales y aplicaciones.* Buenos Aires. Universidad Nacional de Luján. Luján. pp 37-41. ISBN 978-087-05-7535-1.
- BAXENDALE, C.A. y G.D. BUZAI. 2002 Urbanización y herramientas de apoyo a la gestión. *En: DADON, J.R. y S.D. MATTEUCCI.* Zona costera de la Pampa Argentina. Lugar Editorial. Buenos Aires. pp 173-196.
- BERTRAND, C. y G. BERTRAND. 2006. Geografía del Medio Ambiente. El Sistema GTP: Geosistema. Territorio y Paisaje. Universidad de Granada. 403 pp.
- BOLÓS, M. (dirección) 1992. Manual de Ciencia del Paisaje. Teoría, métodos y aplicaciones. Masson. Barcelona.
- BUZAI, G.D. 1999. Geografía Global. Lugar Editorial. Buenos Aires.
- BUZAI, G.D. y C.A. BAXENDALE. 2006. Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica. Lugar Editorial. Buenos Aires.
- CAPEL, H. 1981. Filosofía y ciencia en la Geografía Contemporánea. Una introducción a la Geografía. Barcanova. Barcelona.
- CLAVAL, P. 1999. La Geografía Cultural. Eudeba. Buenos Aires.
- DELGADO MAHECHA, O. 2003. Debates sobre el espacio en la geografía contemporánea. Universidad Nacional de Colombia. Unibiblos. Bogotá.
- FERNÁNDEZ CHRISTLIEB, F. 2006. Geografía cultural. *En: HIERNAUX, D. y A. LINDON.* Tratado de Geografía Humana. Anthropos-Universidad Autónoma Metropolitana. Barcelona. pp 220-253.
- FROLOVA, M. y G. BERTRAND, G. 2006. Geografía y Paisaje. *En: HIERNAUX, D. y A. LINDON.* Tratado de Geografía Humana. Anthropos-Universidad Autónoma Metropolitana. Barcelona. pp 254-269.
- GARCÍA RAMÓN, M.D. 1985. Teoría y método en la Geografía Humana Anglosajona. Ariel. Barcelona.

- GARCÍA RAMÓN, A. y J. MUÑOZ JIMÉNEZ. 2002. El Paisaje en el ámbito de la Geografía. UNAM –Universidad Nacional Autónoma de México– Instituto de Geografía. México.
- GARCÍA, R. 2006. **Sistemas Complejos**. Gedisa. Barcelona.
- GÓMEZ MENDOZA, J.; J. MUÑOZ JIMÉNEZ, y N. ORTEGA CANTERO. 1982. El pensamiento geográfico. Alianza. Madrid.
- HAGGETT, P. 1988. Geografía. Una síntesis moderna. Omega. Barcelona.
- MATEO RODRÍGUEZ, J.M. 2005. La concepción sobre los paisajes vista desde la geografía. Facultad de Geografía. Universidad de La Habana. La Habana.
- MATTEUCCI, S. 2006a. Ecología de Paisajes. Filosofía, conceptos y métodos. *En*: Matteucci, S. *et. al*. Crecimiento urbano y sus consecuencias sobre el entorno rural. El caso de la ecorregión pampeana. Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires. pp 1-12.
- MATTEUCCI, S. 2006b. Ecología de Paisajes: ¿Qué es hoy en día? *En*: Fronteras N° 5 Publicación anual del GEPAMA (Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente). Año 5 N°5 Octubre . FADU–UBA. Buenos Aires. pp 1-7. ISSN 1667-3999.
- ORTEGA VALCÁRCEL, J. 2000. Los horizontes de la geografía. Teoría de la Geografía. Ariel. Barcelona.
- RANDLE, P. (editor). 1984. Teoría de la Geografía. Segunda Parte. GAEA –Sociedad Argentina de estudios geográficos– y OIKOS –Asociación para la promoción de los estudios territoriales y ambientales–. Buenos Aires.
- SALINAS CHÁVEZ, E. 2005. La Geografía y el Ordenamiento Territorial en Cuba. La Gaceta Ecológica 76. Instituto Nacional de Ecología. México. Pp 35-51.
- SALINAS CHÁVEZ, E. 2010. Comunicación personal.
- SARAMAGO, J. 2005. La Caverna. 1ª ed. Traducido por: Pilar del Río. Suma de Letras Argentina. Buenos Aires.
- VILÁ VALENTÍ, J. 1983. Introducción al estudio teórico de la Geografía. Ariel. Barcelona.
-

Aplicación de un análisis de ciclo de vida (LCA) a la agricultura en dos localidades argentinas

Lic. Mariana Totino

Becaria GEPAMA–FADU–UBA
mariana_totino@yahoo.com.ar

Introducción

Cuando abordamos la investigación de un sistema complejo, uno de los problemas que se presenta es: ¿cómo desarrollar indicadores cuantitativos que representen dicho sistema en forma adecuada? Sólo eligiendo un limitado grupo de las escalas y dimensiones posibles. Esto genera, inevitablemente, una dramática reducción de los resultados que pueden obtenerse, perdiéndose la posibilidad de una visión integradora del sistema. Pero, ¿qué es un sistema complejo? Según Rosen (1977) «un sistema complejo es aquel que nos permite distinguir varios subsistemas dependiendo enteramente de cómo nosotros elegimos interactuar con el sistema». Es decir, complejo es un adjetivo que se refiere a las características del proceso de evaluación o valoración más que una propiedad inherente al sistema mismo. Rosen apunta a una dimensión epistemológica del concepto de complejidad, la cual está relacionada con la inevitable existencia de diferentes perspectivas relevantes, las cuales no pueden ser todas mapeadas al mismo tiempo por un único modelado. Por otro lado, los modelos sólo pueden ver una parte de la realidad, la parte en la cual está interesado el modelador. Es decir, cualquier representación científica de un sistema complejo está reflejando sólo un conjunto de nuestras posibles relaciones (interacciones potenciales) con él (Giampietro, 2005). Según plantea Giampietro, la inevitable existencia de visiones no equivalentes sobre cuál debe ser el conjunto de cualidades relevantes a ser consideradas cuando se modela un sistema natural, es un punto crucial en la discusión sobre ciencia de la sustentabilidad.

Al abordar el estudio de un sistema complejo como lo es el agrícola, nos encontramos con la imposibilidad de hacerlo basándonos exclusivamente

en modelos reduccionistas tradicionales. Es decir, desde hace algunos años y a medida que los avances tecnológicos se hicieron cada vez más veloces, las ciencias que intentan abordar los problemas de sustentabilidad necesitan cada vez más de herramientas alternativas que permitan tener una visión lo más amplia posible de dichas problemáticas. En palabras de Giampietro: «El enfoque reduccionista puede definirse como el enfoque basado en sólo un indicador medible (beneficio monetario, o un indicador biofísico de eficiencia), una sola dimensión (definición económica o biofísica de tareas), una única escala de análisis (una granja o un país), un objetivo (la maximización de la eficiencia económica) y un único horizonte de tiempo (un año)», y continúa: «Los científicos deberían ser capaces de proveer un *input* flexible consistente en un análisis integrado multi-escala (generando un espacio de información coherente pero heterogéneo capaz de representar cambios y dinámicas a diferentes niveles jerárquicos y en relación a diferentes formas de conocimiento científico disciplinario) (Giampietro, 2005).

No puede dejar de aceptarse que cualquier teoría, cualquier modelo, son meras simplificaciones de la realidad, la cual es imposible de aseguir en su totalidad. Por esta razón, el presente trabajo propone una metodología de análisis basada en los postulados de la ciencia Post Normal y la Economía Ecológica. Según Funtowicz y Ravetz (1993), la ciencia Post Normal plantea un «diálogo interactivo donde los sistemas son considerados como dinámicos y complejos, con un alto grado de incertidumbre, y están abiertos a sufrir una interacción constante para proveer una guía en la elección de estrategias apropiadas para resolver problemas». Por otro lado, la Economía Ecológica es un campo de estudios transdisciplinar, y puede definirse como la ciencia de la

gestión de la sostenibilidad. Estudia a las sociedades como organismos vivos que tienen funciones tales como la captación de energía, utilización de los recursos y energía de la naturaleza y eliminación de sus residuos (metabolismo social). Este metabolismo, urbano, rural e industrial, funciona de distintas maneras en diferentes etapas, desde la captación de la energía hasta su eliminación.

Sabemos que los estudios enfocados en impacto ambiental deben tratar con sistemas que poseen múltiples escalas espaciales y temporales, además de estar íntimamente relacionados con factores sociales y económicos. Es por esta razón que tomar en cuenta un único método de análisis de impacto ambiental es muy probable que origine pérdida de información o, en el peor de los casos, conclusiones y subsecuentes implementaciones erróneas. De hecho, muy frecuentemente la elección del método a ser empleado se hace sobre la base de una preocupación injustificada sobre un único parámetro, el cual, por más importante que pueda ser, nunca podrá proveer una respuesta sintética al problema complejo y multifacético del impacto ambiental (Ulgianti *et al.*, 2006).

LCA: definición

Un Análisis del Ciclo de Vida (LCA por sus siglas en inglés) es una manera de examinar el impacto ambiental total de un producto o servicio, a lo largo de todas las etapas por las que atraviesa. Se consideran todas las entradas y las salidas del sistema hasta la deposición de residuos o su reciclado. Es un método de análisis que contribuye a entender cómo un producto o proceso afectan al medio ambiente, incluyendo a los seres humanos.

El término LCA fue acuñado en 1990 por la SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry), y la definición es la siguiente: «Life Cycle Assessment» es un proceso para evaluar los impactos ambientales asociados con un producto, proceso o actividad, por medio de identificar y cuantificar usos de energía y materiales, y liberación de desechos al ambiente; para analizar el impacto de dicha energía y materiales utilizados y liberados al ambiente; y para identificar y evaluar oportunidades para generar mejoras ambientales. El análisis incluye el ciclo de vida completo del producto, proceso o actividad, extracción y procesamiento de materias primas, manufactura, distribución, uso, re-uso, mantenimiento y deposición final; y todo el transporte involucrado. El LCA analiza impactos ambientales de los

sistemas bajo estudio en áreas de reducción de sistemas ecológicos, salud humana y recursos» (SMILE Project, 2009).

Un LCA no toma en cuenta los precios (el costo financiero de los recursos) y tampoco los aspectos sociales. Pero la sustentabilidad posee tres pilares: el ambiental, el social y el económico; el LCA sólo presta atención a uno de estos pilares, el ambiental, y por esta razón constituye una herramienta limitada.

Las diferentes etapas de un ciclo de vida son: obtención de materias primas, manufactura, uso/reuso/mantenimiento, y reciclado/deposición de residuos. El sistema requiere «inputs», es decir, ingresos de materia y energía. La materia en su gran mayoría proviene de la minería, mientras que las fuentes de energía pueden ser renovables o no renovables, pero siempre se consideran únicamente aquellas que tienen un costo monetario y no las gratuitas como la solar. Del sistema salen «outputs», los cuales pueden ser: emisiones atmosféricas, residuos líquidos, residuos sólidos, productos y co-productos (son aquellos productos que se obtienen del proceso, pero no son los principales; tienen un valor y pueden utilizarse directamente, sin requerir ningún proceso). La definición ISO 14040 del LCA dice: «Es un conjunto sistemático de procedimientos para compilar y examinar las entradas y salidas de materiales y energía y los impactos ambientales asociados, directamente atribuibles al funcionamiento de un producto o servicio a lo largo de su ciclo de vida».

El LCA es una técnica para evaluar los impactos ambientales potenciales asociados con un producto o servicio, por medio de 3 pasos:

- 1) Confección de un INVENTARIO de entradas y salidas relevantes,
- 2) EVALUACIÓN de los potenciales impactos ambientales asociados con dichas entradas y salidas,
- 3) INTERPRETACIÓN de los resultados del inventario y las fases de impacto en relación a los objetivos del estudio.

1) El inventario es una lista que cuantifica la energía y las materias primas usadas, además de las emisiones asociadas a un producto, proceso o actividad. Es un paso muy importante y obligatorio para el análisis.

2) Luego de confeccionar la lista, se analizan los impactos de los flujos identificados en el inventario.

Estos flujos se multiplican por diversos factores, lo cual provee información sobre daño potencial.

3) En esta etapa se identifican las oportunidades de reducir los impactos ambientales identificados en el paso 2), a través de la modificación del inventario.

Para confeccionar el inventario es necesario tener en cuenta algunos puntos:

- Definir la propuesta u objetivo de la investigación.
- Definir los límites del sistema.
- Definir el alcance geográfico.
- Aclarar los tipos de datos utilizados.
- Recolección de datos y procedimientos de síntesis.
- Calidad de los datos medidos.
- Construcción de modelos computacionales (procesan los datos y crean indicadores).
- Presentación de resultados.

Limitaciones del LCA: debe tenerse en cuenta que usar el LCA para comparar dos productos distintos es como comparar manzanas y naranjas. Por ejemplo, si queremos determinar qué es peor, un producto que contamina el aire porque consume energía a partir de una planta que quema carbón o uno que destruye ecosistemas porque consume energía a partir de enormes represas hidroeléctricas, nos enfrentamos con la simple respuesta de que ambos tipos de poluciones deben ser minimizadas. Por lo tanto, el LCA es inútil para comparar productos pero es útil dentro de los procesos para identificar dónde disminuir el daño.

Materiales y Metodos

Para la presente investigación se seleccionaron tres establecimientos agrícolas en cada una de las localidades elegidas: Rojas, en la provincia de Buenos Aires, y Charata, en la provincia del Chaco; a partir de los cuales se obtuvieron los datos correspondientes a consumo de materiales, utilización de energía fósil, agroquímicos, maquinaria, etc., mientras que para los datos meteorológicos, ambientales y económicos se recurre a fuentes estadísticas y tablas disponibles.

Dentro del marco analítico del LCA, el método que se aplicará en el presente trabajo será el SUMMA (Sustainability Multicriteria Multiscale Assessment) desarrollado por Ulgiati, quien señala que «debe reconocerse que en ninguna circunstancia un único método puede ser suficiente para proveer información exhaustiva en una evaluación de impacto ambiental, y los LCAs con un enfoque único invariablemente terminan proveyendo indicaciones parciales y, a veces, incluso contraproducentes» (Ulgiati *et al.*, 2006).

El principal objetivo del método SUMMA es superar las limitaciones inherentes a todos los enfoques de criterio único, los cuales originan resultados parciales y frecuentemente erróneos. De acuerdo a este enfoque, el sistema analizado puede considerarse como una «caja negra» (Fig. 1), pudiendo verse, rastreando los diferentes flujos de materia y energía entrando y saliendo, el requerimiento total de servicios ambientales del lado de entrada y la carga ambiental relacionada a la salida. SUMMA integra varios métodos «upstream» (relacionados con la cantidad de recursos utilizados por unidad de producto) y «downstream» (tienen que ver con las consecuencias de las emisiones del sistema). Estos métodos son utilizados para una evaluación termodinámica, de uso de recursos y ambiental dentro del marco del LCA, y permite el cálculo de eficiencia consistente en el uso de recursos e indicadores ambientales. Análisis de Energía Incorporada, Flujo de Materiales y Síntesis EMergética están entre los métodos y herramientas «upstream» que son integrados a diferentes escalas y manejados simultáneamente para la generación de escenarios y evolución del sistema estudiado. El método «downstream» que se utilizará es el CML2 baseline 2000. (DECOIN Project, 2007).

• **Análisis de Energía Incorporada** (Embodied Energy Analysis): toma en cuenta todos los abastecimientos de energía empleados, directos e indirectos, en una escala global.

• **Síntesis EMergética**: en una escala global, toma en cuenta todos los *inputs* ambientalmente gratuitos (sol, viento, lluvia, etc.) así como también el soporte ambiental indirecto (la llamada «huella ecológica») acumulado en trabajo humano y servicios, los cuales no son normalmente incluidos en los análisis de energía incorporada. Además, el cálculo se extiende hacia atrás en el tiempo con el objetivo de incluir el trabajo ambiental necesario para la formación de recursos. Provee una estimación cuantitativa de todos los servicios ambientales, los renova-

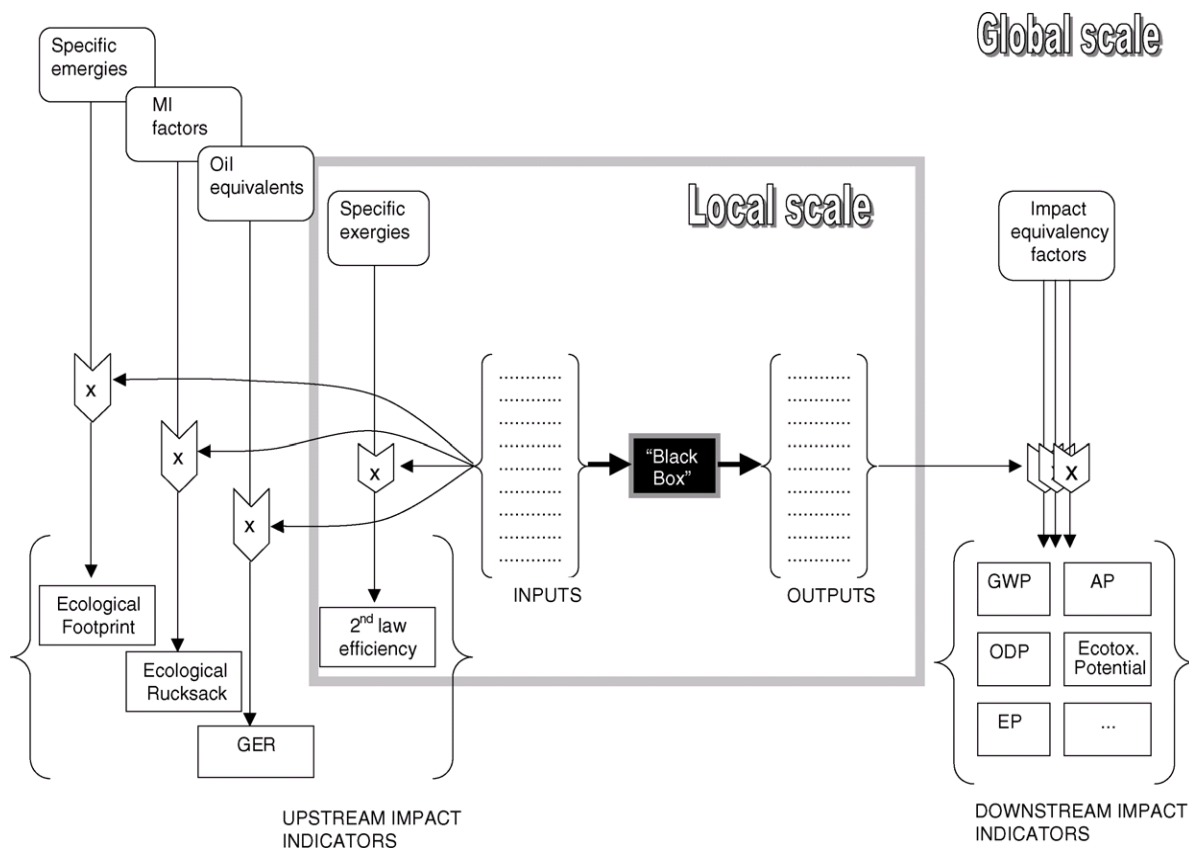


Figura1: SUMMA – Sustainability Multimethod Multiscale Assessment.

bles y no renovables, que son desviados de sus caminos naturales por el proceso estudiado, y entonces ya no pueden proveer sus funciones ecosistémicas naturales. La EMERGÍA **es la energía útil de una determinada forma usada directa o indirectamente para generar un determinado producto o servicio**. La unidad de la energía es el **emjoule** o joule emergético. Usando la energía, se pueden poner sobre una base común la luz solar, los combustibles, la electricidad, y los servicios humanos, expresándolos en emjoules de energía solar que cada uno de ellos requiere para ser producidos.

- **Material Flow Accounting:** apunta a la evaluación de los disturbios ambientales asociados con la extracción o la desviación de flujos de materia de sus caminos ecosistémicos naturales. En este método, los Factores de Intensidad de Materiales obtenidos de tablas disponibles (g/unidad) son multiplicados por cada *input*, calculándolos respectivamente para la cantidad total de materia abiótica, agua, aire y materia biótica que son requeridos directa o indirectamente para proveer cada *input* al sistema.

- **CML2 Baseline Method:** provee una medida para el potencial daño ambiental originado por la emisiones gaseosas, líquidas y sólidas por medio de apropiados valores de equivalencia relacionados con compuestos de referencia seleccionados para medir las siguientes categorías de impacto: efecto invernadero (calentamiento global), potencial de acidificación, disminución de la capa de Ozono estratosférico, eutrofización de cuerpos de agua, smog fotoquímico, eco-toxicidad, toxicidad humana, producción de residuos sólidos, uso de energía primaria. Por supuesto, debe realizarse una selección de las categorías más convenientes, ya que no todas ellas pueden aplicarse a todos los casos, o no todas ellas pueden ser importantes para el objetivo del analista (SMILE Project, 2009).

Como se planteó anteriormente, el marco metodológico propuesto se utiliza con la finalidad de obtener un conjunto de herramientas de evaluación integrada. Para esto, los principales pasos a seguir son:

***Identificación de los problemas**

- * Identificación e interacción con participantes (encuestas de tipo semi estructurado, entrevistas en profundidad, etc.).
- * Identificación de los límites del sistema y confección de diagrama de interacciones dentro de él (componentes, niveles, interacciones, flujos de entrada y salida).
- * Colecta de datos.
- * Organización y clasificación de datos (sectores, niveles, categorías, atributos).
- * Procesamiento de datos y cálculo de indicadores.
- * Monitoreo de cambios a lo largo del tiempo.
- * Discusión de los resultados (significado de los indicadores).
- * Temas políticos: limitaciones, interrelaciones, impactos, alternativas, propuestas, sustentabilidad (DECOIN Project, 2008).

En SUMMA el procedimiento de cálculo está basado en una plataforma Excel utilizada para analizar las entradas al sistema de la siguiente manera:

1. *Hoja de procedimiento de cálculo* (User's Interface): en ella están listados todos los datos de entrada que sostienen al sistema, y es la única hoja que puede ser modificada y actualizada por el usuario.
2. *Hoja de Masa*: son evaluados los flujos de masa y los correspondientes indicadores.
3. *Hoja de Energía*: se evalúan los flujos de energía y los indicadores correspondientes.
4. *Hoja de Emergía*: donde son reportados todos los datos de entrada de emergencia y los indicadores correspondientes.
5. Tabla de resultados y diagramas obtenidos (DECOIN Project, 2009).

Discusión y Conclusiones

Cuando estudiamos un sistema complejo, debemos ser conscientes de que es dinámico, con cambios rápidos, de manera que es necesario estar

aprendiendo sobre él y actualizando nuestra percepción permanentemente. El problema de la ciencia dura y sus modelos cuantitativos es que éstos son estáticos (plantean como condición mantener todas las variables fijas menos una -*ceteris paribus*- lo cual permite hacer predicciones a futuro). Sin embargo, el dinamismo presente en dichos sistemas complejos impide cualquier tipo de determinismo, y a la vez requieren la utilización de variables e indicadores que contemplen la posibilidad de variaciones en el tiempo, las cuales, para hacer las cosas aún más complicadas, son generalmente impredecibles a futuro. Por esta razón se debe mantener siempre abierta la posibilidad de cambios constantes en el abordaje de problemas en este tipo de sistemas.

A partir de la aplicación del método SUMMA se pretende obtener una visión más detallada de dos situaciones productivas diferentes: por un lado, la Región Pampeana, con un régimen de precipitaciones alto y la mayor fertilidad del país, y por otro, la Región Chaqueña, donde las condiciones climáticas, ambientales, edáficas, etc., son más delicadas y, en consecuencia, limitantes. El modelo agroindustrial, que tanto «éxito» ha tenido en la Región Pampeana (hablando sólo en términos de productividad), puede generar un resultado completamente distinto en una región marginal como es el Chaco semi árido. Con este método intentamos obtener, entonces, una información detallada de los impactos que origina el presente sistema agrícola en ambas ecosistemas, y a partir de estos resultados, intentar proponer medidas de corrección o mitigación en aquellos aspectos en los cuales se observe un impacto mayor.

Lo más importante para rescatar de este tipo de métodos de evaluación es la capacidad de abrir la mirada a distintos tipos de información, con un diálogo constante entre los diversos actores involucrados en un determinado conflicto socio ambiental. Estas son las bases epistemológicas de la ciencia post normal, la cual plantea que: «En un mundo dominado por el caos, fuimos removidos de las seguridades de la práctica científica tradicional. En muchos casos importantes no sabemos, y no podemos saber, qué pasará, o si nuestro sistema es seguro. Confrontamos temas donde los hechos son inciertos, hay valores en disputa, apuestas altas y decisiones urgentes. En las ciencias relevantes, el estilo del discurso ya no puede ser la demostración, como datos empíricos de conclusiones verdaderas. Más que eso debe ser un diálogo, reconociendo la incertidumbre, el compromiso de valores y la pluralidad de perspectivas legítimas. Éstas son las bases de la ciencia post normal» (Funtowicz y Ravetz, 1998, citado por Giampietro). La ciencia normal (Kuhn,

1962), la cual fue tan exitosamente extendida desde el laboratorio para conquistar a la naturaleza desde la ciencia aplicada, ya no es apropiada para la solución de problemas de sustentabilidad. En sustentabilidad los problemas de dimensiones social, técnica y ecológica están tan profundamente mezclados que es imposible considerarlos por separado, uno a la vez, como se hace dentro de los campos disciplinarios convencionales.

En definitiva, para abordar problemáticas ambientales, las cuales poseen una complejidad intrínseca, deben dejarse de lado los modelos reduccionistas basados en variables únicas y abrir la mirada a las demandas de los diversos actores involucrados, propiciando un diálogo que permita adquirir las distintas formas de conocimiento aportadas por los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

- FUNTOWICZ, S. and J.R. RAVETZ. 1993. «Science for the Post Normal Age», *Futures* 25(7), pp: 739-755.
- GIAMPIETRO, M. 2005. Multi-scale integrated analysis of agroecosystems, CRC Press, Series Advances in Agroecology.
- KUHN, T. 1962. La estructura de las revoluciones científicas, Fondo de Cultura Económica, México.
- Project DECOIN (Development and Comparison of Sustainability Indicators), Deliverable D1.1: DECOIN Project presentation leaflet, 2007, www.decoin.eu
- Project DECOIN, Deliverable D2.2: Recommendations for the use of analytical frameworks for monitoring and policy making, 2008.
- Project DECOIN, Deliverable D4.4: Tool manual, 2009.
- ROSEN, R. 1977. Complexity as a system property, *Int. J. Gen. Syst.*, 3: 227-232.
- Project SMILE (Synergies in Multi-scale Inter-Linkages of Eco-social systems), Deliverable D14: Energy and LCA evaluation of the present dynamics of investigated case studies, 2009.
- ULGIATI, S.; M. RAUGEI and S. BARGIGLI. 2006. Overcoming the inadequacy of single-criterion approaches to Life Cycle Assessment. *Ecological Modelling* 190: 432-442.

Charata y los modelos de estructuras de ciudades

Lic. Nora E. Mendoza

GEPAMA-FADU
mendoza@gepama.com.ar

Breve reseña socio-económica de la ciudad de Charata, provincia del Chaco¹

La ciudad de Charata es la cabecera del departamento Chacabuco ubicado al SO de la provincia del Chaco y a unos 250 km de Resistencia, la capital provincial. Según datos del Censo 2001, la ciudad tenía 22.573 habitantes (para los parámetros argentinos es una ciudad pequeña) en una planta urbana de unas 600 ha. Fuentes municipales destacan que actualmente se está produciendo un fuerte aumento poblacional por migración desde el ambiente rural, que responde al desarrollo productivo, comercial y social particularmente intenso en Charata. En efecto, un análisis de Baxendale y Buzai (2009) presenta una variación absoluta intercensal 1991-2001 de 6.737 habitantes, lo que representa una variación relativa intercensal para ese período de 42,54%.

Se podría decir que los movimientos poblacionales hacen al espíritu e identidad de Charata. Aún antes de su fundación, la zona SO de la provincia del Chaco comienza a recibir en 1885 inmigración europea. En concordancia con ello, un segundo componente de la política de expansión y crecimiento de la Nación se manifiesta: el tendido de líneas férreas para trenes de carga. Este era el medio de transporte dinamizador de ciudades y regiones por su eficiencia en el traslado de los recursos naturales desde su origen hacia los puertos que conectaban a nuestro país con el mercado externo. Luego, en 1904, vendría la fundación oficial de la ciudad de Charata.

Asentada en una llanura de origen fluvial y eólico con muy buenas condiciones para la actividad primaria, la agricultura ha sido históricamente la actividad principal de la región, predominando hasta hace poco tiempo el cultivo de algodón. Recién en la década del '90 del siglo XX comienza la producción de oleaginosas, con una proporción claramente dominante de la soja. En cuanto a la ganadería, también ocupa un lugar importante aunque secundario con respecto a la agricultura. En los '90 se logró un salto cualitativo y cuantitativo al incorporar mejoras genéticas en el ganado, aunque al poco tiempo recibió un fuerte revés debido a los costos y crisis económicas nacionales.

Tanto la actividad de servicios como la industrial están estrechamente relacionadas y son dependientes de la actividad primaria; la industria pionera fue la de silos y desmotadoras para la producción algodonera y en la actualidad se relaciona con la explotación de oleaginosas (silos, aceiteras e implementos agrícolas). También existen en Charata varias industrias PyME y MicroPyME (alimentos, talleres, transporte local, turismo, etc.) que generan productos para satisfacer a la población local.

Otra variable importante para la economía charatense, que actúa como componente de equilibrio en situaciones de emergencia social, son los subsidios provenientes del Estado Provincial y Nacional: el 25% de la población de Charata recibe planes y programas asistenciales y existe una fuerte presencia del Estado en la construcción de viviendas. La

¹ La información referida a la actividad económica, historia e infraestructura pública de Charata fue extraída de una serie de documentos (Planes Integrales) brindados por el Secretario de Obras Públicas, Arq. J.M. Recalde y comunicaciones personales tanto del Secretario del Intendente de la ciudad de Charata, Sr. Amalfi G. Ruiz como del Arq. Recalde.

ciudad también tiene cubiertos los requerimientos básicos hospitalarios y en cuanto a educación, cuenta con una veintena de edificios escolares para el cumplimiento del ciclo educativo (jardines de infantes, primarios, secundarios, de educación especial, etc.) y para desarrollar estudios superiores en ciertas carreras (escuelas agrotécnicas y sedes universitarias pública y privada).

La gran deuda relacionada con el desarrollo humano, social y económico de la ciudad (y la región) es la provisión de agua potable que hace décadas se constituye como un reclamo de primer orden y que los habitantes esperan ansiosos se solucione. Según consta en el Plan Integral Regional, la media de personas que tienen acceso al agua en la región por distribución mediante cañerías dentro del hogar es del 35,4% mientras que a nivel provincial, el promedio es de 56,4%. En la región la empresa provincial SAAMEP brinda el servicio de agua potable en unas pocas localidades y en otras pocas las municipalidades, pero el servicio es deficiente y de mala calidad. Muchos habitantes deben recurrir al agua potable envasada y comercializada por empresas privadas o acomodarse al suministro estatal por medio de canillas públicas o bidones de agua potable.

Objetivo y metodología

Se busca identificar la distribución espacial de los usos del suelo en la planta urbana de la ciudad de Charata y de qué manera los factores naturales y socio-económicos han influido en dicho arreglo espacial. Para ello se realizó un relevamiento de la distribución y configuración de usos del suelo y luego se realizó una comparación con algunos modelos de estructura interna de ciudades, es decir, una esquematización «... que explique la forma de crecimiento urbano y la distribución social de la población en su interior» (Buzai, 2006). Los modelos tomados como referencia fueron creados a lo largo del siglo XX por los siguientes autores: Burgess; Hoyt; Harris y Ullman; Sjöberg; Schnore; Yujnovsky; Bähr, Mertins, Borsdorf, Hardoy y Langdon y Griffin y Ford, presentados en el libro *Mapas Sociales Urbanos* de Gustavo Buzai (2003).

A pesar de que los modelos de estructura de ciudades mencionados fueron construidos pensando en urbes industriales o con una fuerte base industrial-comercial, con poblaciones mayores a los 50.000 habitantes y cultura predominantemente anglo-sajona -características no compartidas por la ciudad de Charata- se creyó de utilidad realizar un ejercicio comparativo con el fin de familiarizarse con el concepto de «modelo de estructura interna» y utilizar como guía para el análisis de Charata las principales variables estructurantes propuestas por los autores citados. De las similitudes y diferencias se tratará de conformar un patrón propio de dicha ciudad y las posibles causas que lo originan.

El análisis se realizó en agosto de 2009² a partir de observaciones directas hechas en la ciudad de Charata sobre sitios pre-seleccionados en una imagen satelital de resolución espacial de gran detalle. Esta preselección de sitios se realizó teniendo en cuenta tipo, ubicación y forma del uso del suelo en la planta urbana. Una vez en la ciudad, se visitaron estos sitios y en una planilla semi-estructurada se tomó nota sobre: uso del suelo del sitio y su vecino; características morfológicas y estilísticas del medio físico construido; tipo de infraestructura de servicios públicos; ubicación con respecto al centro de la ciudad. Eventualmente se agregaron sitios de análisis que se consideraron de interés en función de los objetivos.

Al finalizar el trabajo de campo se contó con la información contenida en 20 planillas; un relevamiento general de la ciudad y sus alrededores con las fotos correspondientes; entrevistas con informantes claves e información producto de charlas con pobladores que brindaron sus opiniones acerca de cómo es vivir en Charata, los cambios producidos en los últimos tiempos, problemas actuales y el porvenir de la ciudad y la región.

Usos del suelo en la planta urbana

Rodeada por actividad rural, Charata es una ciudad compacta y regular que se desarrolla en unas 300 manzanas con unas pocas parcelas de uso agropecuario insertas en la trama urbana (Gráfico 1, polígonos 12 y 20).

2 En el marco del Proyecto UBACyT «Patrones y procesos en las relaciones urbano-rurales: el caso de la Llanura Chaco Pampeana», se realizó esta salida a campo dirigida por la Lic. Mariana Totino en función de su Tesis de Doctorado. También se colectó información en función de otros objetivos de dicho Proyecto, parte de la cual se recabó por medio de las planillas confeccionadas para la ocasión por la Arq. Susana Eguía. El presente trabajo surge de parte de la información obtenida de dichas planillas y gracias a sugerencias de la Lic. DPUR. Claudia Baxendale.

La ciudad está situada a un lado de la Ruta Nacional 89, estableciendo zonas de *reserva de suelo para expansión urbana* solo en tres de los cuatro frentes de su perímetro de modo de evitar la expansión de la ciudad del otro lado de la mencionada ruta y provocar la conformación de nuevas barreras físicas dentro del ejido, un problema que ya aqueja a la ciudad. En la zona reservada a la expansión, existe actualmente un fuerte movimiento de construcción de viviendas y establecimientos educativos realizados con inversión pública (Gráfico 1, polígono 5 y 8); se podría decir que constituyen un sector periférico pionero en el avance de la ciudad sobre el ambiente rural. Incluso pudo observarse en la ciudad que anteriores planes de *viviendas de interés social* ya han sido utilizados para aumentar la superficie de la trama urbana hacia la periferia (Gráfico 1, polígono 7 y límite exterior del polígono 9).

Como mencionábamos antes, el tema de la dificultad de integración de la ciudad debido a barreras espaciales es una deficiencia que puede observarse desde el primer recorrido por Charata y que

también es comentada por funcionarios y vecinos. En este caso la barrera está constituida por el ferrocarril (Gráfico 1, polígono 15) que marca un fuerte contraste entre ambos lados de las vías, con una apariencia moderna generalizada de un lado (con gran dinamismo en lo recreativo, comercial, inversión privada, flujo de tránsito, etc.) y hacia el otro lado de la vía, cierto estancamiento, antigüedad y pobreza, pero con el dinamismo inyectado por el Estado en la construcción de barrios, el hospital y escuelas (Gráfico 1, polígono 5 y 13).

Esta zona de menor dinamismo, posee un sector de aspecto muy antiguo que deja entrever que fue el núcleo fundacional de la ciudad (Gráfico 1, Polígono 4 y 22). Está vinculado por una corta distancia a la estación del tren, posee una plaza con árboles añosos y edificios destacados para la comunidad como una antigua y gran escuela primaria; dos colegios de nivel medio; una biblioteca; un centro cultural y el Poder Judicial. Alrededor de esta zona se establece el uso de suelo residencial. En general, el flujo de actividad y circulación de personas es bajo.

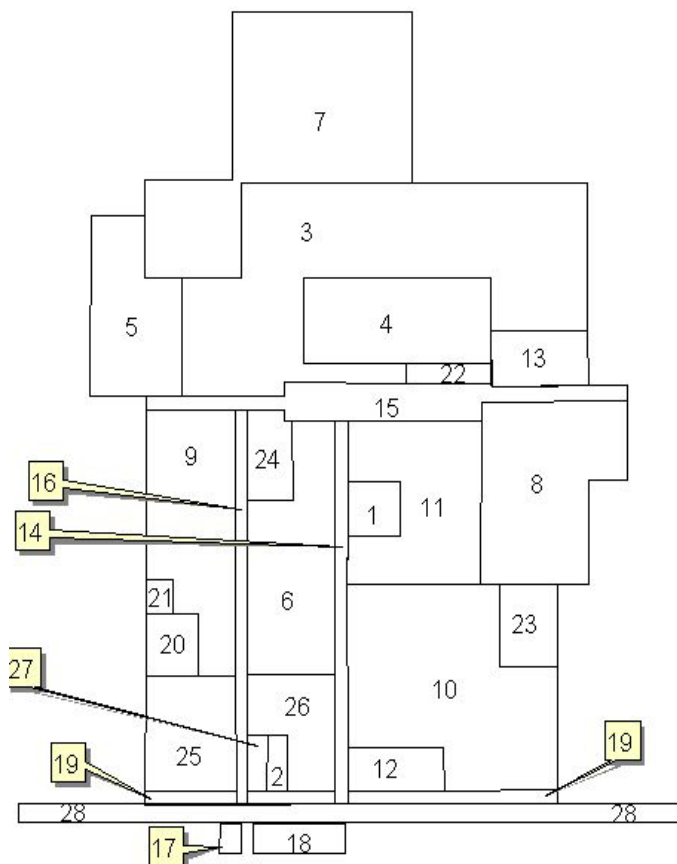


Gráfico 1. Usos del suelo en la planta urbana de Charata.

Shape	Id	Zonas	Observacio
Polygon	2	Resid cl alta	Nuevo
Polygon	12	Rural	Parcela Agricola
Polygon	3	Resid cl baja	Construc partic
Polygon	4	Resid cl media	Madura Antigua
Polygon	13	Servicios	Salud y Educ
Polygon	5	Resid cl baja	InteresSocial
Polygon	14	Via Comunic	Av. Güemes
Polygon	15	Via Comunic	FFCC
Polygon	6	Resid cl media	Madura
Polygon	26	Mix de usos	Muy baja densid
Polygon	17	Comerc	Agrícola
Polygon	18	Servicios	Cementerio
Polygon	19	Comerc	Banquina RN
Polygon	20	Rural	Parcela Pecuaria
Polygon	21	Servicios	Recreativo-Depor
Polygon	7	Resid cl baja	InteresSocy part
Polygon	22	Civico Cult	Madura
Polygon	8	Resid cl media	en Ensanch Urb
Polygon	23	Servicios	Polideportivo
Polygon	9	Resid cl media	
Polygon	10	Resid cl media	Densidad baja
Polygon	11	Resid cl alta	Maduro
Polygon	1	Civ Cult Financ	Municipio y plaz
Polygon	24	Comerc	Agric
Polygon	25	Comerc	Agrícola
Polygon	16	Via Comunic	delosAgricultore
Polygon	27	Comerc	Agrícola
Polygon	28	Via Comunic	RN 89

En efecto, cruzando la vía y dejando atrás la parte antigua de la ciudad se observa mayor movimiento fuertemente relacionado a otro tipo de vía de comunicación: la Av. Güemes (Gráfico 1, Polígono 14) que partiendo de las vías del ferrocarril atraviesa por la mitad esta zona de mayor dinamismo, para finalmente empalmar con la Ruta Nacional 89 (Gráfico 1, polígono 28). También, a unos 100 m de la avenida mencionada, se encuentra la Municipalidad; una segunda plaza (con arbolado joven³); la iglesia; los bancos; etc. (Gráfico 1, Polígono 1). Al contrario de lo que se observa en muchas localidades pequeñas del país, no existen en el perímetro de esta plaza las típicas confiterías y pequeños comercios que son lugar de esparcimiento de pobladores y visitantes; dicha actividad está desplazada a lo largo de la Av. Güemes. Tanto alrededor de esta zona como de la Av. Güemes predomina el uso residencial.

Por último, en esta zona de mayor dinamismo, se encuentra el otro acceso a la ciudad desde la Ruta Nacional, es la Avenida de los Inmigrantes (Gráfico 1, Polígono 16) destinada a vía de circulación de tránsito pesado y donde se ubica casi todo el comercio vinculado directamente a la actividad agropecuaria (venta de insumos) (Gráfico 1, Polígonos 17, 24, 25 y 27), que también se extiende por las banquetas de la ruta (Gráfico 1, Polígono 19).

Los Modelos de Estructura Interna de Ciudades y el caso de Charata

Burguess, uno de los autores pioneros en el estudio de la estructura interna de la ciudad, expuso sus ideas en 1925 basándose por un lado en la teoría de Von Thünen sobre localización de los tipos de producción agrícola con respecto al mercado y por otro, en las ideas contemporáneas de la Sociología de Chicago que aplicó conceptos ecológicos a la esfera social. Burguess, propuso un modelo de ciudad con una configuración en anillos concéntricos para cada uso del suelo. Entendía que la tendencia evolutiva que seguía la ciudad era del tipo «invasión-sucesión» de un uso del suelo sobre el siguiente a medida que se consolidaba.

Al aplicarlo al patrón de usos del suelo de Charata se encontraron ciertas diferencias; por ejemplo en nuestra ciudad no se aprecia un modelo de zonas concéntricas a partir de un núcleo al estilo *Central Business District* (CBD) con la clásica sucesión: *zona de transición en pleno deterioro con industrias y servicios; zona residencial de obreros; zona residencial media-media alta*. Hoyt en 1939, siguiendo a Burgess ubica de manera similar estas cuatro variables (aunque no exclusivamente en forma de anillos). Harris y Ullman en 1945, continúan con ciertas variantes a Burgess y Hoyt; una de estas variaciones se da en la vecindad del uso «Residencial de clase media» que limita con la zona comercial-financiera. De este modo, encontramos una similitud parcial con el patrón en Charata: el Sector Cívico-Cultural-Financiero (Gráfico 1, Polígono 1) y Comercial (Gráfico 1, Polígono 14) limita con uso residencial de clase media (Gráfico 1, Polígono 6). La coincidencia es solo parcial porque encontramos otros sectores residenciales de clase media que están un tanto alejados⁴ de este, limitando con uso del suelo rural o servicios recreativos (Gráfico 1, Polígono 8, 9, 10).

El Modelo de la Ciudad Latinoamericana de Griffin y Ford de 1980, sigue los lineamientos del clásico de Burgess, superponiéndole a la configuración en anillos una ordenación en sectores que se explica a partir de la capacidad que tienen ciertos grupos (la clase alta) para afrontar (desde el punto de vista económico) la creación de suelo urbano residencial con la infraestructura correspondiente. Estos autores también exponen que existen especificidades culturales, sociales y económicas que se traducen en diferencias espaciales (por ejemplo las características de conservación del centro histórico de la ciudad) y a las que se debe tener en cuenta a la hora de realizar aplicaciones de modelos o comparaciones. Griffin y Ford sostienen que en Latinoamérica los aglomerados urbanos de tamaño grande evolucionan hacia el modelo de ciudad norteamericana, mientras que las ciudades pequeñas poco han cambiado del patrón colonial.

Concentrándonos en el uso de suelo residencial, en Charata puede identificarse su ordenamiento desde el centro a la periferia como proponen Griffin

³ La edad del arbolado de ambas plazas sería un indicador sencillo y aproximado de la época de establecimiento de cada uno de los nodos cívico-culturales.

⁴ Se debe tener en cuenta que al estar hablando de una planta urbana pequeña, cuando utilizamos el término «lejos» está en correspondencia con el tamaño de la ciudad y puede tratarse de una distancia de unas 10 cuadras.

y Ford para ciudades latinoamericanas: una «zona de madurez» con construcciones tradicionales, con todos los servicios urbanos disponibles; una «zona de acrecentamiento *in situ*» definida como una transición entre clase alta y baja, de morfología heterogénea, con actividad de construcción y refaccionamiento de viviendas; una «zona de asentamientos periféricos» donde se ubican las viviendas más pobres y los inmigrantes recientes y solo existe prestación de algunos servicios urbanos. La diferencia con los autores es que en Charata la configuración en anillos no es clara; las viviendas de interés social no se ubican en la «zona de acrecentamiento *in situ*» como marca el modelo, sino en la periferia de la ciudad. Tampoco el sector residencial de alto poder adquisitivo ha permanecido solo en el centro de la ciudad, si no que existe de manera incipiente en la periferia pero no se encuentra relacionado físicamente a la columna comercial (prolongación del CBD) como determina el modelo de Griffin y Ford para el sector de alto poder adquisitivo.

Teniendo en cuenta el claro predominio de la actividad agropecuaria en Charata, resulta pertinente traer a colación a Sjöberg, que en 1960 estudió la distribución del uso residencial según la clase social en ciudades pre-industriales y determinó la localización central de las clases altas; la diferenciación espacial según aspectos étnicos, familiares o laborales y la muy baja diferenciación funcional en las actividades de la ciudad. Coincidiendo con su descripción, la zona residencial de clase baja (Gráfico 1, Polígono 3, 5 y 7) se encuentra en la periferia, en terrenos pequeños con espacio como para desarrollar actividad hortícola de auto-consumo, aunque por lo visto en Charata raramente se practica. En cuanto a la zona residencial de mayor poder adquisitivo, la coincidencia es parcial, repitiéndose la falta que ya notamos en otros modelos: existe en el centro un sector de viviendas de alta calidad (Gráfico 1, Polígono 11), compacto y homogéneo en estilo arquitectónico y con todos los servicios públicos disponibles, pero no se contempla la existencia en la periferia de nuevos sectores residenciales de clase alta.

De manera similar con respecto al estado de conservación, patrón y jerarquía alrededor del centro, encontramos coincidencias con Bähr, Mertins y Borsdorf. Estos geógrafos alemanes en el último cuarto del siglo XX estudian la situación de ciudades latinoamericanas y señalan que para ciudades fundadas antes de 1850 o posteriores pero de tamaño pequeño, la tendencia observada era el mantenimiento de la configuración original (mencionada

antes como «patrón colonial») y agregan otro factor característico, el amanzanamiento rectangular de la ciudad. Esta característica se observa claramente en Charata.

Según nuestras observaciones, el uso de suelo residencial de clase media en Charata es el más complejo de analizar por su dinamismo y distribución. Presenta un rango de variación amplio en morfología y origen de las residencias, por ejemplo, existen sectores tradicionales con viviendas construidas individualmente, cada una con su estilo arquitectónico particular (Gráfico 1, Polígono 6) y cercanos al centro Plaza-Municipio. También existen barrios homogéneos construidos por el Estado que con el pasar de los años han sido modificados y ampliados por los propietarios, con lo cual pasan a revalorizarse y cambian a una categoría de clase media (Gráfico 1, en Polígono 9). Hemos visto también en la periferia, una zona en la que hay una gran dinámica en la construcción individual.

En cuanto al uso residencial de clase baja, claramente se ubica en la periferia, en viviendas de autoconstrucción realizadas por el Estado.

El uso residencial de clase alta con construcciones maduras en perfecto estado de conservación, se ubica de manera compacta limitando con el centro Plaza-Municipio y los nuevos sectores ricos se ubican en la periferia, probablemente porque en la zona central ya no existe disponibilidad de lotes de tamaño adecuado para sus viviendas. De todos modos permanecen en la planta urbana donde tienen buena accesibilidad al Centro, a la «vida social» y quizás su ubicación cercana a una vía de tránsito pesado y a la Ruta Nacional (en completa contradicción con el modelo de Harris; Hullman y Hoyt) sea deficiente en cuanto a afinidad de usos pero tenga cierta relación con factores subjetivos relacionados al poder local, a ser visible e identificado fácilmente en la jerarquía de poder de la ciudad.

Volviendo al núcleo del que parte Burgess y centrándonos en el uso del suelo Cívico-Cultral-Financiero, en Charata la zona comercial financiera y los Edificios del Poder, no están concentrados como un núcleo, si no que encontramos tres zonas espacialmente separadas con presencia desigual de las actividades financieras, cívica y culturales: por un lado existe un centro cívico-cultural-financiero, que incluye a la Municipalidad, la iglesia, la plaza, una biblioteca, bancos, etc. (Fig. 1, Polígono 1); un segundo centro cívico-cultural, del otro lado de las vías del ferrocarril (Fig. 1, Polígono 22), que incluye al Poder Judicial, un centro cultural y biblioteca y un

tercer sector comercial y recreativo en forma lineal que se ubica en un tramo de la Av. Güemes (Fig. 1, Polígono 14), dónde el movimiento de gente es mayor. Aunque no se «desprende» del centro cívico-cultural-financiero, está muy cerca (a unos 100 m). Tampoco coincide con lo expresado por Griffin y Ford que mantienen la idea de un CBD como nodo con accesibilidad centrípeta, deteriorado (situación que no se observa en Charata).

A pesar de que en Charata los «Edificios del Poder» y la actividad comercial se presentan espacialmente separados, deseamos que sea un modelo de tipo «de núcleos múltiples» como expresa Harris y Ullman debido a que estos se formarían por un proceso de incorporación de los suburbios por el crecimiento de la aglomeración y en Charata cada sector de actividad cívica, comercial y financiera se ubicó desde un principio en la planta urbana original.

Cambiando el peso de los factores de configuración territorial, Hoyt, en su Modelo de los Sectores considera la renta del suelo y su relación directa con las vías de acceso y también, con variables como la complementariedad de usos del suelo y el

relieve. En Charata encontramos sectores claramente definidos según dos vías de acceso principal que conectan con la Ruta Nacional, uno reúne el corredor comercial-recreativo (la Av. Güemes ya mencionada) y el otro, el sector de servicios agrícola-comerciales y de transporte de carga pesada (Fig. 1, Polígono 16). También, fuera de la planta urbana pero ligado por estas vías de acceso, se encuentra un exclusivo hotel que aprovecha aspectos estéticos del paisaje (otra de las variables citadas por Hoyt).

En este modelo se observa:

- La homogeneidad de usos del suelo a un lado de las vías del ferrocarril y la heterogeneidad al otro.
- De qué manera las principales vías de comunicación (ferrocarril, Ruta Nacional y accesos a la ciudad) son acompañadas por la máxima variación y cantidad de usos del suelo.
- La predominancia en superficie del uso del suelo residencial.
- No se observa una configuración en anillos.

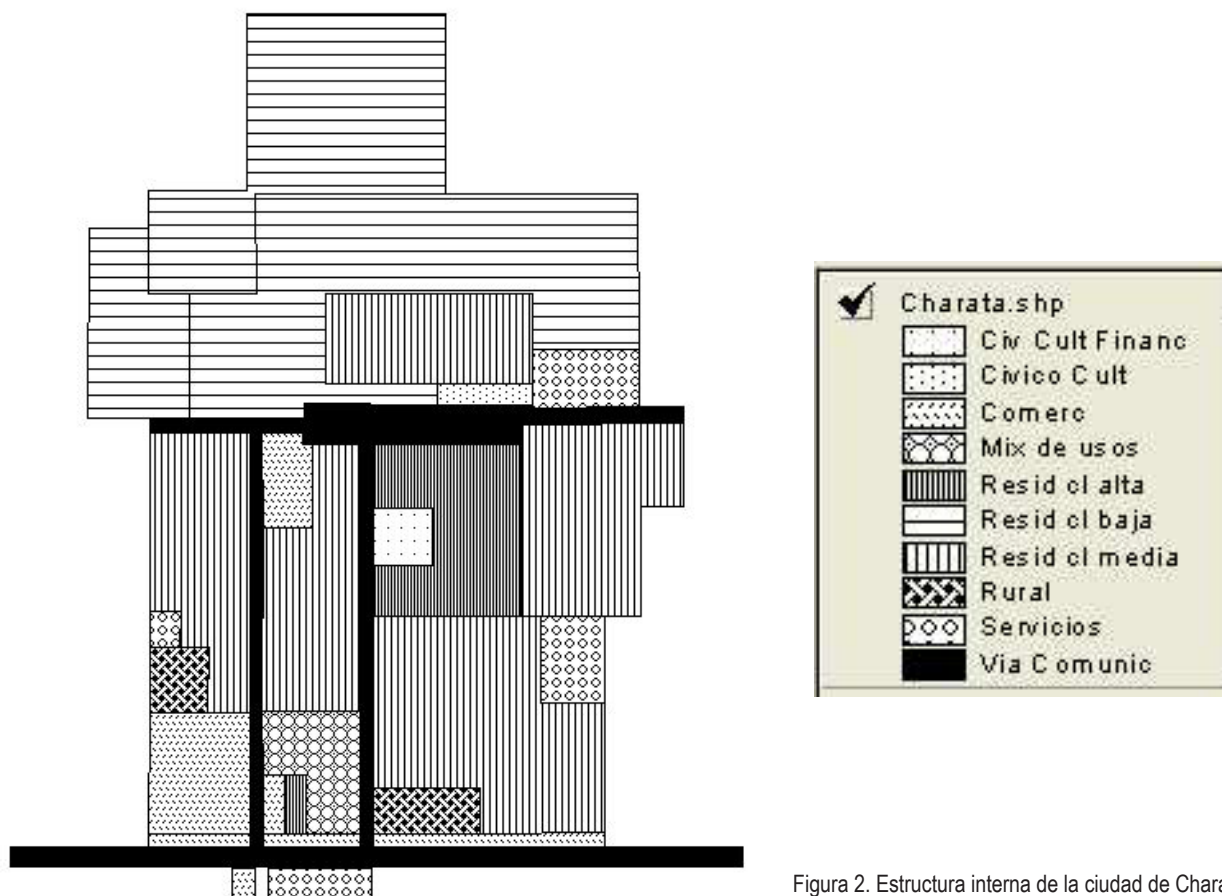


Figura 2. Estructura interna de la ciudad de Charata.

Discusión

Es difícil encontrar un patrón espacial de distribución que se ajuste a los modelos de los autores presentados, aunque ciertos factores señalados por ellos, como las vías de comunicación como determinantes de la renta del suelo y la valorización del Centro de la ciudad son elementos que en Charata se presentan con fuerza en la estructuración de la organización espacial. Por otro lado, son notables ciertas desviaciones de los modelos como la dispersión del CBD/edificios del poder; ubicación de los usos residenciales y afinidad entre usos del suelo vecinos.

A raíz de esta situación, creemos necesario un planteo del tipo de Yujnovsky de 1971 que enfatiza que una ciudad es parte de un sistema mayor de relaciones y que su configuración espacial está relacionada con la vinculación entre las actividades que desarrolla y un sistema económico de mayor envergadura. Además, factores históricos, de la cultura local y regional pueden provocar variantes u obsolescencias espaciales que originen características propias, problemas sociales y ambientales que influye en su forma.

Para el caso en estudio, debemos tener en cuenta el sistema político-económico internacional que sostiene la fuerte dependencia a un agro-sistema que presiona hacia el monocultivo (la soja) y las exportaciones. La estructura agrícola productiva y comercial que se instaló en la Región Chaco-Pampeana con un modelo de monocultivo que en la actualidad se ve reforzado y sostenido por los avances tecnológicos en semillas y herbicidas, hace que la ciudad de Charata continúe más o menos cristalizada, sin diversificarse y complejizarse funcionalmente debido al gran esfuerzo político, económico y cultural que implicaría oponerse a una estructura económica internacional dominante. De todas maneras y en honor a la compleja realidad, no se debe dejar de lado un factor natural que podríamos considerar dentro de lo que Burgess menciona como restricciones geográficas, la escasez de agua potable: Charata y gran parte de la Región Chaqueña sufre de escasos y problemas de contaminación (natural) del agua con arsénico y flúor lo que condiciona la habitabilidad, la generación de actividades y diversificación de servicios en la ciudad⁵.

Creemos que Charata desde sus orígenes estuvo predestinada a jugar cierto papel en el sistema agro-exportador internacional. Factores concurrentes, como el ferrocarril (el medio de transporte que posibilitaba el circuito económico regional de la época) sostuvieron dicho sistema y confluyeron en la organización de la estructura interna de Charata. La trama urbana comenzó a establecerse como típicamente puede verse en las ciudades pequeñas de la Argentina: cercana a la estación del tren la plaza, los edificios del poder y alrededor el área residencial de mayor nivel adquisitivo que iba descendiendo hacia la periferia.

Varias décadas después, con el proceso de desinversión nacional en el ferrocarril y el cambio hacia un transporte de carga por ruta, Charata pasó a depender y organizarse según las nuevas vías de acceso: la Ruta Nacional y avenidas principales que determinaron un reacomodamiento en la configuración espacial de la ciudad: vuelve a construirse un núcleo con una plaza y nuevos edificios del poder, esta vez en relación al acceso que desemboca en la Ruta Nacional. Se re-ubica el sector de servicios y comercio y de la misma forma lo hace el uso residencial, aunque quizá de una manera menos rígida en cuanto a seguir la conformación en anillos, ya que la forma lineal de las avenidas permite un acceso no centralizado (situación que se produce con las estaciones de tren que concentra el interés por el acceso en el punto estación) y por ello una renta del suelo más gradual y extendida.

Como decíamos al principio, Charata cuenta con un modelo económico centenario basado en la extracción de los productos agrícolas. Esta estructura rígida de producción y comercialización con mínimo valor agregado producto de un modelo económico centralizado y cierta dificultad natural —la escasez de agua potable—, se presenta como una traba para la «invasión-sucesión» de usos de la que habla Burgess y la baja diferenciación de funciones en la ciudad, es decir un impedimento en la «evolución natural» o secuencia histórica que debería seguir una ciudad.

Paralelamente a nivel local, el Estado a través de un tipo particular de uso del suelo residencial (los planes de vivienda o de interés social) dirige y gestiona la configuración de la ciudad. A diferencia de

⁵ Frecuentemente se escucha el comentario de ciudadanos y funcionarios referido a que cuando se solucione el problema del agua, Charata no tendrá condicionantes para que se establezca una industria que agregue valor a los recursos agrícolas locales: «Ese día ¡Charata se va para arriba!».

las grandes aglomeraciones urbanas de la Argentina, no existe en Charata una zona periurbana de múltiples y contradictorios usos que se expande espontáneamente sobre el medio rural sin regulación y planificación del territorio, como es característico en el Gran Buenos Aires o Gran Rosario. Aunque habría que analizar la conveniencia de construir grandes bloques destinados a un sector social en particular, o pequeños que se integren en la trama para evitar la segregación. También existen, en cuanto ordenamiento territorial, medidas para evitar nuevas barreras físicas y remediar las existentes; restricciones a la circulación de camiones (cuestión clave, ya que en época de cosecha el transporte automotor de carga se incrementa exponencialmente); regulaciones referidas al desplazamiento o prohibición de usos y elementos no deseados en la trama urbana (silos; industrias, planta de tratamiento cloacal, basural) que pasan a ubicarse en predios destinados a tales fines sobre la Ruta Nacional y a cierta distancia de la ciudad.

Por último, cabe preguntarse si Charata podrá solucionar el preocupante problema del agua potable; si permanecerá más o menos dependiente del monocultivo según se desarrollen las políticas nacionales y los mercados externos; si aprovechando el actual auge de la actividad agrícola sojera y como cabecera de su Departamento se posicionará como referente regional en servicios y comercio relacionados con esta actividad; si reforzará la diversidad

de su matriz productiva incorporando la industria vinculada al agro; si podrá reforzar su posición ante los niveles gubernamentales provincial y nacional.

Conclusiones

En Charata, el Estado (local, provincial y nacional) es el principal agente modelador de la configuración urbana aunque con variaciones según la etapa histórica: en su fundación con la instalación del ferrocarril y la promoción de la inmigración, actualmente con infraestructura habitacional, educativa y de salud pero con algunos problemas en cuanto a vías de comunicación y sobre todo en servicio de agua potable.

En cuanto a los modelos de estructura interna de ciudades, creemos que se ha menospreciado el peso de los factores sociales, políticos e históricos, así como también la influencia de procesos que juegan a otras escalas espaciales, diferente a la local. El afán por encontrar similitudes o aplicar los modelos de base anglosajona no ha permitido comprender y sacar el mayor provecho al objetivo de construcción de un modelo. También creemos que es necesario seguir distinguiendo entre modelos según tamaño de las ciudades, ya que esta característica está relacionada con la cantidad y complejidad de las funciones urbanas y por nuestra experiencia no es posible aplicar indistintamente modelos pensados para ciudades grandes a pequeñas.

BIBLIOGRAFÍA

- Baxendale, C. y G. Buzai. (2009). Población y sistema de localidades en dos áreas de la llanura Chaco-Pampeana. Análisis comparativo temporal espacial 1991-2001 entre áreas de estudio.
- Buzai, Gustavo D. (2003). Mapas Sociales Urbano. Buenos Aires. Lugar Editorial.
- Buzai, Gustavo D. (2006). Modelos Urbanos. Cap. 2. En: «Crecimiento urbano y sus consecuencias sobre el entorno rural. El caso de la Ecorregión Pampeana». Silvia D. Matteucci; Jorge Morello; Gustavo Buzai; Claudia Baxendale; Mariana Silva; Nora E. Mendoza; Walter Pengue; Andrea Rodríguez. Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires.
- Plan Integral Local Charata-Plan Manos a la Obra. Proyecto: «Perfeccionando Nuestro Trabajo». Instituciones Intervinientes: Municipalidad de Charata y Ministerio de Desarrollo Social de la Provincia del Chaco.
- Plan Integral Regional para el Programa Nacional «Manos a la Obra». Microregión Sudoeste II Chaco.

Disponibilidad de información para el diseño de planes de conservación en el Chaco semiárido argentino

Micaela Camino¹ y Sara Cortez²

¹Tesista de doctorado, GEPAMA, FADU, UBA

²Mestre em Etologia, Instituto Superior de Psicologia Aplicada

Lic. em Biologia Aplicada aos Recursos Animais Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
spcortez@gmail.com

Introducción

Dependemos de una gran variedad de bienes y servicios proveídos por la naturaleza (Blamford *et al.*, 2002; Carreño *et al.*, 2009). Los procesos ecosistémicos que resultan en un beneficio para los humanos se llaman *servicios ambientales* (Egoh *et al.*, 2007; Carreño *et al.*, 2009). Es probable que muchos procesos y funciones del ecosistema sean desconocidos para la sociedad, pues es muy difícil comprender el funcionamiento de un ecosistema en su totalidad (Pressey *et al.*, 2007). Existen servicios ambientales que el humano aprovecha sin conocer su funcionamiento, valor o fragilidad (Blamford *et al.*, 2002; De Fries *et al.*, 2004; Carreño *et al.*, 2009). Entre los servicios ambientales más importantes se encuentran: la regulación climática, de gases, de disturbios naturales, de enfermedades; la provisión y purificación de agua; el ciclado de nutrientes; la protección contra la erosión (e.g. eólica), manteniendo así la fertilidad de los suelos; la provisión de alimentos, materias primas y remedios; la eliminación de desechos, entre otros (Chardonnet *et al.*, 2002; Foley *et al.*, 2005; Egoh *et al.*, 2007). Los bienes extraídos de la naturaleza son fácilmente cuantificables; pero es difícil dar un valor a los servicios ambientales y probablemente el coste de desaparición de los mismos no pueda ser resarcido (Pengue, 2009). Además, los ecosistemas son sostén y parte de la biodiversidad; las especies nativas que habitan un ecosistema son propiedad y patrimonio de las sociedades humanas, su riqueza y diversidad genética son parte del patrimonio natural de países y regiones del mundo (Ojasti y Dallmeier, 2000; Pengue, 2009). Cada una cumple un rol específico en el ecosistema y contribuye a su integridad funcional.

Durante el siglo veinte el número de personas y el nivel de consumo por persona aumentó significativamente en el mundo, esto provocó grandes cambios en los usos de la tierra (Sanderson *et al.*, 2002a; De Fries *et al.*, 2004; Foley *et al.*, 2005). Las formas de uso de la tierra varían enormemente, dependiendo de las condiciones económicas y naturales del lugar; el patrón común de este cambio global es la extracción de recursos para cubrir necesidades humanas inmediatas, degradando las condiciones ambientales (Foley *et al.*, 2005; Pengue, 2009). Las consecuencias de esto se han demostrado en diferentes estudios, como ejemplo podemos hablar de cambios climáticos regionales, contaminación y degradación de suelos y de cuerpos y cursos de agua (incluyendo acuíferos); la pérdida de biodiversidad por pérdida, modificación y fragmentación de hábitats (Sanderson *et al.*, 2002a; Foley *et al.*, 2005; Morello y Rodríguez, 2009).

En la Argentina las consecuencias de la sobreexplotación de los recursos naturales y el desordenado uso de la tierra se observan en todos los ecosistemas, provocando una degradación ambiental que se ve acompañada por grandes problemas sociales (Buliubasich y González, 2009; Morello y Rodríguez, 2009). El Chaco semiárido, parte de la ecorregión Chaco Seco, resulta altamente vulnerable y con prioridad de conservación a escala regional (Dinerstein *et al.*, 1995). La degradación es acelerada; la explotación de recursos es de carácter meramente extractivo y utiliza técnicas inadecuadas para el ecosistema, esto lleva a que el modelo económico no resulte sustentable en el tiempo (Morello y Rodríguez, 2009). Las prácticas y conocimientos locales son desaprovechados (Buliubasich y González, 2009; Pengue, 2009). El Chaco semiárido es un

paisaje dinámico que posee gran riqueza biológica y cultural (Dinerstein *et al.*, 1995; TNC, 2005; Buliubasich y González, 2009). Conviven especies endémicas o en peligro de extinción, como el quimilero (*Catagonus wagneri*) y el tatú carreta (*Priodontes maximus*), con diferentes culturas como wichí, toba o criolla (Buliubasich y González, 2009). Además, se observan en esta región procesos ecológicos únicos, como la interacción simpátrica de tres especies de pecaríes (Altrichter y Boaglio, 2004). La superficie cubierta por áreas protegidas es insuficiente (Burkart *et al.*, 2007) pero afortunadamente aun existen parches de diferentes ambientes en buen estado de conservación (TNC, 2005; Morello y Rodríguez, 2009). Es urgente una planificación territorial que regule los usos de la tierra y permita la conservación a largo plazo del ecosistema y su biodiversidad y que, a la vez, considere las necesidades de la gente (Morello y Rodríguez, 2009; Sanderson *et al.*, 2002b).

Las planificaciones territoriales deben considerar la sustentabilidad en el tiempo de las actividades que se desarrollan en los diferentes ambientes del área de interés (De Fries *et al.*, 2004; Sanderson *et al.*, 2002b), para esto es necesario que el ecosistema y su biodiversidad no se deterioren y esto se logra estableciendo prioridades de conservación en el territorio, es decir que es necesario elaborar planes de conservación y uso sustentable de los recursos naturales (Groves *et al.*, 2000; McDonald y Service, 2006). Para que los mismos resulten exitosos debe identificar los elementos del paisaje importantes para la integridad funcional y la escala adecuada (Sanderson *et al.*, 2002b) y los tipos de heterogeneidad que influyen directamente las partes de la naturaleza amenazada (*op. cit.*). Muchos estudios han investigado la manera apropiada de identificar estos factores, algunos autores se enfocan en los patrones de la biodiversidad e intentan conservar los sitios con mayor riqueza específica (Myers *et al.*, 2000; McDonald y Service, 2006). Otros enfatizan la conservación de servicios ecosistémicos (McDonald y Service, 2006; Egoh *et al.*, 2007) o bien la selección de sitios que aseguren la representación de especies, comunidades y procesos ecológicos (Groves *et al.*, 2000). Otra manera de establecer planes de conservación y manejo de un paisaje es enfocando los esfuerzos en los requerimientos de una o varias especies seleccionadas (Lambeck *et al.*, 1997; Sanderson *et al.*, 2002; Coppolillo *et al.*, 2004; McDonald y Service, 2006). En el año 2002 Sanderson *et al.* elaboraron un método de conservación espacialmente explícito, basado en el concepto de *especies paisaje*. Estas especies poseen características tales como: funciones ecológicas importantes, gran-

des requerimientos de área y de diversidad de ambientes (Sanderson *et al.*, 2002; Coppolillo *et al.*, 2004). El método consiste en mapear sus requerimientos espaciales y, superponiéndolos a mapas de uso de la tierra, identificar los sitios en los cuales las actividades humanas afectan la integridad del ecosistema. De esta manera, se cubren los requerimientos espaciales de un grupo seleccionado de especies, que actúan como especies paisaje, y se protegen otras especies y la integridad del paisaje (Sanderson *et al.*, 2002; Coppolillo *et al.*, 2004).

En este trabajo evaluamos el grado de disponibilidad de información suficiente para elaborar planes de conservación utilizando mamíferos grandes como *especies paisaje* en el Chaco semiárido. Los mamíferos grandes incluyen especies carismáticas que facilitan las campañas de conservación al ser utilizados como especies bandera (Lambeck, 1997; McDonald y Service, 2006; Schlegel y Rupfa, 2010) y muchas especies cumplen los requisitos para ser especies paisaje (Sanderson *et al.*, 2002b; Coppolillo *et al.*, 2004; McDonald y Service, 2006). Al mismo tiempo utilizamos un método que permite detectar vacíos de información y establecer prioridades de investigación en la región.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El trabajo fue llevado a cabo en el Chaco semiárido argentino (Fig. 1), una fracción del Chaco seco que contiene parches de vegetación arbustiva alternados con pastizales, peladares, sembradíos y parches de bosques xerofíticos y semicaducifolios (Cabrera, 1976). Hace cien años los bosques estaban dominados por quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis lorentzei*) y quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*), de altura superior a 20 m, a veces con palo santo (*Bulnesia sarmientoi*). Este estrato superior aún se mantiene en algunas porciones del paisaje. Otros árboles importantes más bajos son el itín (*Prosopis kuntzei*), el mistol (*Ziziphus mistol*), el guayacán (*Caesalpinia paraguayensis*) y los algarrobos (*Prosopis* sp.) (Morello y Adámoli, 1974; Cabrera, 1976). Muchos bosques y pastizales se han convertido en arbustales densos y espinosos, de bajo valor comercial (Morello y Rodríguez, 2009).

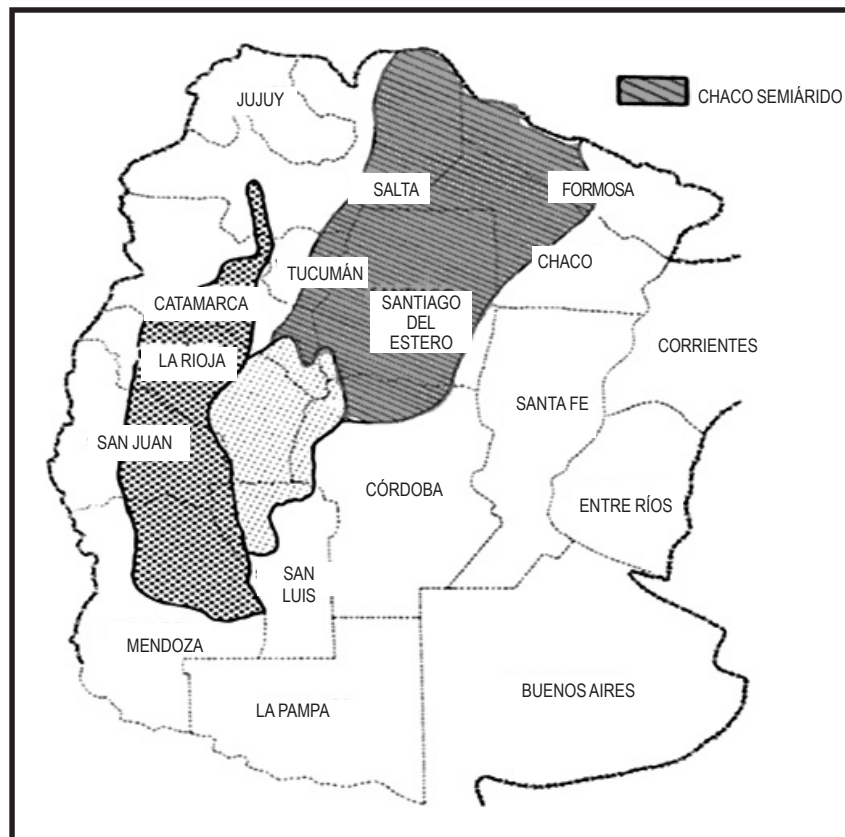


Figura 1. Área del Estudio, Chaco semiárido.

Para aplicar el método de *especies paisaje*, las mismas deben ser primero seleccionadas. Para esto debe generarse, para cada especie candidata, un índice agregado que resulta de la suma de los valores normalizados dados a las siguientes categorías (adaptado de Coppolillo *et al.*, 2004):

- (1) requerimientos de **área**: a) área de acción; b) distancia de dispersión; c) proporción de paisaje ocupada, d) requerimientos poblacionales,
- (2) requerimientos de **heterogeneidad de hábitat**: a) proporción de tipos de hábitat; b) jurisdicciones que utilizan los individuos; c) proporción de tipo de hábitat de los que depende el status local de la especie,
- (3) **vulnerabilidad**: a) amenazas; b) características de historia de vida,
- (4) **función ecológica**,
- (5) **importancia socio-económica**: a) importancia cultural; b) valor económico; c) conflictos.

La especie con el índice de mayor valor será seleccionada y si no cubre todos los requerimientos espaciales de las demás, se seleccionarán más especies. En este caso, se selecciona entre las cinco especies de mayor índice a aquella con mayor *complementariedad* respecto a la anterior seleccionada. La *complementariedad* se considera la mínima superposición en las categorías (2) y (3a). Este proceso se repite hasta cubrir los requerimientos espaciales de todas las especies.

Para elaborar planes de conservación utilizando mamíferos grandes como *especies paisaje* deberá disponerse de información suficiente para completar las cinco categorías ya descritas y así generar el índice agregado. Evaluamos la disponibilidad de información mediante una revisión bibliográfica (con un esfuerzo humano de aproximadamente 300 horas) para algunas especies de mamíferos presentes en el área: Puma (*Puma concolor*), yaguararé (*Pathera onca*), pecarí labiado (*Tayassu pecari*), pecarí de collar (*Pecari tajacu*), quimilero (*Catagonus wagneri*), tapir (*Tapirus terrestris*), oso hormiguero (*Myrmecophaga tridactyla*) y tatú carreta (*Priodontes*

maximus). Los datos para cada categoría y para cada especie se clasificaron por rigor estadístico, metodológico y aplicabilidad al Chaco semiárido argentino, utilizando una escala de 6 categorías: A = datos completos, rigurosos, precisos, del área de estudio; B = ídem pero de un sitio ecológicamente similar (SES); C = datos buenos, del lugar o de un SES, pero limitados en algún aspecto. D = datos fallos en el diseño de muestreo o en el análisis del lugar o de un SES; E = datos solo disponibles para una especie similar o para un lugar ecológicamente diferente; F = sin datos.

Consideramos que la información encontrada sería adecuada para integrar el índice agregado si cumplía dos requisitos:

- para cada especie, por lo menos 50% de los datos se clasifica como A, B o C;
- para cada especie, existe literatura disponible sobre por lo menos 80% de las categorías.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Revisamos un total de 405 publicaciones en busca de información para la Región Chaqueña y, para cada especie. Encontramos entre 5 y 15 trabajos (Cuadro 1). La información disponible es poca, la mayor parte de los estudios se llevaron a cabo en ambientes de características muy diferentes a las del Chaco semiárido y, por este motivo, los resultados no son extrapolables a esta región.

A partir de los puntajes (A-F) dados a la información disponible de cada categoría (Cuadro 3) las

prioridades de investigación obtenidas para todas las especies aquí analizadas son:

- 1) utilización del espacio en el Chaco semiárido argentino:
 - a- distancia de dispersión,
 - b- proporción del paisaje ocupada por un individuo,
 - c- requerimientos poblacionales de área;
- 2) requerimientos de hábitat en el Chaco semiárido argentino;
- 3) características de la historia de vida en el Chaco semiárido argentino o en ambientes ecológicamente similares;
- 4) función ecológica en el Chaco semiárido argentino o en ambientes ecológicamente similares.

Además *P. maximus*, *P. onca*, *M. tridactyla* y *T. terrestris* son especies muy poco estudiadas en la región. Existen datos de buena calidad para *M. tridactyla*, *P. maximus* y las tres especies de pecarí, pero ninguna especie cumple simultáneamente los requisitos 1 y 2 (condición necesaria para que el uso del índice agregado de resultados consistentes) (Cuadro 2). Para las especies aquí analizadas tampoco es posible cubrir por lo menos el 80% de las cinco categorías con la información disponible. Por estos motivos, establecer planes de conservación utilizando mamíferos grandes como *especies paisaje* no sería adecuado. Será necesario profundizar las investigaciones en el área de estudio y evaluar la utilización de métodos alternativos para establecer planes de manejo, como los basados en patrones de biodiversidad o, más robustos, en tipos de ambientes (Sanderson *et al.*, 2002b; McDonald y Service, 2007; Morello y Rodríguez, 2009).

Cuadro 1. Número de publicaciones encontradas para cada especie, por tipo de ambiente.

Especie	Regiones		
	Chaco	Otros ambientes	Total
Tapir (<i>T. terrestris</i>)	8	33	41
Oso Hormiguero (<i>M. tridactyla</i>)	7	40	47
Yagareté (<i>P. onca</i>)	11	89	100
Tatú carreta (<i>P. maximus</i>)	5	20	25
Puma (<i>P. concolor</i>)	3	24	27
Pecarí de collar (<i>P. tajacu</i>)	11	62	73
Pecarí labiado (<i>T. pecari</i>)	11	66	77
Quimilero (<i>C. wagneri</i>)	15	0	15

Investigar los grandes mamíferos de la región, sus requerimientos, sus roles ecológicos, las características de su historia de vida y su relación con características antrópicas y naturales del paisaje es urgente ya que resulta riesgoso establecer planes de conservación en un marco de desconocimiento.

Cuadro 2. Requisitos considerados necesarios para el uso del índice agregado de Coppolillo *et al.*, 2004.

	1 (%)	2 (%)
Tapir (<i>T. terrestres</i>)	54	77
Oso hormiguero (<i>M. tridactyla</i>)	38	77
Yagüaré (<i>P. onca</i>)	54	69
Tatú carreta (<i>P. maximus</i>)	38	77
Puma (<i>P. concolor</i>)	46	69
Pecarí de collar (<i>P. tajacu</i>)	69	77
Pecarí labiado (<i>T. pecari</i>)	54	77
Quimilero (<i>C. wagneri</i>)	69	77

(1) porcentaje de trabajos clasificados como A,B o C; (2) porcentaje de categorías cubiertas en la literatura.

Cuadro 3. Calidad de las publicaciones analizadas, por especie y categoría.

		Tapir	Oso hormiguero	Yagüaré	Tatú carreta	Puma	Pecarí collar	Pecarí labiado	Quimilero
Área	Área de acción	B	C	B	B	B	B	E	B
	Distancia de dispersión	F	F	E	F	F	F	F	F
	Proporción del paisaje ocupado	F	F	F	F	F	A	A	A
	Requerimiento poblacionales	C	E	E	B	E	B	E	B
Heterogeneidad	Hábitats que requiere 1 individuo	E	B	B	B	B	B	C	B
	Unidades de jurisdicción que usa 1 individuo	F	F	F	F	F	F	F	F
	Hábitats de los que depende la especie	F	F	F	F	F	F	F	F
Vulnerabilidad	Amenazas	B	C	B	A	E	A	A	A
	Características de la historia de vida	E	C	E	E	E	B	B	B
Funcionalidad ecológica		B	E	E	E	E	E	E	F
Importancia socio económico	Importancia cultural	A	C	A	A	A	A	A	A
	Valor económico	F	C	E	C	B	A	A	A
	Conflictos	A	C	A	A	B	A	A	A

A: datos completos, rigurosos, precisos, del área de estudio; B: idem pero de un sitio ecológicamente similar (SES); C: datos buenos, del lugar o de un SES, pero limitados en algún aspecto. D: datos malos o imprecisos del lugar o de un SES; E: datos solo disponibles para una especie similar o para un lugar ecológicamente diferente; F: sin datos.

BIBLIOGRAFÍA

- ALTRICHTER, M. and G. BOAGLIO. 2004. Distribution and relative abundance of peccaries in the Argentine Chaco: associations with human factors. *Biological Conservation* 116: 217-225.
- BLAMFORD, A.; A. BRUNER; P. COOPER; R. COSTANZA; S. FARBER; RE. GREEN; M. JENKINS; P. JEFFERISS; V. JESSAMY; J. MADDEN; K. MUNDRO; N. MYERS; S. NAEEM; J. PAAVOLA; M. RAYMENT; S. ROSENDO; J. ROUGHGARDEN; K. TRUMPER and R.K. TURNER. 2002. Economic Reasons for Conserving Wild Nature. *Science* 297: 950-953.

- BULIUBASICH, E.C. y A.I. GONZÁLEZ. 2009. Los Pueblos Indígenas de la provincia de Salta. La posesión de sus tierras. Departamento San Martín. Convenio Marco: Universidad Nacional de Salta; Ministerio de Justicia, Seguridad y Derechos Humanos-Presidencia de la Nación-Secretaría de Derechos Humanos; Centro promocional de las investigaciones en Historia y Antropología.
- BURKART, R.; B. CARPINETTI; R. MOLINARI; A. CARMINATI; G. MARTÍN; A. BALABUSIC; L. RAFFO; N. MACHAIN; M. ALMIRÓN; D. PAZ BARRETO; M. OCHOA; S. MELHEM; V. GAZIBE; V. RODRÍGUEZ; J. MONGUILLOT; D. SOMMA; D. MORENO; M. FOURCADE DE RUIZ; D. SIMONETTI DE URIBELARREA; M. LUNAZZI; M.F. MENVIELLE; G. LEPERA; M. MANZIONE; E. HAENE y A. BOSSO. 2007. Las Áreas Protegidas de la Argentina. Herramienta superior para la conservación de nuestro patrimonio natural y cultural. Administración de Parques Nacionales, colaboración de Fundación Vida Silvestre. <http://www.parquesnacionales.gov.ar/docAP/DocAP.pdf> 83 pp.
- CABRERA, A.L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería* 2:1-85.
- CARREÑO, L.V.; H. PEREYREA y E.F. VIGLIZZO. 2009. Los servicios ecosistémicos en áreas de transformación agropecuaria intensiva. En: J. Morello y A. Rodríguez (eds.) *El Chaco sin Bosques: la Pampa o el desierto del futuro*. GEPAMA-UBA, UNESCO. Pp: 229- 245
- CHARDONNET, P.; B. DES CLERS; J. FISCHER; R. GERHOLD; F. JORI and F. LAMARQUE. 2002. The value of wildlife. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 21(1): 15-51.
- COPPOLILLO, P.; H. GÓMEZ; F. MAISELS and R. WALLACE. 2004. Selection criteria for suites of landscape species as a basis for site-based conservation. *Biological Conservation* 115: 419-430.
- DE FRIES, R.S.; J.A. FOLEY and G.P. ASNER. 2004. Land-use choices: balancing human needs and ecosystem function. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2(5): 249-257.
- DINERSTEIN, E.; D.M. OLSON; D.J. GRAHAM; A.L. WEBSTER; S.A. PRIMM; M.P. BOOKBINDER y G. LEDEC. 1995. Una Evaluación del Estado de Conservación de las Eco-regiones Terrestres de América Latina y el Caribe. Publicado en colaboración con el Fondo Mundial para la Naturaleza. Banco Mundial, Washington, DC.
- EGOH, B.; M. ROUGET; B. REYERS; A.T. KNIGHT; R.M. COWLING; A.S. VAN JAARSVELD and A. WELZ. 2007. Integrating ecosystem services into conservation assessments: A review. *Ecological Economics* 63: 714-721.
- FOLEY, J.A.; R.S. DEFRIES; G.P. ASNER; C. BARFORD; G. BONAN; S.R. CARPENTER; F. CHAPIN; M.T. COE; G.C. DAILY; H.K. GIBBS; J.H. HELKOWSKI; T. HOLLOWAY; E.A. HOWARD; C.J. KUCARIK; C. MONFREDA; J.A. PATZ; C. PRENTICE; N. RAMANKUTTY and P.K. SNYDER. 2005. Global Consequences of Land Use. *Science* 309(5734): 570-574.
- GROVES, C.; L. VALUTIS; D. VOSICK; B. NEELY; K. WHEATON; J. TOUVAL and B. RUNNELS. 2000. Designing a Geography of Hope: a Practitioner's Handbook for Ecoregional Conservation Planning. The Nature Conservancy, Washington, DC.
- LAMBECK, R.J. 1997. Focal Species: A Multi-Species Umbrella for Nature Conservation. *Conservation Biology* 11(4): 849-856.
- MCDONALD, D.W. and K. SERVICE (eds.). 2006. Key Topics in Conservation Biology. Wiley- Blackwell, 328 pp.
- MORELLO, J. y J. ADAMOLI. 1974. La grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco Argentino. Segunda parte: Vegetación y ambiente de la provincia del Chaco. Serie Fitogeográfica Nº 13. 122 pp.
- MORELLO, J. y A. RODRÍGUEZ (eds.). 2009. *El Chaco sin bosques: la Pampa o el desierto del futuro*. GEPAMA y UNESCO-Programa sobre el Hombre y la Biósfera, Buenos Aires.
- MYERS, N.; R.A. MITTERMEIER; C.G. MITTERMEIER; G.B.A. DA FONSECA and J. KENT. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- OJASTI J. y F. DALLMEIER (ed.). 2000. Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. SI/MAB Series # 5. Smithsonian Institution/ MAB Biodiversity Program, Washington D.C.
- PENGUE, W.A. 2009. El desarrollo rural sostenible y los procesos de agriculturización, ganaderización y pampeanización en la llanura chaco-pampeana. En: J. Morello y A. Rodríguez (eds.) *El Chaco sin Bosques: la Pampa o el desierto del futuro*, GEPAMA-UBA, UNESCO. Pp:111-146.

PRESSEY, R.L.; M. CABEZA; M.E. WATTS; R.M. COWLING AND K.A. WILSON. 2007. Conservation planning in a changing world. *TRENDS in Ecology and Evolution* 22(11): 583-592.

SANDERSON, E.W.; M. JAITEH; M.A. LEVY; K.H. REDFORD; A.V. WANNEBO AND G. WOOLMER. 2002a. The Human Footprint and the Last of the Wild. *Bioscience* 52: 891-904.

SANDERSON, E.W.; K.H. REDFORD; A. VEDDER; P.B. COPPOLILLO AND S.E. WARD. 2002b. A conceptual model for conservation planning based on landscape species requirements. *Landscape and Urban Planning* 58: 41-56.

SCHLEGEL, J. AND R. RUPF. 2010. Attitudes towards potential animal flagship species in nature conservation: A survey among students of different educational institutions. *Journal of Nature Conservation* 18(4): 278-290.

TNC. 2005. Dossier Gran Chaco Americano Ecoregional Assessment. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires. <http://www.vidasilvestre.org.ar/programaPublicaciones.php?idSeccion=84>.

El paisaje visual, una herramienta de planificación y diseño

Silvia D. Matteucci¹; Nora Mendoza²; Mariana Silva² y Miguel Falcón²

¹CONICET, GEPAMA, UBA sdmatteucci@conicet.gob.ar

²GEPAMA, FADU, UBA

Resumen

El cálculo de las cuencas visuales es una herramienta de planificación de obras y diseño del paisaje muy utilizado para determinar los mejores sitios para la instalación de la infraestructura o de toda otra modificación que se realice en el paisaje, de modo de facilitar su percepción o de mitigar los efectos visibles de las obras, según el caso.

Se presenta un ejemplo de aplicación, se describen las técnicas de cálculo de las cuencas visuales y de los perfiles de relieve y visibilidad realizados sobre las líneas visuales para comprender los alcances de la clasificación de sitios en visibles o no visibles. Se discuten las limitaciones del método.

Introducción

La cuenca visual es uno de los aspectos del paisaje evaluados en proyectos en que se requiere saber desde que punto o carretera un espacio es visible o invisible, o cuando se requiere elegir la ubicación que ofrezca el máximo o mínimo de visibilidad de un objeto del paisaje. El cálculo de la cuenca visual se ha usado en arquitectura paisajista, planificación de usos de la tierra, minería, silvicultura, ubicación de barreras para el funcionamiento de infraestructura de comunicaciones, instalación de gasoductos y otros servicios, diseño urbano, ubicación y diseño de zonas de recreación, etc. Los resultados permiten estimar y simular los cambios de visibilidad producidos por un cambio del uso de la tierra y evaluar la capacidad de absorción, que es la capacidad física del paisaje de absorber las actividades de desarrollo o manejo manteniendo su carácter y calidad visual (Yeomans, 1979).

En este caso, paisaje es la manifestación externa de un espacio, a diferencia de la definición usada en ecología de paisajes (sistema complejo de interacciones entre patrones y procesos, humanos y naturales, con un mesoclima homogéneo, originado en el mismo evento geológico y con un patrón recurrente de elementos en que se asocian topografía, suelo y vegetación).

Si bien se ha avanzado mucho en la tecnología computacional para la delimitación de las cuencas visuales, la idea no es nueva y desde las décadas de 1960-70 comenzaron a desarrollarse métodos de computación (Amidon *et al.*, 1968; Travis *et al.*, 1975). Actualmente existen varios programas de Sistemas de Información Geográfica (GIS) que contienen módulos y algoritmos para elaborar los mapas de cuencas visuales. Más recientemente se han creado modelos de simulación que permiten visualizar el espacio en tres dimensiones, a la manera de los simuladores de vuelo, para que el público pueda comprender cómo es la visibilidad de un territorio y cómo cambiará por la obra. Estos modelos tridimensionales se construyen a partir de los mapas de visibilidad, de mapas de la cobertura del terreno y de mapas de los puntos de observación (Ramos y Paganopoulos, 2004). De esta manera, sobre la superficie topográfica se coloca un mapa de cobertura vegetal o urbana, simulando la realidad. Al girar el modelo puede verse cuáles son los sitios visibles y cómo se perciben.

El algoritmo estándar para calcular cuencas visuales identifica el área que es visible desde un determinado punto de observación. El principio es simple (Fig. 1) y consiste en tirar líneas de visión desde un punto de observación hacia los picos del relieve.

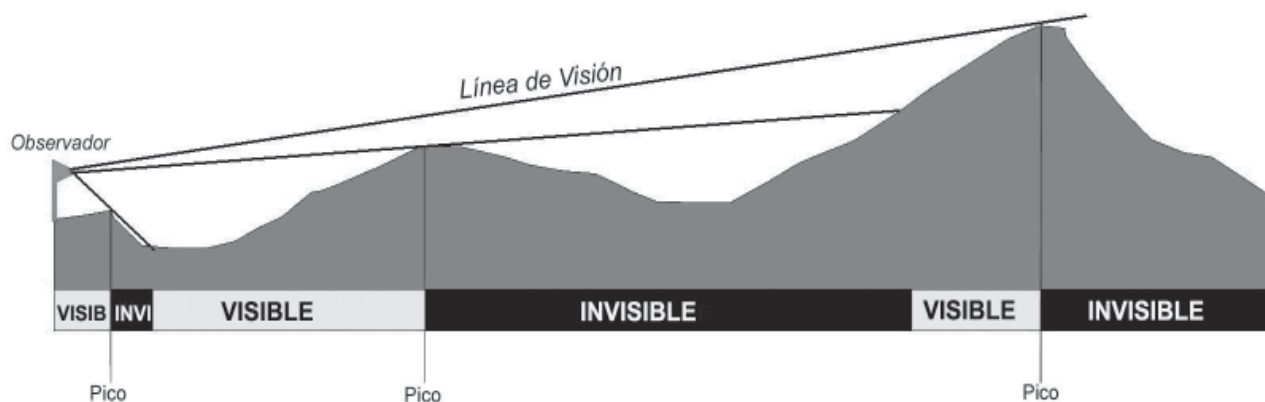


Figura 1. Principio de la determinación de visibilidad.

Todas las áreas entre el observador y el contacto de la línea visual con el pico son visibles y las áreas que quedan detrás de este punto de contacto son invisibles por el observador. Existen otros algoritmos y cada uno produce resultados diferentes (De Floriani and Magillo, 2003; Llovera, 2003).

Para identificar la cuenca visual se requiere un mapa de altitud de números continuos en formato raster (DEM=modelo digital de elevación) y el procedimiento opera desde una celda inicial o conjunto de celdas iniciales hacia todas las celdas del mapa. El punto de observación puede estar representado por un punto, una línea o un polígono. A partir del sitio de observación el programa extiende líneas de visión en todas las direcciones pasando por todas las celdas y busca el valor de altitud de cada celda para determinar si está o no a la vista. El investigador establece el radio de barrido de las líneas de visión. El resultado es un mapa raster cualitativo con tres categorías de cobertura: celdas positivas (valor 1=a la vista), celdas negativas (valor 0=no visible) y celdas ocupadas por los sitios de observación (valor 2).

El trabajo descripto se realizó a solicitud de un usuario cuyo interés era conocer la visibilidad del sitio en el cual ubicaría su proyecto desde las carreteras y desde algunos puntos vecinos al mismo.

Método de cálculo de la cuenca visual

A partir de las curvas de nivel con una resolución de 10 metros de altitud en formato vectorial se obtuvo un DEM en formato raster de 10 m de resolución (celdas de 10 de lado) por interpolación de las curvas.

Se construyó una capa temática en formato vectorial de puntos de observación y de líneas de observación. Las líneas de observación corresponden a dos rutas. Los puntos de observación se encuentran espaciados sobre estas dos rutas y dos de ellos algo más alejados por los cuales circulan pobladores de la zona. Todos los puntos fueron georreferenciados a campo con el GPS. Todas estas capas se pasaron a formato raster.

Para cada carretera y para ambas carreteras en conjunto se obtuvieron sendos mapas de visibilidad, que muestran las áreas visibles y no visibles. Para cada punto se obtuvo, mediante el mismo procedimiento, un mapa de visibilidad. En todos los casos se usó el DEM como superficie a analizar y las imágenes de líneas o puntos como sitios de observación. Se asignó una altura de 1,70 m al observador (altura media de un masculino argentino parado y de la ventanilla de una camioneta todo terreno) y como radio de búsqueda se seleccionó una extensión igual a la diagonal de la imagen DEM para que cubriera toda el área de estudio. El programa suma la altura del observador a la altitud del punto de observación en el terreno para obtener el mapa de visibilidad. Dado que la vegetación del área de estudio es baja y que no hay barreras a la visión causadas por árboles altos, torres, edificios, u otras estructuras construidas, no se agregaron máscaras de alturas al DEM, por lo que las cuencas visuales deben su extensión y ubicación sólo a la altitud del terreno y a la altura asignada al observador.

Los mapas vectoriales se trabajaron con ArcView3.2, luego se exportaron a IDRISI 32 para la construcción del DEM y de los mapas de visibilidad. El DEM fue filtrado con filtro promedio y un kernel de 7x7 para suavizar las superficies angulosas. Luego

los mapas raster de visibilidad fueron convertidos a formato vectorial en Idrisi y exportados a ArcView, para facilitar su visualización y uso en superposición de capas temáticas. En estos mapas se da valor 1 a las áreas visibles y 2 a las no visibles. Se calcularon las superficies de las zonas visibles para cada uno de los mapas para describir cuantitativamente las diferencias de visibilidad desde cada carretera y cada punto.

Se construyeron perfiles del relieve y de cada mapa de visibilidad a lo largo de transectas que parten de cada punto de observación hacia el centro del área en que se ubicará el proyecto. Los perfiles se construyeron en IDRISI dando al programa la imagen que se desea perfilar y un mapa vectorial de la transecta a lo largo de la cual se extiende el perfil. En nuestro caso las imágenes a perfilar son el DEM y el mapa de visibilidad. Los resultados se guardaron en una hoja de cálculo, en la cual se construyeron los gráficos de perfil.

En la salida a campo se recorrió el área del proyecto y su entorno, se hicieron censos y se tomaron fotos de la vegetación y del paisaje. En puntos seleccionados a lo largo de la carretera se tomaron fotos panorámicas hacia el área del proyecto, las que sirvieron para contrastar los perfiles ob-

tenidos de los mapas de visibilidad. En todas las paradas se tomaron datos de ubicación con un GPS. A la vuelta de la salida de campo se contestó una serie de preguntas que tienen que ver con otros factores de la visibilidad: contraste visual, dominancia visual, iluminación y preferencias estéticas o funcionales de los lugareños.

A modo de ejemplo, mostramos los resultados obtenidos desde una ruta y desde un punto, con el mapa, perfiles y fotos.

Resultados

Visibilidad desde una carretera

La carretera ejemplificada recorre el área de estudio de Oeste a Este en el primer tramo y luego de Noroeste a Sudeste y marca el límite Norte del área de estudio. La superficie total del área de estudio es de 29.266 ha. Vista el área de estudio desde esta ruta, la cuenca visual de mayor tamaño ocupa el 66% del área total y constituye la matriz del paisaje (Fig. 2). Existen otras 7 cuencas visuales que en conjunto ocupan menos del 0,1% del área de

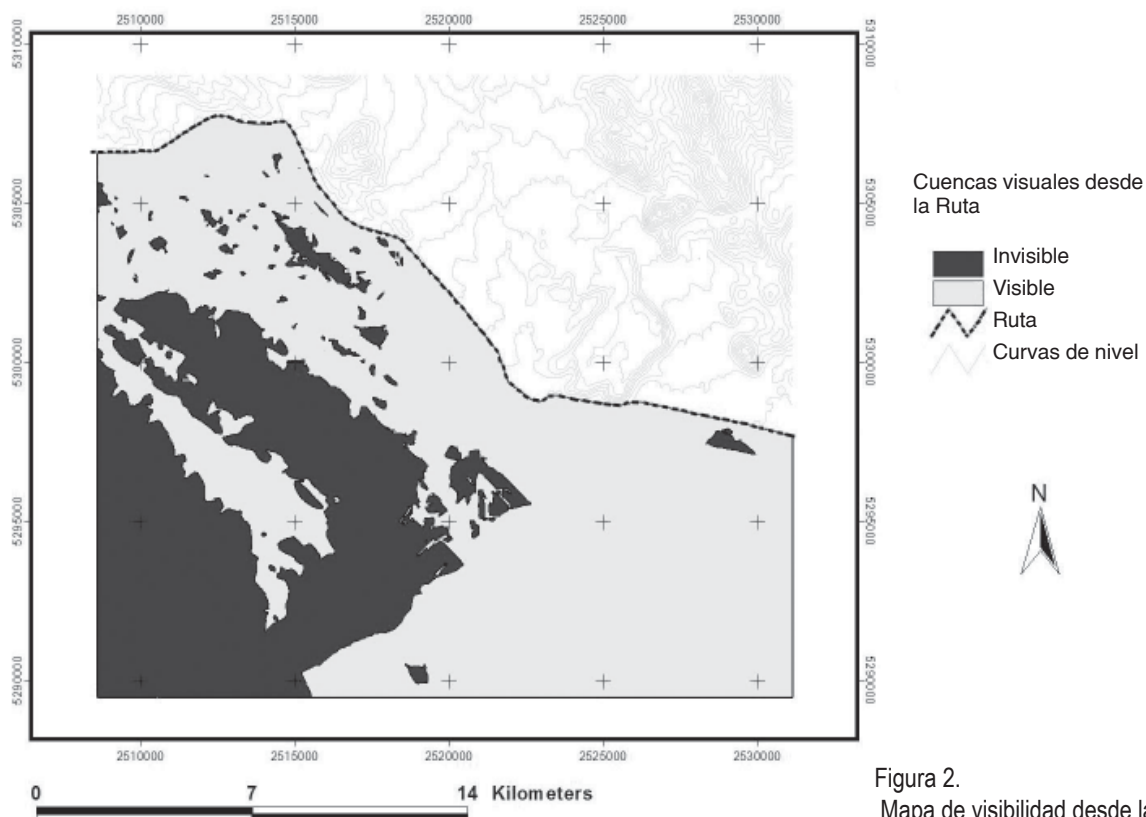


Figura 2.
Mapa de visibilidad desde la Ruta.

estudio y representan pequeñas elevaciones en el terreno. Estas 7 porciones tienen un tamaño promedio de 3,75 ha y un máximo de 9,41 ha. La parte invisible, que es la que interesa a la empresa, está dividida en 71 parches, de los cuales el de mayor tamaño ocupa una superficie de 9.027 ha en las laderas de exposición Sudoeste de las serranías entre las que se ubica el proyecto. Los otros 70 parches tienen un tamaño promedio de 12 ha, con sólo 2 de alrededor de 200 ha y otros 12 entre 10 y 74 ha.

Los resultados pueden variar considerablemente según la ubicación y el recorrido de las rutas (Tabla 1). Por ejemplo, mientras que desde la ruta ejemplificada, un viaje por la carretera permite visualizar el 34% del espacio comprendido en el área de estudio, desde la cuarta ruta se percibiría la mayor parte del mismo (89%); la superficie promedio de los par-

ches visibles desde la cuarta ruta duplica a la de los parches visibles desde la ruta ejemplificada. Estas diferencias permiten al planificador o diseñador seleccionar la opción más conveniente para los objetivos de su proyecto.

Los mapas de las cuencas visuales pueden superponerse con los mapas de otros factores (relieve, vegetación, sitios elegidos para la instalación de infraestructura) para determinar cuáles son los objetos que quedaran expuestos al finalizar la obra. Por ejemplo, el mapa de la Figura 2 se transformó en una máscara y se superpuso sobre la imagen satelital, quedando expuestas las áreas invisibles desde la mencionada ruta. Se pone de manifiesto que las porciones invisibles son las que se ubican en las laderas expuestas hacia el Sudoeste, en los valles detrás de las serranías y en algunos puntos a la sombra de los picos y en hundimientos (Fig. 3).

Tabla 1. Métricas de las cuencas visuales obtenidas desde 4 recorridos alternativos.

MAPA	CLASE	PLAND %	PN	MPS ha	PSSD	P MIN ha	P MAX ha
Cuenca visual desde la ruta del ejemplo	Invisible	33,80	71	139,30	1.062,80	0,01	9.027,11
	Visible	66,20	8	2.421,91	6.397,94	0,18	19.349,26
Cuenca visual desde la segunda ruta	Invisible	33,20	90	112,62	943,97	0,01	9.013,35
	Visible	66,80	9	2.266,20	6.399,66	1,26	20.367,00
Cuenca visual desde la tercera ruta	Invisible	37,00	75	86,82	499,28	0,12	4.335,67
	Visible	63,00	11	1.008,12	3.131,49	1,72	10.910,52
Cuenca visual desde la cuarta ruta	Invisible	11,44	131	15,35	51,40	1,12	469,23
	Visible	88,56	3	5.191,99	7.339,16	1,49	15.571,13

Leyenda: PLAND = porcentaje del territorio ocupado por la clase; PN = cantidad de parches; MPS = tamaño promedio de los parches; PSSD = desviación estándar del tamaño de parches; P MIN = área mínima de los parches; P MAX = área máxima de los parches.



Figura 3.
Paisajes no visibles desde la ruta.
La categoría visible aparece enmascarada, permitiendo identificar los elementos invisibles del paisaje.

Visibilidad desde puntos seleccionados

Las cuencas visuales desde los puntos de observación (Fig. 4) son muy variables en cuanto a superficie total, cantidad de parches y tamaño promedio de los parches (Tabla 2). Esto es de esperar porque la exposición depende del relieve (formas, espacio entre las sierras y altitud) y de la altitud de base (aquella del punto en que se para el observador).

Interpretación de los perfiles de altitud y visibilidad

Los perfiles de altitud y visibilidad observados en paralelo permiten comprender por qué algunos sitios aparecen clasificados como visibles y otros como invisibles en las cuencas visuales y muestran la importancia de la perspectiva con que se observa el paisaje, aún desde un mismo punto. A modo de ejemplo se describen los perfiles obtenidos sobre las transectas 2 y 2b que miran hacia el Sur y Suroeste, respectivamente, desde el punto de observación 2 (Fig. 4).

Tabla 2. Métricas de las cuencas visuales desde cada punto de observación.

MAPA	ÁREA (ha)	PN	MPS (ha)	PSSD
Cuenca Visual Punto 2	1.546,51	4	386,63	620,66
Cuenca Visual Punto 3	1.168,51	11	106,23	162,77
Cuenca Visual Punto 4	8.610,04	16	538,13	1.301,06
Cuenca Visual Punto 5	678,04	12	56,50	117,02
Cuenca Visual Punto 6	3.332,05	36	92,56	387,92
Cuenca Visual Punto 7	1.924,95	14	137,50	351,45
Cuenca Visual Punto 8	8.186,70	23	355,94	1.371,25
Cuenca Visual Punto 9	10.199,54	956	10,67	296,20
Cuenca Visual Punto 10	13.487,19	13	1.037,48	3.374,10
Cuenca Visual Punto 11	2.298,23	28	82,08	292,52
Cuenca Visual Punto 12	2.831,19	24	117,97	271,66
Cuenca Visual Punto 13	1.786,76	8	223,34	419,06
Cuenca Visual Punto 14	13.579,10	18	754,39	2.769,65

PN = cantidad de parches; MPS = tamaño promedio de los parches; PSSD = desviación estándar del tamaño de parches.

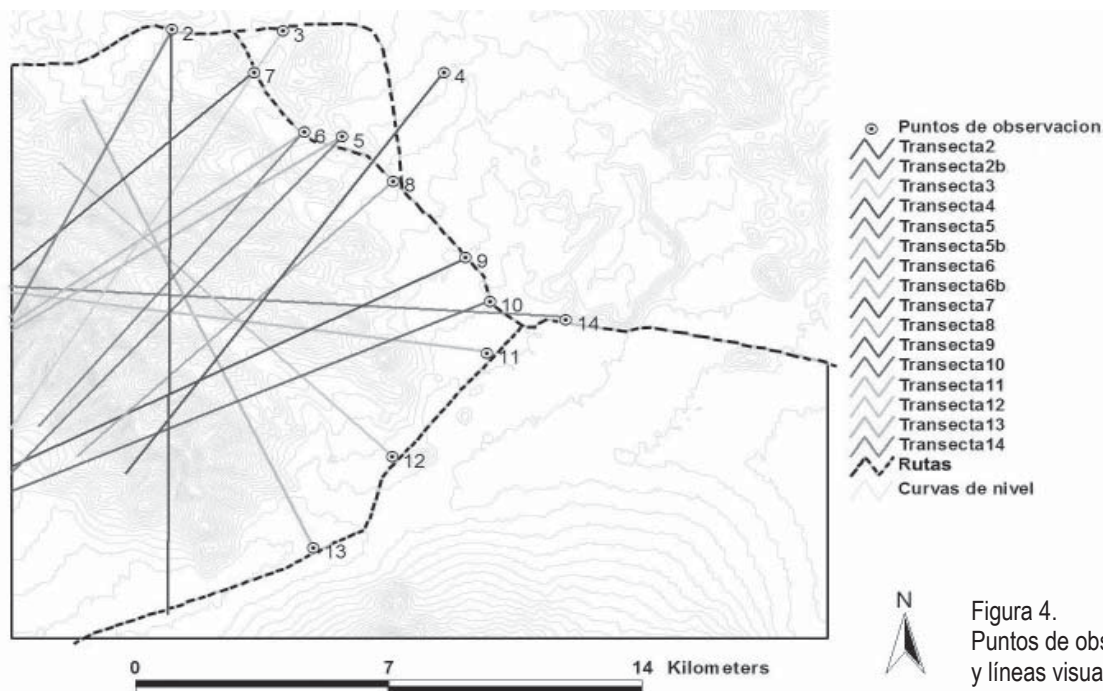


Figura 4.
Puntos de observación
y líneas visuales.

Los dos perfiles obtenidos de la base topográfica (DEM) a partir del punto 2, muestran diferencias del relieve que se manifiestan en la visibilidad, tal como se ve en el gráfico que se encuentra debajo de cada perfil de relieve y que es el perfil sobre la misma transecta realizado en el mapa de cuencas visuales (1=visible; 0=invisible) (Fig. 5).

La transecta 2, que va de Norte a Sur (Fig. 4), recorre un relieve muy irregular en los primeros 3-4 km, pero con diferencias de altitud entre los picos relativamente bajas. Ambas condiciones determinan que hasta el primer pico en la línea visual haya varios huecos de visibilidad (pequeñas zonas no visibles); luego se ven picos menores, pero a partir de

casi 6 km del origen el paisaje queda oculto al observador (Fig. 5a).

La transecta 2b, que sale del mismo punto hacia el sudoeste y cruza una zona alta en su tramo final, muestra un relieve más suave cuya altitud incrementa gradualmente en los primeros 4 km y grandes diferencias de altitud entre los picos. Por esto, hasta un poco más de 1 km desde el punto de observación la visibilidad es casi total, luego, cuando comienzan las serranías, la visibilidad se interrumpe hacia la parte de atrás de cada pico (siguiendo la línea visual) y se percibe hasta el último pico a los 8,5 km desde el origen (Fig. 5b).

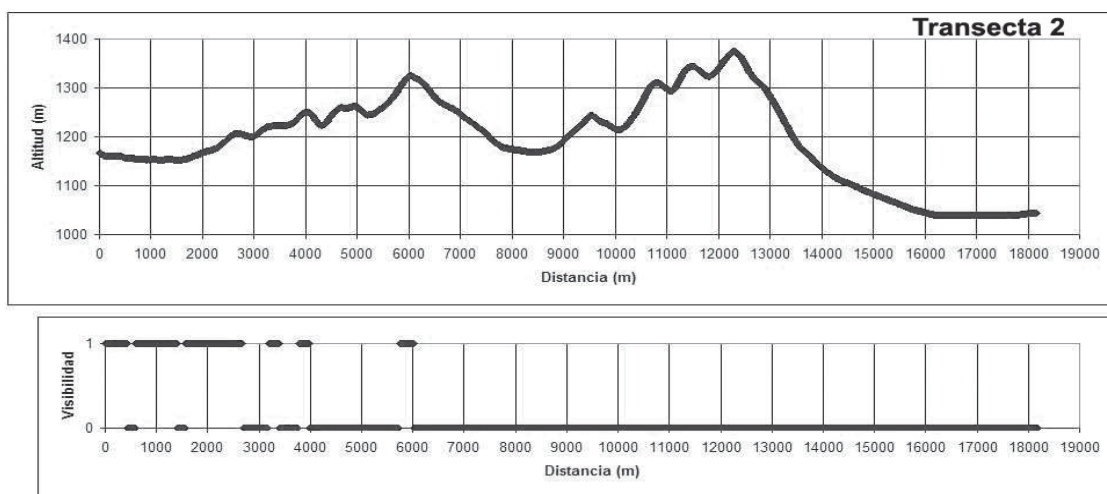


Figura 5a. Perfiles de relieve (arriba) y de visibilidad (abajo) por la línea visual 2.

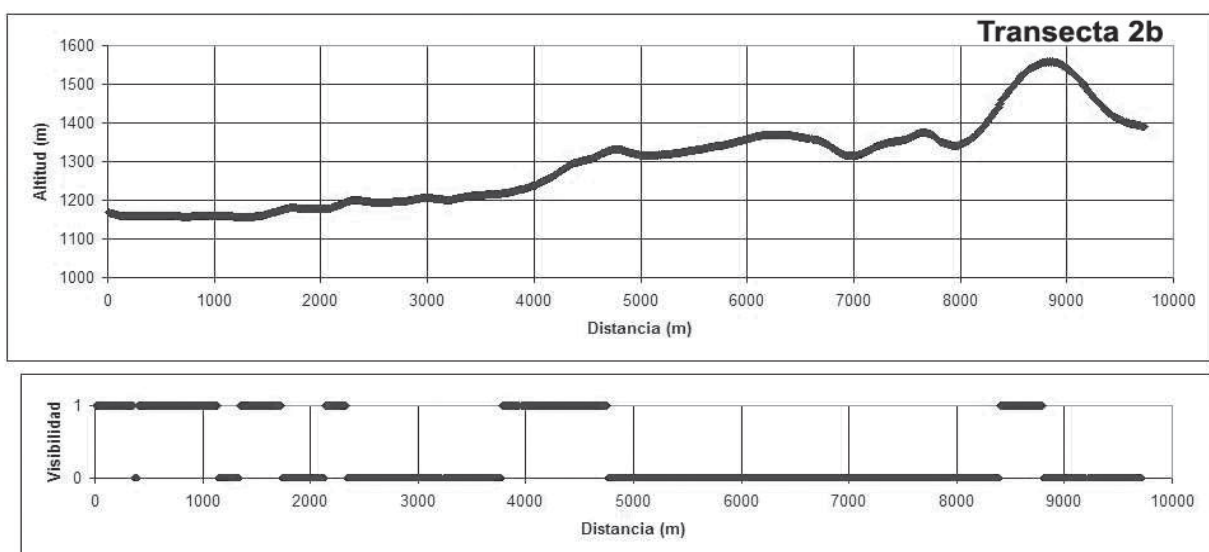


Figura 5b. Perfiles de relieve (arriba) y de visibilidad (abajo) por la línea visual 2b.

Estas diferencias se manifiestan en las fotos panorámicas, como en este ejemplo (Fig. 6).

En la foto también puede apreciarse la importancia del contraste entre tierra y cielo: se percibe con mayor nitidez el fondo del paisaje contra el cielo que las colinas intermedias que siendo más cercanas, tienen como fondo las serranías más lejanas.

Figura 6. Hacia la derecha de la foto: transecta 2b; hacia la izquierda: transecta 2.



La percepción de los lugareños y de los técnicos

No sólo importa la visibilidad o no de los elementos del paisaje o de los cambios introducidos, sino también la manera en que las personas que van a ser afectadas (positiva o negativamente) por los cambios introducidos valoran su entorno y la manera en que los técnicos que estudian el área perciben el paisaje. Por eso obtuvimos sus apreciaciones a través de conversaciones informales, y luego nos formulamos las siguientes preguntas que respondimos a partir de dichas conversaciones. Las preguntas se refieren al área recorrida en general y al paisaje observado desde cada punto.

Contraste visual. ¿Alguno de los elementos se destaca por su contraste con los demás? ¿Cuáles? (elementos: montaña, serranía, laguna, cielo, etc.).

En líneas generales, se observa un paisaje repetitivo de planicies y serranías que abarca una gran extensión, es decir, el observador tiene una dominancia visual muy amplia de un paisaje relativamente homogéneo con los dos componentes principales

mencionados. Más detalladamente se destacan, por el cambio de la tonalidad y textura de la cubierta vegetal, los mallines; lagunitas y cursos temporarios (en esta ocasión secos); afloramientos rocosos que señalan una interrupción en la textura y forma de los cerros que en general son redondeados y con cobertura de arbustos y gramíneas.

Observación: en el horizonte, se destaca el perfil de las serranías y cerros contra el cielo, aunque no se distingue cuál es la cubierta de la superficie. El perfil de los cerros y serranías bajas no se destaca tan claramente.

Dominancia visual: indique qué elemento percibió como predominante en forma y volumen. Característica(s) visual(es) más resaltante(s)

Podríamos dividir el área recorrida en dos grandes sub-áreas: al N-O del Proyecto el elemento predominante son las serranías y al S-E la planicie con el valle de un arroyo. Las características podrían ser la homogeneidad y la accesibilidad aparente del paisaje, este último en el sentido que no hay grandes diferencias de altitud, ni pendientes demasiado abruptas.

Observación: esto es aparente porque hasta que no se ve el perfil del relieve realizado sobre el DEM, la percepción es que se ve todo hasta el horizonte, sin percibir que entre el primer plano y el fondo hay porciones ocultas en las laderas y valles por detrás de las serranías y cerros.

Percepción. ¿Qué elemento estético cree Ud. que es más importante para los lugareños?

Teniendo en cuenta las características de semi-aridez del clima y el viento generalmente presente, pensamos que lo más importante son los rincones ubicados a reparo, en laderas de poca pendiente donde hay acumulación de agua o en un recodo de arroyo. En estos lugares las condiciones de vida son más sencillas, se plantan árboles, se puede descansar y contemplar el paisaje. Allí se construyen los puestos.

Dentro del área del proyecto encontramos dos áreas de reparo con puestos y sus respectivas alamedas observables desde lejos. Según nos contaron los lugareños, al menos una de las edificaciones tiene valor histórico.

También suponemos que en época de lluvias, los arroyos y lagunitas con agua deben ser un atractivo, por ejemplo una «aguadita» donde, al momento de visitar la zona aunque en general estaba seco, bastaba una pequeña corriente de agua para que se reuniera una gran cantidad de aves en el lugar.

Observación: los visitantes perciben un paisaje estético, pero los pobladores valoran la funcionalidad del paisaje y sus elementos, al buscar áreas de reparo. En esas áreas, ellos mismos diseñan su paisaje plantando árboles que dan sombra y reparo del viento, lo cual también constituye un valor funcional más que estético

Percepción estética. ¿El lugareño del área de estudio da más importancia a la estética o a la funcionalidad? (funcionalidad se refiere al uso: utilidad del elemento del paisaje o del paisaje)

Según nos contaron, consideran más la funcionalidad: no encuentran conflictiva la modificación del paisaje a consecuencia del cambio de uso de la tierra; consideran este cambio como la única salida productiva viable para el pueblo ya que la actividad productiva tradicional que prevaleció durante muchas generaciones se encuentra en una situación desfavorable en los mercados.

Una tercera categoría de paisaje es el cultural, que resulta estético para los turistas y funcional para los aborígenes. En las cercanías, claramente visible

desde la ruta, hay una cueva que los locales denominan «chenque», termino que significa lugar donde yacen los restos de un cacique y que según nos contaron, tuvo uno o dos cuerpos yaciendo en el lugar pertenecientes a una comunidad que puebla o pobló el área.

Iluminación y deslumbramiento. ¿Percibió que la iluminación altera la visibilidad y/o la calidad estética?

La iluminación es buena pero debido al viento casi constante hay polvo en el aire que reduce un poco la visión a distancias de 7 a 10 km. El contraste de presencia/ausencia de polvo en suspensión es notable cuando cae una lluvia, asienta la tierra y luego los colores de la vegetación, el suelo y el cielo se polarizan o contrastan más, dejando ver cada elemento mucho más nítido.

¿Percibió que se produzca deslumbramiento? (deslumbramiento: pérdida de la percepción de los detalles).

No notamos el efecto del deslumbramiento.

Observaciones: es probable que en la zona se produzca deslumbramiento en días claros ya que la predominancia de superficies claras con poca vegetación produce reradiación que puede causar una sensación de encandilamiento.

Conclusiones

La visibilidad física de los objetos depende de variables del medio, como iluminación, distancia, presencia de barreras, etc., y de la altitud de base sobre la que se ubica el observador, su altura y la línea visual. Las condiciones atmosféricas juegan un rol importante y un mismo objeto puede ser visible en un día despejado y no visible en condiciones en que el aire contiene partículas de polvo o vapor. La iluminación y el deslumbramiento modifican la visibilidad, e impiden la detección de contrastes. Los objetos que contrastan con el cielo son más visibles que aquellos que se ven con un fondo terrestre, aún cuando en los primeros no se puedan distinguir los detalles de la superficie del terreno. Por eso, al instalar un objeto nuevo en el paisaje es más importante la elevación que tendrá sobre el horizonte que la altitud del terreno donde se ubicará dicho objeto o si ese terreno es visible o invisible (Fisher, 1996). Es relativamente más fácil camuflar un objeto que se eleva por encima del relieve si tiene como fondo un hori-

zonte terrestre, pero si es tan elevado como para contrastar con el cielo será mucho más difícil y costoso disimularlo.

Los mapas de visibilidad son útiles para detectar qué áreas u objetos serán visibles y cuáles no desde una dada perspectiva, y de éste modo poder optimizar la ubicación de proyectos de desarrollo, recreación o conservación de la naturaleza para que cumplan las aspiraciones de los observadores. Usando las mismas transectas, se podría repetir los perfiles sobre los mapas de otros factores (vegetación, recursos hídricos, etc., o de mapas de infraestructura) para compararlos con los perfiles de visibilidad, de modo de conocer gráficamente que factores del paisaje son visibles y cuáles no lo son.

El hecho de que un objeto sea clasificado como visible en un cálculo de cuenca visual no implica que el objeto sea visto por el observador, debido a una serie de variables limitadoras como las condiciones perceptivas del observador y las condiciones atmosféricas en el momento de la observación (Ervin and Steinitz, 2003). El objeto puede ser visto pero sus detalles pasar desapercibidos. En una región árida, los factores que más distorsionan la visibilidad en las áreas clasificadas como visibles son el polvo causado por los fuertes vientos, el deslumbramiento causado por la refracción de la luz sobre el suelo con poca vegetación y la calidad del fondo en la zonas de relieve irregular (cielo o tierra).

Existen limitaciones de estos modelos que hay que tener en cuenta al momento de la toma de decisiones en la planificación espacial del proyecto. La

mayor parte de los errores de clasificación en visible o no visible proviene del método usado para la construcción del modelo digital de elevación. Los DEM se construyen por interpolación de las curvas de nivel y existen varios algoritmos de interpolación. En un estudio que compara el efecto del método de interpolación sobre el resultado en el DEM y en los mapas de cuencas visuales construidos a partir de cada DEM se demostró que cada algoritmo de interpolación aplicado al mismo conjunto de curvas de nivel produce un resultado único diferente de los demás, tanto en los DEM como en los mapas de visibilidad (Christopherson *et al.*, 1993; Riggs and Dean, 2007). El uso de una serie de curvas a una resolución relativamente alta (10 m) reduce los errores en la construcción del DEM y el uso de una alta resolución (celdas de 10 m de lado) para la obtención del mapa de visibilidad, contribuye a reducir los errores de clasificación en el resultado final.

El análisis de visibilidad es un requisito para los proyectos de planificación, pero por sí sólo no es suficiente (Ervin and Steinitz, 2003). Las validaciones de los modelos de visibilidad sobre la base de datos de campo pueden dar diferencias en los valores de clasificación de más de 30%, por la cantidad de errores acumulados en los cálculos. Por ello, el modelo se usa como primera aproximación y se recomienda en lo posible la realización de agrimensura de campo para el establecimiento de infraestructura sensible. Entre las situaciones que pueden causar error está la ubicación del observador en relación a barreras visuales cercanas, como edificios o vegetación alta.

BIBLIOGRAFÍA

- AMIDON, ELLIOT L. and GARY H. ELSNER. 1968. Delineating landscape view areas: a computer approach. U.S.D.A. Forest Serv. Res. Note PSW-180, Pacific Southwest Forest and Range Exp. Stn., Berkeley, Calif. 5 p., illus.
- CHRISTOPHERSON, G.L.; D.P. GUERTIN; M.R. KUNSMANN; K.L. KVAMME and T. POTTER. 1993. Comparison of interpolation algorithms for digital elevation models generation and subsequent viewshed analysis. *In*: Rowlands, P.G., C. Van Riper III & M.K. Sogge (eds.) Proceedings of the First Biennial Conference on Research in Colorado Plateau U.S. National Parks. Transactions and Proceedings, Series 10. Denver: U.S. National Park Service, Natural Resources Publication Office. pp. 226-233.
- DE FLORIANI, L. and P. MAGILLO. 2003. Algorithms for visibility computation on terrains: A survey. *Environment and Planning B: Planning and Design* 30: 709-728.
- EASTMAN, J.R. 1999. Idrisi32. Clark Laboratories, Clark University, MA, USA. <http://www.clarklabs.org/>
- ERVIN, E. and C. STEINITZ. 2003. Landscape visibility computation: necessary, but not sufficient. *Environment and Planning B: Planning and Design* 30: 757-766.
- FISHER, P.F. 1996. Extending the applicability of viewsheds in landscape planning. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 62(11): 1297-1302.

- KUCHYŮKOVÁ, H. and T. MIKITA. 2008. Visual exposure within the Dolni Morava biosphere reserve. *Journal of Landscape Ecology* 1(2): 67-79.
- LLOBERA, M. 2003. Extending GIS-based visual analysis: the concept of visualsapes. *International Journal of Geographical Information Science* 17: 25-48.
- RAMOS, B. and T. PANAGOPOULOS. 2004. The use of GIS in visual landscape management and visual impact assessment of a quarry in Portugal. Proceedings of the 8th International conference on Environment and Mineral processing. June 24-26, 2004, Ostrava, Tzech Republic, Vol 1: 73-78.
- RIGGS, P.D. and D.J. DEAN. 2007. An Investigation into the Causes of Errors and Inconsistencies in Predicted Viewsheds. *Transactions in GIS* 11(2): 175-196
- TRAVIS, M.R.; G.H. ELSNER; W.D. IVERSON and C.G. JOHNSON. 1975. VIEWIT: Computation of seen areas, slope and aspect for land-use planning: Berkeley, California, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, USDA Forest Service Technical Report PSW-11, 70 p.
- YEOMANS, W.C. 1979. A Proposed Biophysical Approach to Visual Absorption Capability (VAC). National Conference on Applied Techniques for Analysis and Management of the Visual Resource, Incline Village, Nevada, April 23-25, 1979.
-

ACTIVIDADES y ANUNCIOS

 PROGRAMA DE POSGRADO
SEGUNDA EDICIÓN 2011

Programa de Actualización en Dinámica Espacial del Sistema Sociedad-Naturaleza (ProDines)

INICIA EN MARZO 2011

DIRECTORA

Dra. Silvia Diana Matteucci

Cuerpo Docente

Buzai, Gustavo; Cerezo, Alexis Mauricio;
Gavier, Gregorio Ignacio; Hodara, Karina;
Matteucci, Silvia Diana; Minotti, Priscilla;
Quintana, Rubén; Sione, Walter F.

Carga Horaria: 200 horas. Dos cuatrimestres.
Cursos intensivos de una semana, una semana al mes.

Asignaturas del Programa

- Marco conceptual. Fundamentos ecológicos de la gestión del espacio.
- Tecnología geoinformática.
- Técnicas cuantitativas.
- Modelos de aptitud de uso de la tierra
- Modelos de cambio de uso de la tierra

Datos generales del programa, fundamentos, calendario general, autoridades y cuerpo docente, carta del director, perfil del egresado, plan de estudios, actividades, aranceles, duración, destinatarios, título a otorgar, alumnos extranjeros, contactos, lugar de inscripción y clases, podrá hallarse en:

[http://www.posgradofadu.com.ar/
informacion.php?f=carrera_fundamentos&tipo=3&id=252](http://www.posgradofadu.com.ar/informacion.php?f=carrera_fundamentos&tipo=3&id=252)

Consultas generales, informes académicos y de inscripción:
MSc. Mariana Silva prodines@gmail.com

Llamado a Becas abierto:

[http://www.posgradofadu.com.ar/
informacion.php?f=inst_convocatoria_becas&tipo=10&id=10](http://www.posgradofadu.com.ar/informacion.php?f=inst_convocatoria_becas&tipo=10&id=10)

Registre su PREINSCRIPCIÓN ON LINE en:

[http://www.posgradofadu.com.ar/
informacion.php?f=carrera_inscripcion&tipo=3&id=252](http://www.posgradofadu.com.ar/informacion.php?f=carrera_inscripcion&tipo=3&id=252)

 PROGRAMA DE POSGRADO

PROGRAMA DE ACTUALIZACIÓN EN ECONOMÍA ECOLÓGICA

Programa Bienal

COHORTE 2011

INICIA EN MARZO DE 2011

DURACIÓN: UN CUATRIMESTRE

HORARIO GENERAL: VIERNES de 14 a 21 horas

DIRECTOR

DR. ING. AGR. WALTER A. PENGUE

Profesores ya confirmados para esta Edición:

Dr. Joan Martinez Alier (Universidad Autónoma de Barcelona);

Dr. Walter A. Pengue (UBA y UNGS);

Dr. Jorge Morello (UBA Conicet);

Dr. Gustavo Buzai (UnLU y UBA);

Dr. Enrique Ortega (Universidad de Campinas);

Dr. Gonzalo Bravo (Fundación Bariloche);

Dr. Miguel Altieri (UCLA Berkeley y Universidad Nacional de Colombia) y otros

1. Informes académicos y de inscripción:

Lic. Mariana Totino, mariana_totino@yahoo.com.ar

Lic. Andrea Rodríguez, rodrigueza@gepama.com.ar

2. Consultas generales a:

info@gepama.com.ar

posgrado@fadu.uba.ar

Datos generales del programa, fundamentos, calendario general, autoridades y cuerpo docente, libros de resúmenes, carta del director, perfil del egresado, plan de estudios, actividades, testimonios de cohortes anteriores, aranceles, duración, destinatarios, informes e inscripción, título a otorgar, alumnos extranjeros, contactos y lugar de inscripción y clases, FADU, Ciudad Universitaria, Universidad de Buenos Aires, podrá hallarse en:

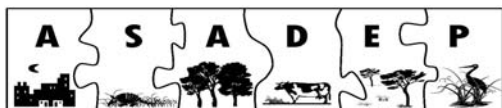
[http://www.posgradofadu.com.ar/
informacion.php?f=carrera_fundamentos&tipo=3&id=129](http://www.posgradofadu.com.ar/informacion.php?f=carrera_fundamentos&tipo=3&id=129)

Llamado a Becas abierto:

[http://www.posgradofadu.com.ar/
informacion.php?f=inst_convocatoria_becas&tipo=10&id=10](http://www.posgradofadu.com.ar/informacion.php?f=inst_convocatoria_becas&tipo=10&id=10)

Registre su PREINSCRIPCIÓN ONLINE EN:

[http://www.posgradofadu.com.ar/
informacion.php?f=carrera_inscripcion&tipo=3&id=129](http://www.posgradofadu.com.ar/informacion.php?f=carrera_inscripcion&tipo=3&id=129)



Anuncio de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes ASADEP

La Comisión organizadora de las III Jornadas Argentinas de Ecología de Paisajes, presidida por la Dra. Luciana Ghermandi (Ecotono, INIBIOMA) y ASADEP anuncian la realización de las III Jornadas en la ciudad de San Carlos Bariloche, Argentina, entre los días 4 y 6 de mayo de 2011. El congreso se llevará a cabo en el Hotel Nevada (<http://www.nevada.com.ar>).

El lema de estas Jornadas es:

«Hacia la sustentabilidad socio-ecológica en un planeta que cambia rápidamente».

En este marco, el objetivo de las III Jornadas Argentinas de Ecología de Paisajes es proveer la oportunidad de comunicación entre científicos y técnicos que trabajen en:

- Patrones espaciales y temporales de la diversidad biológica y cultural.
- Efectos de la fragmentación y de los cambios de cobertura sobre procesos ecológicos.
- Estrategias para la conservación, la restauración y el manejo de los ecosistemas.
- Cambio climático y sus efectos sobre la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas.
- Sustentabilidad socio-ecológica.
- Planificación del uso de la tierra.
- Invasiones, plagas y epidemias.

Durante el congreso no habrá presentaciones orales, sino que se desarrollarán simposios, mesas redondas y talleres, además de la exposición de pósters. El objetivo es lograr un mayor debate sobre las problemáticas y los temas abordados e intentar obtener ideas lo más consensuadas posible sobre los mismos. Además, queremos promover una participación más activa entre los participantes.

Fecha límite de envíos de las propuestas a simposios, mesas redondas y talleres:

17 de diciembre de 2010. Estas actividades pueden ser parcialmente financiadas por la organización de las Jornadas, pero sugerimos que el coordinador de cada propuesta gestione los fondos para la realización de la misma.

La Comisión Organizadora invita a participar en el concurso para el diseño de un logotipo original e inédito alusivo a las III Jornadas de Ecología de Paisajes. Podrán participar artistas, diseñadores o aficionados.

Costos de inscripción, fechas límites, normas de presentación de resúmenes y de llamados a Simposios, Mesas redondas y Talleres y toda otra información se encuentran en las I y II Circulares en la página Web de ASADEP: www.asadep.org.ar,

o solicitando información a: lghermandi@asadep.com.ar.



«Gestión, Producción e Innovación tecnológica para el desarrollo sustentable en Iberoamérica»

Santa Fe, Argentina, 12, 13 y 14 de septiembre de 2011

V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE DESARROLLO Y AMBIENTE (V CISDA)

V JORNADAS DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA URUGUAYA DE ECONOMÍA ECOLÓGICA

**PRIMERA CIRCULAR
Septiembre 2010**

PRESENTACIÓN

La Universidad Nacional del Litoral a través de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, con el apoyo de las Secretarías de Extensión y de Vinculación Tecnológica de su Rectorado, la Red Iberoamericana de Economía Ecológica (REDIBEC), la Sociedad Internacional de Economía Ecológica (ISEE), y la Asociación Argentina-Uruguaya de Economía Ecológica (ASAUUE) convocan a participar del V CONGRESO IBERO-AMERICANO SOBRE DESARROLLO Y AMBIENTE (CISDA V), y las V JORNADAS DE LA ASAUUE, que se realizarán del 12 al 14 de septiembre en la ciudad de Santa Fe, Argentina.

Siguiendo la tradición de los anteriores CISDA, el Congreso de Santa Fe será precedido por un Curso Internacional Introductorio sobre diferentes conceptos y tópicos de la disciplina de la Economía Ecológica, a desarrollarse el 8, 9 y 10 de septiembre de 2011.

LUGAR

Sede de Rectorado UNL. Bv. Pellegrini 2750. Ciudad de Santa Fe, Argentina.

Tipos de presentación

Los participantes podrán presentar experiencias bajo la modalidad de:

A) Ponencias. presentación de trabajos que aborden aportes teóricos, metodológicos, la utilización de instrumentos específicos, o bien que presenten el resultado de investigaciones empíricas o estudios de caso.

B) Pósters. Se lo considera el ámbito ideal para la exposición de estudios de caso.

Los mismos deberán adaptarse a las siguientes dimensiones: 90 cm de ancho x 100 cm de alto y deberán incluir: Título; autor/es; Organización/Institución a la que pertenecen; Introducción; Metodología empleada; Resultados y Conclusiones.

Los pósters pueden ser presentados por sus autores el día del comienzo del Congreso en los lugares que se les asignarán.

PLAZOS

Presentación de resúmenes: **hasta el 16 de abril de 2011**

Confirmación y aceptación del trabajo y modalidad de presentación (póster o ponencia): **hasta el 15 de mayo de 2011.**

Presentación de trabajos completos: **hasta el 30 de junio de 2011.**

P U B L I C A C I O N E S

Publicaciones (2009-2010)

BAXENDALE, C. A. (2010) Geografía, organización del territorio y Sistemas de Información Geográfica. En: BUZAI, G.D. (comp.) Geografía y Sistemas de Información Geográfica. **Aspectos conceptuales y aplicaciones**. Buenos Aires. Universidad Nacional de Luján. Luján. pp 37-41. ISBN 978-087-05-7535-1.

BUZAI, G.; BAXENDALE, C. y CRUZ, M. (2010) Fases de un proyecto de investigación de Geografía Aplicada basada en el uso de Sistemas de Información Geográfica. En: BUZAI, G.D. (comp.) **Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptuales y aplicaciones**. Buenos Aires. Universidad Nacional de Luján. Luján. pp 197-216. ISBN 978-087-05-7535-1.

BAXENDALE, C.A (2009) Análisis socioespacial contextual del Parque Costero del Sur. En: Athor, José (editor) **Parque Costero del Sur. Naturaleza, conservación y patrimonio cultural**. Fundación de Historia Natural Félix de Azara. Buenos Aires. pp 52-65. ISBN 978-987-25346-3-9. (Total páginas 528).

BAXENDALE, C.A. y G.D. BUZAI (2009) Caracterización socioespacial del Chaco Argentino. En: Morello, Jorge y Andrea F. Rodríguez (editores). **El Chaco sin Bosques: La Pampa o el Desierto del futuro**. UBA-GEPAMA-UNESCO. Buenos Aires. pp 3-52. ISBN 978-987-9260-73-9.

BUZAI, G.D. (comp.) (2010) **Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptuales y aplicaciones**. Buenos Aires. Universidad Nacional de Luján. Luján. ISBN 978-087-05-7535-1. (Total páginas 703).

DADON, J.R. y S.D. MATTEUCCI (eds.). 2009. **Zona Costera de la pampa argentina: recursos naturales, sostenibilidad, turismo, gestión, derecho ambiental**. Segunda Edición. Nobuko, Buenos Aires. ISBN 978-9-875842-30-4. 193 pp

MATTEUCCI, S.D. and L. PLA. 2010. Procrustes analysis as a tool for land management. *Ecological Indicators* 10: 516-526. (Elsevier ISSN: 1470-160X).

MATTEUCCI, S.D. 2009. Cambios de uso de la tierra en el entorno de las áreas protegidas en la Llanura chaqueña. Posibles consecuencias sobre la efectividad de las reservas naturales. En: J. Morello, A.F. Rodríguez (Editores) **El Chaco sin bosques: la pampa o el desierto del futuro**. UNESCO-GEPAMA-FADU-UBA. Orientación Grafica Editora, Buenos Aires. Pp 291-311. (ISBN:978-9-879260-73-9).

MATTEUCCI, S.D. 2009. Efecto del entorno sobre las áreas protegidas: el caso de la reserva de la biosfera Parque Costero del Sur, Provincia de Buenos Aires. En: J.Athor (Ed.) **Parque Costero del Sur. Naturaleza, conservación y patrimonio cultural**. Fundación de Historia Natural Félix de Azara, Buenos Aires, Argentina. Pp. 37-49 (ISBN 978-9-872534-63-9).

MORELLO, J. y A. F. RODRÍGUEZ (Editores) (2009) **El Chaco sin bosques: la pampa o el desierto del futuro**. UNESCO-GEPAMA-FADU-UBA. Orientación Grafica Editora. 402pp. ISBN:978-987-9260-73-9. Buenos Aires, Argentina. 2009.

MORELLO, J.; A.F. RODRÍGUEZ y M. SILVA (2009) Clasificación de Ambientes en Áreas Protegidas de las Ecorregiones del Chaco Húmedo y Chaco Seco. En: Morello, J.; A.F. Rodríguez (Editores) (2009) **El Chaco sin bosques: la pampa o el desierto del futuro**. UNESCO-GEPAMA-FADU-UBA. Orientación Grafica Editora. 53-89 pp. ISBN:978-987-9260-73-9. Buenos Aires, Argentina. 2009.

MORELLO, J.; A.F. RODRÍGUEZ y W. PENGUE (2009) Análisis descriptivo del proceso de desmonte y habilitación de tierras en el Chaco Argentino. En: Morello, J.; A.F. Rodríguez (Editores) (2009) **El Chaco sin bosques: la pampa o el desierto del futuro**. UNESCO-GEPAMA-FADU-UBA. Orientación Grafica Editora. 291-311pp. ISBN:978-987-9260-73-9. Buenos Aires, Argentina. 2009.

Página Web de Gepama

Allí aparecen, en las páginas de cada uno de los integrantes, nuevos artículos de opinión y de interés general; así como textos e informes científicos, para bajas (downloads) libres de costo. También se presentan anuncios y actividades, pasadas y futuras.

Visítanos en nuestro URL:

<http://www.gepama.com.ar>

Octubre de 2010

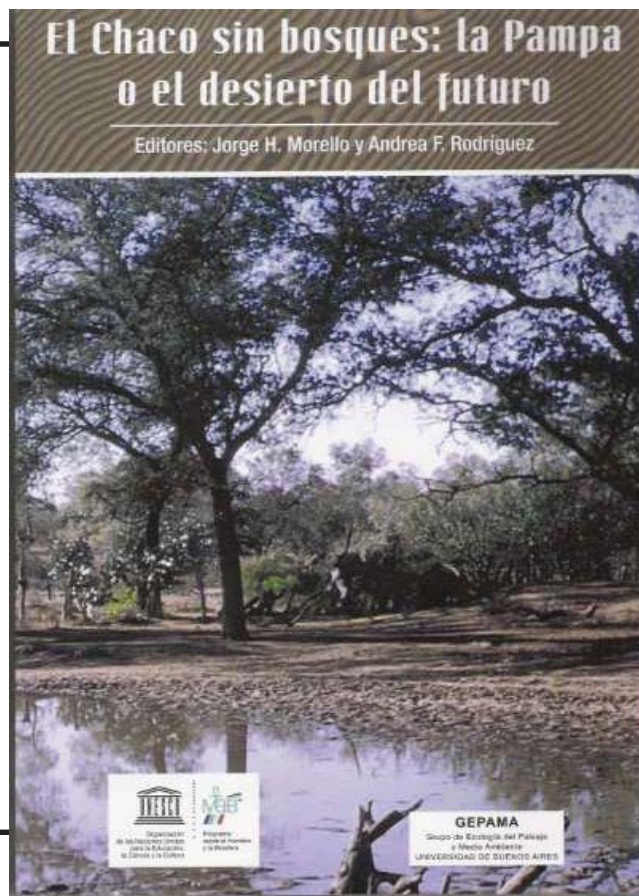
Printed in Argentine - Impreso en la Argentina

Esta revista se diagramó e imprimió por orden de

ORIENTACION GRAFICA EDITORA S.R.L.

Gral. Rivas 2442 -C1417FXD Buenos Aires - Tel/Fax: (011) 4501-5427 - Tel.: (011) 4504-4851

E-mail:sergiowaldman@yahoo.com.ar / www.ogredit.com.ar



EL CHACO SIN BOSQUES: LA PAMPA O EL DESIERTO DEL FUTURO

Editores:

JORGE H. MORELLO y ANDREA F. RODRÍGUEZ

UNESCO y GEPAMA (Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente – FADU-UBA)

ISBN 978-987-9260-73-9

432 Páginas

1ra Edición DICIEMBRE 2009

www.gepama.com.ar

Ejemplares disponibles para envío a
Bibliotecas e Institutos de Investigación.

Contactarse

info@gepama.com.ar

<< RESEÑA

Esta obra, se ocupa de los cambios recientes de usos del suelo en la llanura Chaco-Pampeana. En ella se han reunido enfoques de 20 investigadores desde distintas ópticas profesionales que tratan el problema de la marginalidad chaqueña, biofísica, cultural y socio-productiva y sus consecuencias.

Se analizan: las consecuencias demográficas de los cambios de usos del suelo, las modificaciones de la cobertura vegetal en territorios donde dominan arealmente los bosques; el efecto de la marginalidad en distintos ciclos o etapas del desarrollo regional. Otros trabajos ponen el énfasis en el estudio comparativo entre áreas rurales y periurbanas contiguas y mas desarrolladas particularmente La Pampa.

Hay contribuciones sobre la expansión de la frontera agropecuaria reciente en tierras con ecosistemas naturales y seminaturales boscosos ha sido el proceso de conversión ecológica, socioeconómica, técnica y cultural mas dinámico del país y desde su análisis han podido contestarse algunas de las infinitas preguntas que nos hacemos sobre el futuro ambiental del Chaco y sus bordes, y la de la calidad de vida de la población de un enorme territorio asolado por disturbios naturales como, las inundaciones y sequías extraordinarias, los incendios recurrentes vinculados al desmonte y a la presión de pastoreo-forrajeo.

Pensamos que esta obra no solo llena vacíos de conocimiento sobre problemas que requieren el concurso de varias disciplinas para ser explicados sino que genera preguntas nuevas sobre temas de inequidad social y ambiental poco o nada estudiados hasta ahora.

<< INDICE GENERAL

CAPÍTULO 1. Escenario ecológico y socioeconómico

CAPÍTULO 2. Los procesos productivos

CAPÍTULO 3. Los efectos recientes de cambios de uso del suelo

CAPÍTULO 4. Deforestación, defaunación y protección de la riqueza biótica