

# FRONTERAS



Una publicación  
del GEPAMA  
Grupo de Ecología  
del Paisaje y Medio Ambiente

ISSN 1667-3999

**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 DE BUENOS AIRES

**Nº 4**  
Año 4  
Nº 4  
Septiembre  
2005

## REFLEXIONES A UNA DÉCADA DE TRABAJO ESFORZADO

El cuarto número del Fronteras coincide con los 10 años de GEPAMA y es saludable resumir nuestro balance entre lo que quisimos hacer y lo que logramos. Pretendimos ampliar nuestra curiosidad ecológica al enfoque bioregional, a la relación entre configuración espacial del territorio y estructura socioeconómica, a la ecología del paisaje como herramienta para planificar el desarrollo regional, para proveer de indicadores de sitios arqueológicos, y planificar el desarrollo territorial. Logramos rescatar y crear metodologías de análisis de procesos y elementos dinámicos que ocurren en el país, como la expansión de las aglomeraciones urbanas, la frontera agrícola, la instalación de industrias fuera de las ciudades, el crecimiento de los barrios privados como ecotono urbano rural y las modalidades de conservación del verde construido y el verde natural residual de las ciudades.

Creció y se racionalizó espacial y metodológicamente nuestra capacidad para comprender la importancia de los fragmentos de ecosistemas naturales y las modalidades de conversión en ecoregiones subtropicales y templadas y, en paralelo, nuestra capacidad de análisis de lo que significa la agricultura de altos insumos en la Pampa y las consecuencias de su traslado al Chaco. Abrimos una brecha en agroecología pensando en modalidades alternativas de producción rural.

Intentamos convencer a las autoridades competentes para que se tomaran en cuenta propuestas de manejo sensato de ámbitos rurales con usos conflictivos del suelo, de ámbitos urbanos populares con potencial de mejoramiento de calidad de vida y de espacios rurales que conservan restos de ecosistemas naturales restaurables. Aprendimos que eso lleva mucho más de una década y una capacidad de negociación que no tenemos.

Formamos jóvenes, capacitamos colegas y aprendimos de ellos, publicamos libros, aprendimos a ser austeros en nuestros pedidos, modestos en nuestras ambiciones institucionales y somos felices trabajando en un grupo multidisciplinario y en una Facultad que nos da lo esencial: tranquilidad para elegir temas y desarrollarlos.

**Artículos**

- Etapas de uso de los recursos y desmantelamiento de la biota del Chaco,  
*Jorge Morello, Walter Pengue y Andrea Rodriguez* ..... 1
- De la Ecología Urbana a la Urbanoecología, *Silvia Diana Matteucci* ..... 18
- Geografía automatizada, ciencias de la información geográfica y ciencias sociales integradas espacialmente. Avances cuantitativos para los estudios territoriales del siglo XXI, *Gustavo D. Buzai* ..... 31

**Comunicaciones y avances de investigación**

- Modelo discriminante para la clasificación de unidades de tierra sobre la base de su configuración espacial,  
*Silvia D. Matteucci y Mariana Silva* ..... 37
- Análisis de imágenes satelitales y aplicación de índices del paisaje en el estudio de espacios verdes de la Ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe, *Nora Mendoza* ..... 42

**Actividades**

- Revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica ..... 48
- Simpósio Integrado de Geotecnologías Do Cone Sul (Sig-Sul 2005) ..... 48
- Segundas Jornadas de la Asociación Argentino Uruguaya de Economía Ecológica ..... 48
- Premios Nacionales ..... 48

**Anuncios**

- Primeras Jornadas Argentinas de Ecología de Paisajes ..... 49
- Libro Nuevo: El Alto Paraná Encajonado Argentino-Paraguayo Mosaicos de Paisajes y conservación regional ..... 51
- Libro Nuevo: Agricultura Industrial y Transnacionalización en América Latina ..... 52
- CD: Principios de Economía Ecológica y Agroecología ..... 52

Publicaciones del GEPAMA (2004-2005) ..... 53

**Integrantes del GEPAMA:**

- Dr. Jorge Morello, Director. [morello@gepama.com.ar](mailto:morello@gepama.com.ar)
- Dra. Silvia D. Matteucci. [smatt@gepama.com.ar](mailto:smatt@gepama.com.ar)
- Dr. Gustavo D. Buzai. [buzai@gepama.com.ar](mailto:buzai@gepama.com.ar)
- Ms. Walter Pengue. [wapengue@gepama.com.ar](mailto:wapengue@gepama.com.ar)
- Lic. Andrea F. Rodriguez. [rodriguezaf@gepama.com.ar](mailto:rodriguezaf@gepama.com.ar)
- Ms. Mariana Silva. [marianasilva@yahoo.com](mailto:marianasilva@yahoo.com)
- Nora Mendoza. [mendoza@gepama.com.ar](mailto:mendoza@gepama.com.ar)

## ETAPAS DE USO DE LOS RECURSOS Y DESMANTELAMIENTO DE LA BIOTA DEL CHACO

Jorge Morello<sup>1</sup>; Walter Pengue<sup>2</sup> y Andrea Rodríguez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> CONICET, Univ. de Buenos Aires, morello@gepama.com.ar

<sup>2</sup> Univ. de Buenos Aires, wapengue@gepama.com.ar

<sup>3</sup> Univ. de Buenos Aires, rodriguezaf@gepama.com.ar

El Gran Chaco Sudamericano con su territorio de más de 1 millón de km<sup>2</sup>, ocupa el segundo lugar en cuanto a superficie de bosques de Sudamérica (Di Giacomo y Krapovickas, 2005) y es un repositorio de biodiversidad en su sentido más amplio que incluye una valiosísima riqueza de conocimiento de las etnias sobrevivientes todavía rescatable (Naumann y Madariaga, 2003), unida a una riqueza biótica variable espacialmente a lo largo de dos gradientes: uno de pluviometría decreciente E-W, es decir del Paraguay-Paraná a la llanura contigua a las Sierras Subandinas y Pampeanas. El otro ordenador es el gradiente termoclimático tropical-subtropical-templado N-S, es decir del Amazonas y los llanos de Mojos al Espinal y la Pampa.

Usando el análisis temporal, y la visión del ecólogo (Matteucci, 1998 y 2003) es posible comprender, "lo que hacían", es decir como se comportaban los ecosistemas chaqueños bajo presión de pulsos naturales (Adámoli *et al.*, 1990) y como fueron cambiando los efectos de los mismos al intervenir el hombre modificando su frecuencia e intensidad.

La influencia antrópica, además de modificar los pulsos naturales, introdujo desplazamientos territoriales de sus efectos como caminos cortafuegos, erradicación de la langosta en áreas de reproducción; caminos diques y vías férreas terraplenadas que cambian los flujos hidrológicos superficiales y modificó la calidad y cantidad de la oferta de bienes y servicios naturales. Finalmente alteró las categorías de cobertura vegetal y las interacciones entre componentes del paisaje.

### Periodización

Este trabajo describe la evolución en el tiempo de tales modificaciones, identifica los tipos de co-

bertura vegetal que fueron afectados, la modalidad de la alteración, y quienes fueron los actores responsables.

En el diseño y rediseño de paisajes influyeron de manera diferente, el fuego (Herrera *et al.*, 2003), las inundaciones, el sobrepastoreo, las labranzas, el desmonte, la exploración y explotación petrolera, las mangas de langosta migratoria, la mudanza o traslado de los cauces (Cordini, 1947; Adámoli *et al.*, 1990), y muy particularmente los ciclos pluviométricos plurianuales por encima y por debajo de la normal.

En los 10 períodos en que se divide la historia de la ocupación humana del Chaco, esos pulsos tuvieron distintas respuestas ecosistémicas. En cada etapa distintos actores sociales fueron usando la oferta de la naturaleza de manera distinta y se modificaron los usos dominantes del suelo. Conocer la secuencia y tipo de cambios producidos no es suficiente para pronosticar el futuro de los paisajes chaqueños, pero ayuda mucho para pensar en una estrategia de manejo sustentable, incluyendo un balance entre usos productivos y conservativos.

Hay dos grandes períodos de uso de los recursos chaqueños, uno de *cosecha ecosistémica* y otro de *agricultura generalizada*, divididos en 10 etapas:

- 1) etnias locales,
- 2) fronterizos y meleros,
- 3) puestos ganaderos,
- 4) poste y durmiente
- 5) 1° taninera,
- 6) colonia algodонера
- 7) exploración y explotación petrolera
- 8) agriculturización
- 9) 2° taninera
- 10) pampeanización

Y los describimos usando 12 índices del patrón espacial y sociocultural dominante en capa período: *ecosistema fundamental, ecosistema de apoyo, recurso más valorizado, actividad fundamental, actividad de apoyo, herramienta de manejo, herramienta de cosecha, disturbio principal, ecosistemas de reemplazo, papel del borde, nuevos actores sociales y comportamiento en el tiempo.*

### Etnias locales

Quienes manejan los elementos del paisaje son los pueblos originarios o indígenas que lentamente incorporan herramientas de cosecha ecosistémica del blanco con quienes guerrear y mercadean y para quienes trabajan en condiciones de semiesclavitud (Maranta, 1987).

**Ecosistema fundamental:** pastizales y sabanas de tierra firme.

**Ecosistemas de apoyo:** fluvial y en menor medida el bosque.

**Recurso más valioso:** ictiofauna, miel y cera del monte (Bücher, 1974), frutos del "bosque nutricio", es decir donde dominan árboles de fruto comestibles como los algarrobales (*Prosopis alba, P. nigra, P. elata, P. kuntzei*), chañarales (*Geoffroea decorticans*), talarres (*Celtis spinosa*) y mistolares (*Zizyphus mistol*).

**Actividad fundamental:** caza, pesca, cosecha de miel, frutos y fibras.

**Herramienta de manejo:** fuego para caza, control de insectos hematófagos, cosecha de miel de palo (humo) y combate intra e interétnico, sobre todo dispersando las caballadas de los ejércitos expedicionarios y cercando campamentos (Barquez, 1997).

**Herramienta de cosecha:** trampas, lanza, y flecha, odre impermeabilizado, morral, y red de chaguar (*Bromelia hieronymi, B. serra, Dyckia chaguar*) (Arenas, 2003).

**Disturbio principal y respuesta ecosistémica:** con la quema parcial y separada en el tiempo el pastizal se enriquece con parches de etapas sucesionales de distinta edad y composición biótica. El incendio controlado y por manchones es incorporado por el blanco; que bautiza la técnica como "quemar mateado" y la usa para estimular el rebrote.

**Ecosistemas de reemplazo:** no hay, sólo se conocen estadios sucesionales en respuesta a incendios realizados en condiciones meteorológicas variables: con y sin rocío y viento.

**Papel del borde pastizal-bosque:** "barrera" para el desplazamiento de la fauna mayor: ñandú (*Rhea ame-*

*ricana*), guanaco (*Lama guanicoe*), oso hormiguero (*Mirmecophaga tridatyla*), ciervo del pantano (*Blasotocerus dichotomus*), "corredor" para las etnias que cosechaban miel, "observatorio" para movimiento de presas; "filtros" para pastos heliófilos de los géneros *Aristida, Paspalum, Chloris, Imperata, Trichloris, Schizachirium*, etc.

**Actores sociales:** aborígenes, misioneros jesuitas; exploradores laicos, expedicionarios militares, comerciantes de miel, cera, tejidos de chaguar, cueros, plumas y pieles.

**Transculturación:** desde mediados del siglo XIX incorporan oveja, chanco "casero", cabra, perro, machete, y hacha. El caballo se usa para transporte de carga sin jinete; se trata de "culturas de a pié" y no manejan grandes ungulados domésticos.

**Comportamiento en el tiempo:** en el Chaco argentino los últimos conflictos interétnicos resueltos con armas de fuego por fuerzas de seguridad son de la primera mitad del siglo XX.

### Fronterizos y meleros

El criollo entra y sale de la frontera que separa la tierra controlada por el blanco del dominio aborígen en busca de miel y cera. Las relaciones entre ambos nunca fueron buenas porque competían por la cosecha los mismos productos. Se introduce ganado vacuno cerca de los ríos (Saravia Toledo, información personal, 2004; Bilbao 1967).

**Ecosistema fundamental:** pastizal, sabana y humedal (madrejones y riberas fluviales).

**Ecosistema de apoyo:** bosque como proveedor de miel, cera, algarroba (frutos de *Prosopis*), carne de monte; ríos de caudal permanente por la ictiofauna comestible.

**Recurso más valioso:** mieles, cera, frutos del bosque, fauna de piel valiosa, resinas, pegamentos (goma de *Cercidium australe*).

**Actividad fundamental:** ganadería en pastizales, abras, y cañadas, cosecha de miel y cera.

**Actividad de apoyo:** cosecha de pieles y cueros de la biota nativa, cosecha de algarroba.

**Herramienta de manejo:** fuego y caballo (Bilbao, 1967).

**Herramienta de cosecha,** lazo, arma blanca y de fuego, hacha "melera", y machete

**Disturbio principal y respuesta ecosistémica:** inicio de defaunación local en pastizales y debilitamiento de los simbólicos (*Pennisetum frutescens*) donde

se concentran los ungulados domésticos (Astrada, 1906, De la Cruz, 1998).

**Vegetación de reemplazo:** hay relatos sobre entrada de vinal (*Prosopis ruscifolia*) en simbolares.

**Papel del borde pastizal-bosque:** "refugio" del vacuno para rumiación, "barrera" para la circulación de meleros y su carga, "refugio" de grandes predadores para acecho de presas del pastizal, "refugio" de aborígenes guerreando y criollos fuera de ley, "observatorio" para cazadores.

**Nuevos actores:** criollo melero, expedicionario militar, misionero católico, estanciero latifundista, comerciante de miel, cera, cueros y pieles.

**Comportamiento en el tiempo:** muy variable territorialmente, hoy confinados en el Impenetrable y el interfluvio semiárido Bermejo-Pilcomayo y entre el Itiyuro y Santa Victoria en Salta. En la Mesopotamia Salado-Dulce declina a principios del siglo XIX.

## Puestos ganaderos

La tierra conquistada es asignada a propietarios blancos y sus puesteros toman control permanente de los bordes de los predios y se instalan en lotes fiscales introduciendo rodeos mixtos dominados por vacuno y caprino, en abras y pastizales. Se va consolidando el reemplazo de herbívoros nativos diezmados por la caza y ungulados domésticos. Se producen reemplazos de ecosistemas fundamentales: manchones de pastizal por arbustales.

**Ecosistema fundamental:** pastizales, sabanas y humedales.

**Ecosistema de apoyo:** bosque como proveedor de forraje en períodos de escasez de pasto.

**Recurso más valioso:** forraje para pacido y ramoneo de ungulados domésticos.

**Herramienta de manejo:** fuego, corrales, aguadas, trojes, "clausura" (cercos de ramas espinescentes para hacer un mosaico de pastizal nativo y cultivo de zapallo y maíz).

**Herramienta de cosecha:** igual que "fronterizo" y vestimenta de cuero del jinete "corredor" de vacuno en el interior del bosque: sombrero retobado, coleteo, guardacalzones, y de su caballo: guardamonte, pechera y frentera. Jaurías adiestradas y con distribución de tareas: perro tigrero y leonero para "empacar" la presa a la espera del cazador, quirquinchero-tatucero, iguanero, chanchero, arriador de ñandú y guanaco, cabrero, de custodia del puesto, y "mordedor de garrones" para sacar vacuno a campo abierto.

**Disturbio principal y respuesta ecosistémica:** eliminación local del pulso de fuego en pastizales sobrepastoreados e invasión de leñosas oportunistas de dispersión endozoica. Predación selectiva por vacuno y cabra de individuos juveniles de especies de maderas valiosas como quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis lorentzii*), chaqueño (*S. balansae*), algarrobos (*Prosopis*) y guayacán (*Caesalpinia paraguayensis*). Ampliación de peladares peridomésticos; desaparición local de ñandú, guanaco (Cuellar y Noss, 2004), ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*), yacaré (*Caiman latirostris* y *C. yacare*) y tatú carreta (*Priodontes giganteus*). En puestos: erosión mantiforme y carcavamiento de barrancas (Fig.1).

**Vegetación de reemplazo:** algunos ecosistemas de pastizales pasan al estado arbustal que llevan el nombre de sus dominantes: iscayantales de *Mimozyanthus carinatus*, tuscales de *Acacia caven*, garabatales de *Acacia praecox*, teatinales de *Acacia furcatispina*, matorrales de *Mimosa detinens*, y de tala pispá (*Celtis pallida*).

La persecución de carnívoros predadores como el tigre (*Panthera onca*) y el puma (*Felis concolor*) induce la explosión poblacional de roedores como el conejo del palo (*Pediolagus salinicola*) y la vizcacha (*Lagostomus maximus*) en los peladares de los puestos y borde de bosque contiguo (Bücher, 1982).

**Papel del borde pastizal-bosque:** "refugio" de puesteros cazadores y de vacunos para rumiación, "sitio" de instalación de los puestos; "barrera" temporaria para hematófagos.

**Nuevos actores:** ganadero engordador, rematador de hacienda, jinete corredor, arriero, puestero y turco ambulante (comerciante que abastece a los puesteros en trueque).

**Comportamiento en el tiempo:** consolidada a principios del siglo XX, entra en descenso en 1980 por los desmontes de tierras adquiridas por empresas que practican agricultura industrial. *Se mantienen hasta hoy como red socialmente interconectada en tierras fiscales y de propietarios ausentistas.* La interconexión se hace por sendas de ganado de borde curvilíneo donde en el borde del monte era ocupado por cactáceas arboriformes dispersadas por el vacuno particularmente el quimil (*Opuntia quimilo*).

## Durmiente y poste

El sistema ferroviario que comienza a instalarse en la Pampa a fines del siglo XIX y el transchaqueño del eje fluvial Paraguay-Paraná a las sierras Subandinas a principios del XX, más el proceso de alambrado de los campos, crean una fuerte demanda de



FIGURA 1.  
Peladar peridoméstico con  
carcavamiento en puesto de  
cabras de más de 40 años.  
Líneas Barilari, planicie  
de inundación del Bermejito.

madera imputrescible de las ecoregiones del Espinal y del Chaco (Morello y Hortt, 1985).

**Ecosistema fundamental:** bosque de maderas duras e isletas de monte en sabanas.

**Ecosistema de apoyo:** abras de pastizales y pajonales.

**Recurso más valioso:** los cuatro quebrachos colorados (*Schinopisi lorentzii*, *S. heterophylla*, *S. haenkeana*, *S. balansae*), algarrobos y palosanto (*Bulnesia sarmientoii*).

**Actividad fundamental:** explotación selectiva de madera dura para infraestructuras al aire libre y de algarrobos para mueblería. Con diámetros menores de las demandadas, y otras especies, fabricación de carbón y corte de leña para, FFCC, ingenios, panadería, ladrillería.

**Actividad de apoyo:** ganadería del obrajero o del propietario del lote en explotación y cosecha de carne de monte, cueros y pieles; miel y cera por parte de los hacheros.

**Herramienta de manejo:** campamento de hacheros, picadas de extracción, playas, hornos de carbón; aguadas, corrales y manga para manejo ganadero.

**Herramienta de cosecha:** bueyes, alzaprimas o "cachapés", tractores, plumas de carga, camiones, motosierra, hacha de apeo, "melera" y "labradora", jaurías especializadas, caballo, arma blanca y de fuego.

**Disturbio principal:** después de la explotación quedan "in situ" ejemplares tortuosos sin fuste fores-

tal, atacados por insectos y hongos xilófagos, esto sería una selección negativa de germoplasma. Aumento de parches de suelo estéril por calcinado en playas y hornos de carbón. Incremento de densidad de nidos de hormigas cultivadoras de hongos de interior del bosque particularmente *Acromyrmex lundii* con inversión de perfiles del suelo (Bücher y Montenegro, 1974). Se extinguen subregionalmente algunos vertebrados de piel valiosa (Mares *et al.*, 1981); en 1960-70 una piel de tigre equivalía a un año de trabajo de un hachero, la de yacaré (*Caiman latirostris* y *C. yacare*) a 3 meses y la del ocelote (*Felis pardalis*) a 6. Se expanden las poblaciones de roedores considerados plaga aún lejos de los puestos, en el interior de los bosques de "rehache", es decir explotado varias veces.

**Vegetación de reemplazo:** arbustificación de parches de apeo por *Acacia praecox* y de abras y pastizales por *Acacia caven*. Desaparición local de pastos del bosque, *Trichloris crinita*, *T. pluriflora*, *Gouinia paraguariensis*, *G. latifolia*, *Setaria* sp., *Chloris* sp.

**Papel del borde pastizal-bosque:** para el ganado bovino que es llevado expresamente al interior de los parches forestales deja de ser "barrera" y se transforma en "corredor".

Funciona como "filtro" para los hacheros que cosechan carne de monte en el interior del bosque. Es "barrera" o "filtro" para ovino por la densidad de arbustos espinescentes, y el caprino prefiere ramonear en interior y no en borde.

**Nuevos actores:** obrajero, contratista, hachero, carbonero, tractorista y operador de la pluma de carga, mecánico, camionero.

**Comportamiento en el tiempo:** la actividad languidece en los 60-70 cuando baja la demanda de durmientes y aparecen postes de hormigón para alambrear. Hay picos de reactivación por nuevas demandas: maderas blandas para "pallets" y semiduras como algarobos para mueblería, ebanistería y talla de madera.

### 1º Taninera

Este período se superpone parcialmente con la etapa "colonia algodонера". A fines del siglo XIX y principios del XX, empresas extranjeras de producción mixta, forestal-ganadera, acceden a cientos de miles de hectáreas y desarrollan una actividad industrial produciendo extracto tánico fundamentalmente de los quebrachos colorados y extracto para aceites esenciales de palosanto (*Bulnesia sarmientoi*). El desarrollo industrial incipiente de 1895-1905 conjuga tanineras, fábricas de aceites esenciales e ingenios azucareros (Besil, *et.al.*, 2002).

**Ecosistema fundamental:** quebrachal-palosantal, bosque de quebracho colorado y "monte fuerte", nombre regional para el bosque diversificado de maderas duras como: palo piedra (*Diplokeleba floribunda*), lapacho (*Tabebuia heptaphylla*, *T. aurea*), urunday (*Astronium urundeuva*, *A. balansae*) quebracho chaqueño, quebracho santiagueño, quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*), quebracho mestizo (*Schinopsis heterophylla*), guayacán, e itin (Morello y Adámoli, 1968, 1974).

**Ecosistema de apoyo:** "campo prado" nombre regional del pastizal pluriespecífico rico en Asteraceas semileñosas con xilopodio, para horti-fruticultura, y ganadería en gramillares de alto valor forrajero todo el año, dominados por: *Paspalum alcalum* y *Paspalum lividum*

**Recurso más valioso:** bosques de maderas tánicas y con aceites esenciales y agua.

**Actividad principal:** apeo y preparación "in situ" de rollizo descortezado para extracto tánico o aceites esenciales; cosecha de madera tánica "campana" es decir muerta y secada en el suelo, servicios para factoría taninera, portuarios, ferroviarios y centros urbanos de las empresas (Bolsi, 1985; Bünstorf, 1982).

**Actividad de apoyo:** aserradero para explotación de especies no tánicas, hornos para carbón, fabrica

de ladrillo, horti-fruticultura, remates de ganado y matadero para los centros urbano-fabriles.

**Herramientas de manejo en el bosque:** obraje donde se explotan pocas especies y, en el caso de las tánicas, se extrae cualquier diámetro por encima de los 25 cm DAP (Diámetro a la altura del Pecho) y cualquier estado sanitario incluyendo individuos con duramen multiperforado por xilófagos.

**Herramientas de cosecha:** vías de saca en el monte, carros, alzaprima o "cachapé", camiones, tractores, ramal ferroviario, guinche, playas o canchones para rollizo.

**Disturbio principal y respuesta ecosistémica:** rediseño de la escorrentía superficial por construcción de vías férreas y caminos terraplenados en red de trama densa. Mueren parches de bosques de tierra firme anegados por endicamiento.

Ya se indicó que la demanda de rollizo para tanino incluye ejemplares enfermos y sobremaduros; y en ese sentido el método de cosecha funciona como manejo fitosanitario que elimina ejemplares defectuosos y enfermos, respetando poblaciones de juveniles. Con ganado en el monte difícilmente sobreviven al ramoneo ejemplares de quebracho colorado de menos de 5-7 años edad.

**Vegetación de reemplazo:** arbustificación de claros de apeo y de pastizales anegadizos sobrepastoreados. En los bosques no hay sustituciones de comunidades en sentido estricto. *Alta capacidad de restauración natural del quebrachal si se retira el ganado durante una década o más, y se controlan los incendios.* Hay sitios con densas poblaciones jóvenes coetáneas de quebracho colorado, lo que sugiere "episodios" de germinación y reclutamiento. Hay sustitución de pastizales para horti-fruticultura en pueblos fabriles.

**Papel del borde:** la densa red de vías férreas y caminos crea bordes rectos angostos que funcionan como "corredores" para la entrada de exóticas oportunistas y el avance de cicatrizantes del bosque nativo como el ombú (*Phytolacca dioica*).

**Nuevos actores:** Comisión Nacional del Extracto de Quebracho (CONAQUE), Instituto Nacional Forestal (IFONA), Ley 13.273 de Defensa de la Riqueza Forestal (1948), empleados de FFCC, obreros y técnicos de fábrica, altos empleados extranjeros, técnicos y obreros portuarios, y personal de servicios en los centros urbanos de las empresas taninera o de aceites esenciales.

**Comportamiento en el tiempo:** en la provincia del Chaco en algo más de medio siglo se pasa de pro-

cesar rollizos en 15 fábricas, a 3. La máxima actividad se dió entre 1920-1950. El descenso a partir de 1960 ocurre por competencia de plantaciones de Mimosa en Sudáfrica, por el alejamiento creciente entre la fábrica y la fuente de rollizo, por obsolescencia fabril, por desplazamiento del cuero por plástico en muchos usos, y por sustitución del tanino por sales de cromo para el curtido (Bünstorf, 1982)

### Colonia algodonera

Al expandirse la agricultura comienzan a superponerse etapas agrícola-industriales con las de cosecha ecosistémica particularmente la "1ª taninera" y la de "durmiente y poste".

En el Chaco, el algodón sucede al tártago como planta aceitera y su cultivo se consolida con planificación y apoyo estatal desde principios del siglo XX. En 1929 la provincia homónima tenía 90.000 ha sembradas de las 99.000 de todo el país (INDEC 1960). Ocupa casi todos los ecosistemas no anegadizos de herbáceas y desmonta lentamente el borde de los fragmentos de bosque (Morello y Hortt, 1987 a y b). En este período la ganadería en grandes predios ya había ocupado los bajos anegadizos en la sub-región de Esteros, Cañadas y Selvas de Ribera (Adamoli, 2003) mientras el algodón dominaba en el dorsal agrícola de tierras altas en chacras de menos de 50 ha (Fig. 2). En todo el Chaco la superficie del minifundio algodonero oscila entre 10 y 20 ha (Reboratti, 2005).

**Ecosistema principal:** pastizales y sabanas de suelos profundos, de alta fertilidad y buen drenaje, el "campo prado" ya descrito, el espartillar de *Elio-*

*nurus* cf. *adustus*, el chajapesal de *Imperata brasiliensis*, y la paja amarillar (*Schizachyrium condensatum*, y *S. spicatum*).

**Ecosistema de apoyo:** borde de fragmentos de bosques (Fig.3); parches de selvas de ribera y humedales, estos últimos para ganadería en campo natural y rizicultura incipiente.

**Recurso más valioso:** suelos fértiles, y clima pluviométrico con lluvias suficientes para el largo ciclo de una especie oleaginosa-textil de verano (Fig. 4), o agua para cultivo bajo riego.

**Actividad principal:** algodonera y ganadería en campo natural (Morello y Hortt, 1987 b).

**Actividad de apoyo:** maderera, rizicultura, horticultura de primicia, fruticultura tropical, caza y pesca comercial y de subsistencia.

**Herramienta de manejo:** corresponde al período de tránsito de la tracción a sangre a la tractorización y de la fertilización orgánica a la de síntesis química. Es agricultura tradicional con barbechos, con quema de rastrojo y labranza con arado de reja y vertedera. Se hace algodón sobre algodón, porque funciona como cultivo "acordeón", ya que el chacarero siempre cosecha algo, aun en sequías y anegamientos y hace varias "pasadas" de cosecha. Cada "pasada" es un ingreso de fondos genuinos o de crédito en la cooperativa.

**Herramienta de cosecha:** manual con miles de braceros que alternan distintas zafras.

**Disturbio principal y respuesta ecosistémica:** pérdida de grandes parches de los ecosistemas "campo prado" que en Chaco y Formosa es una sabana

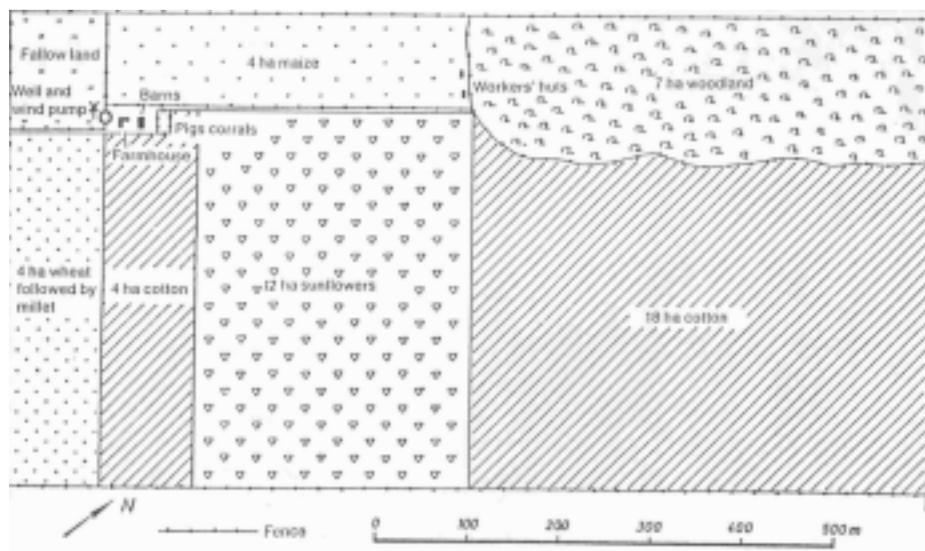


FIGURA 2.  
Distribución del uso del suelo en chacra de 50 ha en 1968. Las 7 ha de quebrachal de rehache (woodland) alojan a cosecheros temporarios y animales de tiro.  
Fuente: Bünstorf, 1982.

de subarbustos y ñandubay (*Prosopis affinis*), y selvas de ribera. Fragmentación de bosques (Fig.4) y de pastizales; pérdida de fertilidad, formación de piso de arado y planchado del soporte edáfico, erosión hídrica mantiforme generalizada y carcavamiento en albardones. Fragmentación de humedales destinados a rizicultura, invasión de malezas exóticas.

**Disturbio secundario y respuesta ecosistémica:** desmantelamiento de los parches de bosque de cada propiedad por sobreexplotación para leña, poste, varilla y construcción de refugios de los cosecheros temporarios, a quienes ubica en su interior. Cada chacra, si inicialmente tiene monte, por ley debe mantener un 25% del mismo. Ello crea extensos paisajes donde la matriz es lo cultivado y los parches el bos-

que que funciona como refugios de flora y fauna nativa conformando archipiélagos. Este tipo de paisaje permite pensar en programas de restauración y establecimiento de corredores de la biota nativa.

**Vegetación de reemplazo:** los cultivos y sus comunidades de malezas: *Cynodon dactylon*, *Sorghum halepense*, *Ipomoea fistulosa*, cadillo (*Cenchrus myosuroides*) (Fig.5).

**Papel del borde:** el chacarero desmonta una faja del bosque contigua al parche cultivado creando nuevas situaciones de borde y achicando los tamaños del hábitat "interior" de los parches forestales. En este nuevo borde se forma una neocomunidad, es decir, una combinación de especies distinta a la

FIGURA 3.  
Presión de desmonte sobre quebrachal de tres quebrachos del Dorsal Algodonero a fines de la década del '60.

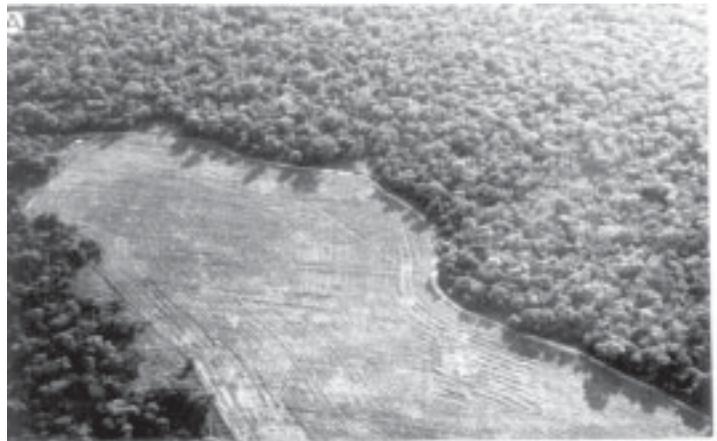
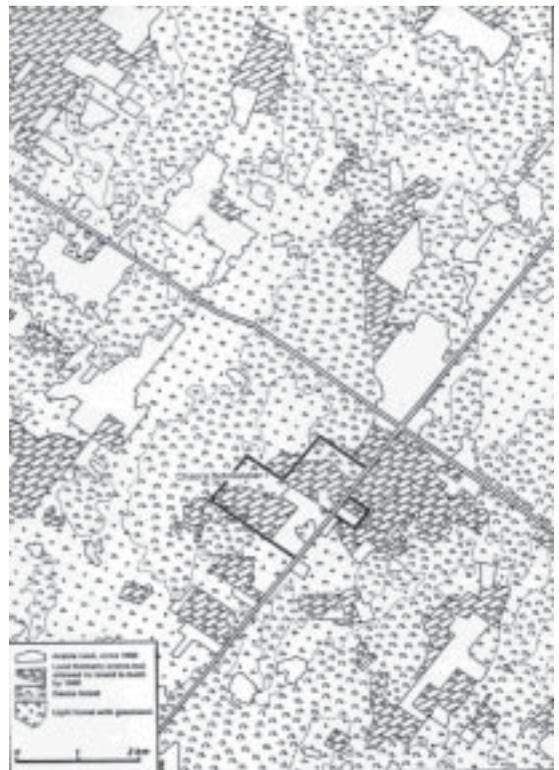


FIGURA 4.  
Abandono de lotes cultivados (rayado inclinado) durante un ciclo de sequía alrededor de 1960 en la faja del límite agronómico de sequía en la provincia del Chaco. La chacra remarcada (Schmutzler) de 300 ha abandonó más de la mitad de la tierra bajo cultivo. Fuente: Bünstorf, 1982.



del borde antiguo, con intrusiones de leñosas invasoras exóticas cuya fuente de propágulos está en las especies plantadas alrededor de la casa para sombra.

**Nuevos actores:** chacarero, acopiador, cooperativa, desmotadora, aceitera, hilandería.

**Comportamiento en el tiempo:** con altibajos por años sucesivos de inundaciones y sequías; fluctuaciones de precios y desarrollo de fibras sintéticas, el de algodón sobrevive hasta hoy como primer cultivo de la ecoregión y el territorio rural se ha organizado en función de sus demandas: porcentaje de fragmento de bosque sobre la matriz cultivada del predio, reordenamiento del desagüe, red de caminos vecinales, ubicación de desmotadores.

### Exploración y explotación petrolera

Desde antes de la guerra petrolera entre Bolivia y Paraguay hubo prospección en el Chaco argentino pero la red de picadas de exploración se consolida en los '70 como sistema de corredores que funcionan como vía de penetración a ecosistemas vírgenes y semivírgenes para obreros, cazadores, puesteros y sus rodeos, topógrafos, científicos, coleccionistas de fauna y flora, "arriadores" de aborígenes a la zafra azucarera, fuerzas de seguridad, contrabandistas. Podemos considerarla una red facilitadora de la defaunación, el desmonte, y el sobrepastoreo, en los fragmentos que habían conservado alta diversidad biótica por inaccesibilidad para automotores (Morello y Adámoli 1974 y 2005).

**Ecosistema principal:** la construcción de picadas y la explotación petrolera es una actividad transgresiva a distintos complejos de ecosistemas y usos del suelo.

**Ecosistema de apoyo:** humedales, la explotación

petrolera consume agua sacándola de madrejones, sistemas fluviales activos y por perforaciones.

**Recurso más valioso:** hidrocarburos, agua.

**Actividad fundamental:** limpieza de la cobertura vegetal en franjas angostas (6 m o más) y rectas formando un retículo de distancia variable entre picadas; perforación y explotación.

**Actividad de apoyo:** horticultura-fruticultura para abastecimiento de campamentos de explotación.

**Actividades conexas:** *una picada abre un abanico de posibilidades de cosecha ecosistémica en grandes parches de bosques y pastizales con una oferta biótica casi intacta.* Entre los años '50 y '70 la abertura de picadas coincidió con demandas del mercado de mascotas, animales embalsamados, plumas, cueros y pieles todavía sin normativas de control internacionales. Detrás de los equipos de exploración se organizan grupos de cazadores y colectores de trofeos cinegéticos y "recuerdos". La caza comercial supera en mucho a la de subsistencia de aborígenes, puesteros y hacheros (Mares et al., 1981).

La posibilidad de acceso con vehículo abre opciones económicamente ventajosas para obreros, y facilita el traslado de arreos desde los puestos y en camión.

**Herramienta de manejo:** en exploración equipo de desmonte mecánico, vehículos de prospección y casa rodantes, en explotación torre de bombeo y piletas de líquidos residuales, tanques, ductos, campamento, y manchón hortifrutícola irrigado o no.

**Herramienta de cosecha:** para caza comercial trampas tradicionales y se cosecha donde hay concentración de presas; en aguadas construidas *ad hoc*, lamederos naturales de sal o panes de sal colocados ex-profeso.



FIGURA 5.  
En primer plano comunidad de malezas en algodonal de desmonte de quebrachal de tres quebrachos a fines de la década del '70.

**Disturbio principal y respuesta ecosistémica:** en el Chaco la defaunación en picadas es centenaria e incluye: petroleras, de límites interprovinciales, de exploración de potencial maderero, de estudios hidrológicos y topográficas para venta de tierra pública. El entorno de campamentos de explotación se contamina con derrames y pérdidas de agua mezclada con hidrocarburos. El saneamiento de la explotación petrolera del área de Caimancito en el Parque Nacional Calilegua es un ejemplo de que territorios contaminados que pueden ser saneados (Caziani, 2005)

**Papel del borde:** la red de picadas puede considerarse una matriz formada por un conjunto de corredores. Cada picada crea nuevos bordes rectos donde la topadora apiló troncos y tierra que funcionan como "filtro" para el movimiento de ungulados domésticos, y como "barrera" para el movimiento horizontal del agua de lluvia. Si se usa para tránsito permanente el recorrido recto se hace sinuoso por los rodeos o "prestamos" que hay que hacer frente a obstáculos como pantanos, hormiguero hundido o "reventón", árbol caído y se va construyendo un borde mucho más ancho y de contorno festoneado cuyos efectos en la biota no son conocidos en el Chaco.

**Nuevos actores:** topadoristas, geólogos, contratistas de perforación, químicos.

**Comportamiento en el tiempo:** el período de actividad constante se superpone con la etapa "colonia agrícola" y por su precio internacional, el crecimiento de las demandas de agroquímicos y combustibles en el campo; de energía térmica industrial y urbana y las estimaciones de agotamiento del recurso, la exploración y explotación petrolera seguirá creciendo a tasas establecidas por las multinacionales.

### Agriculturización

Corresponde al fenómeno global llamado "nueva agricultura" o "revolución verde" donde los rindes cerealeros aumentaron por la alta capacidad de respuesta de los híbridos al fertilizante, y al riego, y a su precocidad (Pengue, 2005). Ello permite la consolidación del doble cultivo. En la Pampa producir grano se vuelve más conveniente que producir carne, actividad que se traslada al Chaco en un proceso que se llamó ganaderización. En el mismo lote y en el mismo año alternan el algodón como cultivo de verano y el trigo como cereal de invierno, desapareciendo los barbechos largos. Aumenta el uso de plaguicidas fosforados como el Parathion y herbicidas selectivos como el Tordon y su modalidad

de aplicación hace estragos en la población rural y en los ecosistemas donde se los aplica para debilitar los matorrales invasores de sustitución de pastizales y cultivos abandonados.

**Ecosistema fundamental:** lo que queda de campo natural y cualquier tipo de pastizal no anegadizo como los aibales de paleocauces, las sabanas de tatané (*Chloroleucon tenuiflorum*), ceibo (*Erythrina domingezii*) y lapacho amarillo (*Tabebuia ipe*), timbó (*Enterolobium contortisiliquum*), abras del bosque de maderas duras y selvas de ribera.

**Ecosistema de apoyo:** humedales para una rizicultura de alta tecnología y aplicación de cebos tóxicos sobre aves acuáticas granívoras en época de maduración y cosecha.

**Actividad principal:** cultivo de textil y grano en sistema de monocultura y doble cultivo. Cultivo altamente tecnificado de arroz.

**Actividad de apoyo:** ganadería en campo natural y en pasturas implantadas básicamente "buffel grass" (*Cenchrus ciliaris*), *Chloris gayana*, *Digitaria decumbens*, etc.

**Disturbio principal:** desmonte con tecnologías destructivas del soporte edáfico, y sin normativas que regulen el proceso. Sobre uso de agroquímicos, contaminación de napa, reactivación de desmontes para cultivos textil-cerealeros y pasturas implantadas (Paruelo *et al.*, 2005). Fragmentación de bosques, selvas y generalizada conversión de humedales en cultivos de arroz.

**Herramienta de manejo:** labranza convencional; arado de reja y vertedera, de o discos, rastra de dientes o disco, cebos tóxicos para aves excepcionalmente labranza cero.

**Herramienta de cosecha:** cosecha mixta manual y mecánica para algodón.

**Disturbio principal y respuesta ecosistémica:** defaunación por envenenamiento en avifauna acuática, contaminación de aguas y suelos, graves accidentes en el manejo de agroquímicos. Desmonte mecánico y químico generalizado, aparición de resistencia al 2-4-5T (herbicida) en arbustos (Pengue, 2002), calcinación de suelos en cordones de desmonte.

**Disturbio secundario:** venta de tierra pública sin normativas de manejo de los recursos.

**Vegetación de reemplazo:** arbustales de vinal, *Acacia bonariensis*, *A. aroma* y *A. praecox*.

**Papel del borde:** se generalizan los bordes rectos en desmontes y cultivos. Los materiales acordonados por las topadoras en los desmontes se quemán

con dificultad y funcionan como habitats para mamíferos cavadores de la fauna nativa y refugio de malezas anuales.

**Nuevos actores:** Facultades de Agronomía y Ciencias Naturales de Universidades regionales, ONGs rurales, organismos técnicos provinciales contratista agrícola, terrateniente empresario, empresario arrendatario; compañías de agroquímicos y venta de semillas, instalación de semilleros-criaderos aprovechando el largo termoclima con temperaturas altas del subtropical-tropical.

**Comportamiento en el tiempo:** habiendo comenzado en 1970 en la Pampa bajo el nombre de modernización agrícola el mejoramiento de la maquinaria, la capacidad empresarial del propietario produjeron un aumento de la productividad y el paso a la etapa sojera.

## 2º Taninera

Con la modernización de las fábricas y diversificación de productos (Gil, 2005, *in lit.*), la industria taninera cambia de óptica en cuanto al manejo del bosque e inicia una etapa experimental de uso sustentable del mismo y mejoramiento genético de las especies clave. La industria ofrece compuestos nuevos como, mezclas para la curtición, adhesivos, dispersantes para lodos, y cemento, aditivos emulsificantes, etc. (Prause, 2004). *Por otro lado se desarrolla un programa de fitomejoramiento de nativas, seleccionando portagranos y produciendo juveniles para resiembra intensiva de bosques propios, de grandes propietarios y de chacareros.* Trabaja con germoplasma seleccionado de quebracho colorado chaqueño y santiagueño, lapacho y algarrobos (Barrett, 1997). Disponer de plantines de progenitores de buen fuste y estado sanitario y de crecimiento más rápido que el promedio, es una oportunidad para el chacarero que tiene parches de bosque nativo; ya que lo puede manejar y enriquecer para producción de rollizo y con el tiempo empezar a contribuir al abastecimiento de materia prima para la industria taninera. *El objetivo es conservar parches de bosque y darles un destino rentable y sustentable en las chacras algodón-trigueras con fragmentos de quebrachales; las que en 1985 eran 38.000* (Bolsi, 1985).

**Ecosistema fundamental:** fragmentos de bosque con especies de quebracho colorado, inmersos en una matriz de suelos bajo cultivo de textiles, oleaginosas, granos, verduras y frutas tropicales.

**Ecosistema de apoyo:** humedales para ganadería en campo natural, rizicultura, pesca comercial, y

zoocriaderos de fauna anfibia como carpincho (*Hydrochaeris hydrochaeris*), nutria (*Myocastor coipus*), yacaré.

**Recurso más valioso:** madera, suelo agrícola, pasturas naturales, humedales para arroz.

**Recurso de apoyo:** fauna ictícola para pesca comercial, avifauna para mascota.

**Actividad principal:** producción de extracto tánico y derivados, mueblería.

**Actividad de apoyo:** ensayos sistemáticos de plantaciones experimentales de quebracho colorado, algarrobos, lapacho, *Pinus elliotii*, y *Eucaliptus terebinthifolia* (Barrett, 1997) fabricación de muebles y pallets, aberturas, artículos rurales.

**Herramienta de manejo:** planes de manejo, plantaciones puras o intercaladas de quebracho y exóticas, enriquecimiento de fragmentos de quebrachal explotado.

**Herramienta de cosecha:** tractor y camión, el resto igual que en el primer período taninero arado "taipero" para rizicultura y preparación de camellones para plantación forestal.

**Disturbio principal y respuesta ecosistémica:** achicamiento de humedales por rizicultura y por plantación forestal sobre camellones. El manejo del bosque intenta ser sustentable y hay enriquecimiento de los fragmentos degradados y plantación a nivel experimental (Barrett, 1997). *Queda la duda de que se pueda generalizar un gerenciamiento conservativo donde siempre primó el criterio de "sacar hasta que no hay más y cuando se acaba nos vamos".*

**Vegetación de reemplazo:** los arbustales de sustitución y los algarrobales están siendo tratados experimentalmente con enriquecimiento (Puerto Tirol, Estanislao del Campo).

**Papel del borde:** los camellones de plantaciones forestales en humedales funcionan como nuevo paisaje con elementos de microtopografía corrugada de borde suavemente curvilíneo o recto.

**Nuevos actores:** Dirección Nacional de Recursos Naturales y Conservación de la Biodiversidad de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable; Programa de Ámbito Forestal de INTA, Núcleos de Extensión Forestal del Programa de Ámbito Nacional Forestal de la SAGPyA, genetistas estudiando el potencial genético de distintas poblaciones de quebracho, viveristas, estaciones experimentales forestales públicas (INTA) y privadas; creación de polos madereros como Machagay y Pirane (Besil *et al.*, 2002).

**Comportamiento en el tiempo:** sólo puede entrar en descenso si se agota la oferta de rollizo. Hay amenaza latente de desaparición local, y hasta subregional, por la modalidad de desmonte total de los enormes predios de las empresas sojeras (ver adelante).

### Pampeanización o segunda revolución verde

Combina una agricultura de altos insumos y excepcionalmente rentable desde fines del siglo XX y principios del XXI con ganadería en pasturas implantadas. Los altos precios de la soja y la carne pueden costear el desmonte ya que la única opción de ampliación territorial de la frontera agropecuaria que queda en el Chaco son los arbustales y bosques. Se caracteriza por la celeridad de ocupación (Grau *et al.*, 2005) de espacios con cobertura vegetal de leñosas poco estudiados en cuanto a los bienes y servicios que provee actualmente y puede proveer bajo manejo restaurador. El concepto de pampeanizar (Pengue, 2002, 2004 a y b) significa pensar y actuar como si los paquetes tecnológicos y los tipos de uso del suelo fueran intercambiables entre ecoregiones muy distintas, y que todo lo que se hace en el ámbito rural pampeano puede hacerse en el Chaco con las mismas consecuencias ambientales. El concepto incluye el supuesto de que los ecosistemas naturales funcionan igual; que los suelos castaño forestales del Chaco (Imfeld, 1996; Ledesma, 1982) son parecidos y se comportan de la misma manera que los Brunizen de los pastizales pampeanos, que las temperaturas medias, la amplitud térmica, y el cociente fototermal son iguales y que una ecoregión donde dominaban los pastizales es igual a otra donde coexistían, interactuaban y competían bosques y pastizales.

En ese marco conceptual y a partir de 1985-90 se modifica sustancialmente el tamaño de la unidad productiva sojera en el Chaco, pero el cultivo de algodón sigue siendo el organizador agroeconómico regional por lo menos hasta el 2002. En la provincia del Chaco entre 1990 y 1999 las ha de algodón se duplican (296.600 y 618.000) mientras que la soja pasa de 58.820 a 200.000 (Besil *et al.*, 2002). Para la campaña 2005-2006 la situación cambia, sobre 140.000 ha disponibles hay 40.000 sembradas con trigo y se esperan 400.000 de girasol y 600.000 de soja sumando la de primavera con la de diciembre, sin considerar los otros cultivos de verano, algodón, soja y maíz. (Derewicki, 2005).

**Ecosistema fundamental:** a) quebrachal, b) quebrachal-palosantal, c) monte fuerte, d) selva de ribera, y e) selva pedemontana en el umbral Chaco-Yungas (Grau *et al.*, 2005).

**Ecosistema fundamental:** fragmentos de arbustales, bosques y selvas de ribera.

**Ecosistema de apoyo:** tierras "domesticadas" bajo cultivo de poroto y algodón y parches de bosques de "rehache" y humedales nativos en muy variados estados de conservación.

**Actividad principal:** cultivo industrial de soja, algodón, girasol y ganadería.



FIGURA 6.  
Picada reciente de acceso a selva de ribera del Teuco de alta diversidad de leñosas. Dominan timbó colorado (*Enterolobium contortisiquum*) palo lanza (*Phyllostylon rhamnoides*) y guayaibí (*Patagonula americana*).

**Actividad de apoyo:** producción forestal, rizicultura, pesca comercial y deportiva.

**Herramienta de manejo:** desmonte, siembra directa, glifosato, rotaciones, fertilización y control químico de plagas, información satelital, agricultura de precisión (Grobocopatel, 2005).

**Herramienta de cosecha:** equipos de siembra directa, cosecha y pulverización más grandes y con mayor capacidad de trabajo (Piñero y Villareal, 2005).

**Disturbio principal y respuesta ecosistémica:** desmonte "con criterios técnicamente pobres" (Grobocopatel, 2005). El proceso es rápido, por ejemplo la tasa anual de desmonte en el norte de Córdoba entre 1969 y 1999 fue de 2,75 en llanura y 3,13 en serranía y se realiza sobre grandes superficies, por ejemplo; 1,2 millones de ha en 30 años convertidas a cultivo en el norte de Córdoba (Zak y Cabido, 2005) mientras que en Salta (Paruolo *et al.*, 2005; Grau *et al.*, 2005) el reemplazo por soja entre 1988 y 2002 se hizo en un 89% sobre desmontes de arbustales y bosques del Chaco del llano, un 5,7 en el Chaco serrano y un 5% en el umbral Chaco-yungas. *La fragmentación y desaparición de parches por conversión afecta fundamentalmente la riqueza biótica y la oferta de servicios y bienes ambientales imperfectamente conocidos.*

**Vegetación de reemplazo:** domina cultivo de soja y algodón, acompaña caña de azúcar, trigo, girasol, citrus, y pasturas perennes; en declinio el cultivo de poroto.

**Papel del borde cultivo-bosque:** en parches cultivados con borde de bosque este último cumple funciones habitacionales para peones temporarios como hacheros y alambreadores. En los bordes también se instalan ocupantes desalojados de los predios empresariales: puesteros criollos, aborígenes y agricultores de subsistencia en tierras fiscales o con tenencia precaria que para sobrevivir se ven obligados a degradar la matriz forestal (Caziani, 2005; Bradford, 2004). El borde se ensancha, se pauperiza estructural y funcionalmente, deja de ser rectilíneo, disminuye su diversidad biótica y deja de prestar ciertos servicios ambientales.

**Nuevos actores:** contratista vendedor de servicios a productores sin maquinaria, terrateniente empresario, nuevo empresario arrendatario, promotor de inversión de corto plazo de capital externo al medio agrícola, llamado pool de siembra y empresa agrícola verticalmente integrada (Piñero y Villareal, 2005, Reboratti, 2005).

**Comportamiento en el tiempo:** consolidado en el Chaco desde 1995, su estabilidad o descenso está

ligada a la capacidad de adaptar el modelo pampeano de producción a una situación ecológica y social muy diferente y a los conflictos que se han generado entre el pequeño propietario y la gran empresa (Reboratti, 2005) y entre la industria maderera y la taninera y la gran empresa agrícola para la que franjas ecológicas e isletas de monte son obstáculos para el trabajo de grandes maquinarias y para pulverizaciones aéreas.

## Conclusiones

Los cambios de atributos de los ecosistemas en cada una de las etapas aparecen en las Tablas 1 y 2, y en la Fig.7) se indican las fechas aproximadas de comienzo, consolidación, conflicto con otras actividades emergentes y descenso de cada período de los 10 que identificamos, y los resultados que queremos destacar son:

En su desarrollo histórico la ecoregión ha sufrido reemplazos de fisonomías de la vegetación; diseciones, fragmentaciones, y achicamiento de unidades de paisaje y extinciones locales y regionales de poblaciones, especies, y comunidades, culturas aborígenes y criollas y modalidades de producción diversificada tradicional llamada "chacarera". Afortunadamente tales cambios, no fueron absolutos y siempre aparecen fragmentos de paisajes y refugios de especies en alguno de los 4 países que ocupa la ecoregión (TNC-NS-FVSA, 2005).

Lo que nadie sabe con precisión es si los fragmentos de ecosistema y las poblaciones sobrevivientes pueden restaurarse o rehabilitarse naturalmente o asistidas por el hombre, cuanto cuesta financiar el proceso, y que cambios socio-culturales son imprescindibles en un escenario donde todo aquel que entra al monte va armado para cosechar algo de la biota.

La etapa de "fronterizos y meleros" inaugura y la de "puestos ganaderos" consolida el cambio fisonómico-florístico más importante; ocurrido en la historia de la eco región: la arbustificación de pastizales más extensas e irreversibles de comunidades vegetales de herbáceas en ecosistemas de leñosas en los últimos 60-70 años (Morello y Saravia, 1959 a y 1959b; Adamoli *et al.*, 1972; De la Cruz, 1998).

En la etapa de los "puestos ganaderos" se inicia la primera desaparición subregional de una comunidad, el simboñar de *Pennisetum frutescens* y la especie que comanda la sustitución es el vinal (Fig.8) (Astrada, 1906; Barquez, 1997).

TABLAS 1 y 2. Cambios de atributos de los ecosistemas en cada una de las etapas de la historia reciente del Chaco.

Tabla 1: OCUPACIÓN HUMANA y CAMBIOS ECOSISTÉMICOS

Atributos singulares	Etapas				
	Etnias Locales	Fronterizos y Meleros	Puestos Ganaderos	Durmiente y Poste	Taninera
Ecosist. Fundamen.	pastizal	pastizal	pastizal	bosque	bosque
Ecosist. de apoyo	bosque	bosque	bosque	pastizal	pastizal
Disturbio Principal	desconocido	pastoreo	sobrepastoreo y sobrepisoteo	explot.selectiva	explot. selectiva
Disturbio Secundario	desconocido	cosecha pieles y cueros	peladares y sobreramoneo	desmant. bosque	desmant. bosque
Impacto Principal	cambios etapas sucesión	defaunación	desaparición ecosistema simbolar	defaunación desb. pobl. leñosas	defaunación agot. pocas especies
Papel del borde de parches	refugio combate y caza	observatorio caza	sombra para rumiación caza	ubicación de campamento	ubicación de campamento hacheros
Ecosist.en Riesgo	ninguno	ninguno	simbolar, aibal	algarrobal quebrachal y pastizal de caños	quebrachal y algarrobal
Respuesta Ecosistemicas	diversificación etapas de sucesión	amosaicamiento de etapas de sucesión	lignificación de pastizales	lignificación de pastizales cambio frecuencia de incendios	disminución frecuencia de incendios

Tabla 2: OCUPACIÓN HUMANA y CAMBIOS ECOSISTÉMICOS

Atributos singulares	Etapas				
	Colonia Algodonera	Explor.y Explot. Petrolera	1ª Pampeanización	2ª Taninera	2ª Pampeanización o Sojización
Ecosist. Fundamen.	pastizal	indiferente	bosque y humedal	bosque	bosque
Ecosist. de Apoyo	bosque y humedal	indiferente	agricola tradicional	humedal	parche agric. tradicional
Disturbio Principal	fragmentación pastizales	disección de ecosist.	desmonte	explotación selectiva	desmonte y defaunación
Disturbio Secundario	planchado y pérdida fert. suelos	desmonte en faja contamin.	desmonte contamin.y defaunación	desmonte	desmonte y quema de fitomasa
Impacto Principal	entrada de enfermedades malezas y plagas	abrir acceso a bosque virgen	perdida de biodiversidad	enriquec. de bosque degradado	fragmentación y achicamiento de bosque
Papel del borde de parches	tierra a incorporar al cultivo. Nuevo borde	nuevo borde recto	instalación maquinaria y cosechero	bordes rectos en plantación	perímetros rectos nuevas cond. de interior
Ecosist.en Riesgo	campo prado Aibales	cualquiera contiguo a yac. en explot.	campo prado humedal bosque de alta diversidad	quebrachales y monte fuerte	quebrachal de santiagueño y blanco. Quebrachal polosantal
Respuesta Ecosistemicas	cambio frecuencia incendios	muerte de manchones contaminados o incendiados. Cont. de napa	aumento aves granivoras	incremento bimasa arbustos	simplificación de la riqueza biótica defaunación

La etapa de "durmiente y poste" cambia la estructura demográfica de poblaciones de las especies más valiosas en cada época (Araujo *et al.*, 2000; Saravia Toledo, 1987).

Los peladares (Fig.1 y 8) y la cancelación de incendios por falta de combustible de suelo se repre-

sa en el Chaco Semiárido desde 1940-1950 mientras que en el Chaco Oriental el pulso sigue usándose como herramienta de manejo en la actualidad (Herrera *et al.*, 2005).

La habilitación de tierras para soja convierte los bosques mediante técnicas de desmonte de gran

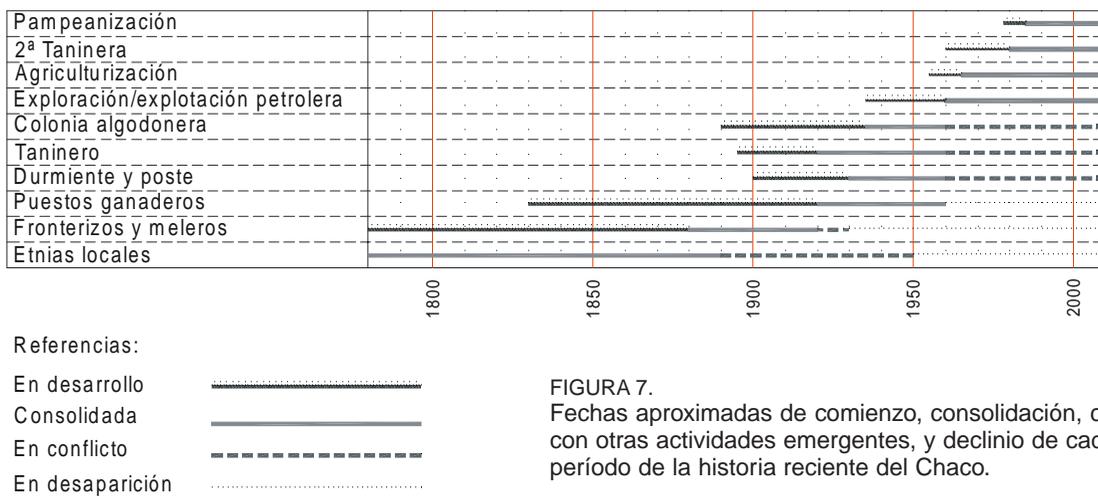


FIGURA 7. Fechas aproximadas de comienzo, consolidación, conflictos con otras actividades emergentes, y declinio de cada período de la historia reciente del Chaco.

impacto como topada y “cadeneo” y al acordonar una mezcla de tierra y madera sin rescatar ningún rollizo susceptible de ser transformado en poste, viga o ir a la taninera. El desmonte acordonado se quema *in situ* y no solo se pierde rollizo sino leña campana, material carbonizable y leña de bajo diámetro (leña de panadería) y para horno de ladrillo. En cordones con troncos al quemar se forman las llamadas “tierras cocidas”, biológicamente inertes y desaparece, por lapsos de tiempo no conocidos, la meso y microfauna edáfica.

En una matriz de bosque perforada por grandes manchones con agricultura industrial, nuestro conocimiento de los procesos de conversión es imperfecto en temas como: a) tipo de interacciones entre enormes parches de cultivo intensivo y la matriz forestal que lo rodea; b) respuesta ecosistémica a la aparición de bordes rectos angostos; y muy contrastados; c) en fumigaciones de plaguicidas no se han medido las consecuencias sobre la biota de la “deriva” es decir la ampliación al ecosistema bosque de la pulverización (Pengue, 2004a).

Por otro lado hay parches de desmontes que fueron cultivados durante pocos años y luego abandonados, y un ciclo de años secos puede ampliar la superficie de los mismos, lo que demanda la creación de un programa de investigación sobre costos económicos y ecológicos de rehabilitación de cultivos abandonados en tierras forestales (Saravia Toledo, 1987).

La creación de un parche de monocultivo, de miles de ha, va asociada a la cancelación de la posibilidad de usufructo de bienes del bosque utilizados por etnias locales y criollos del entorno. Esos bienes incluyen forraje natural, frutos, madera, cueros, pieles, carne de monte, fibras, tanantes, biota de uso medicinal

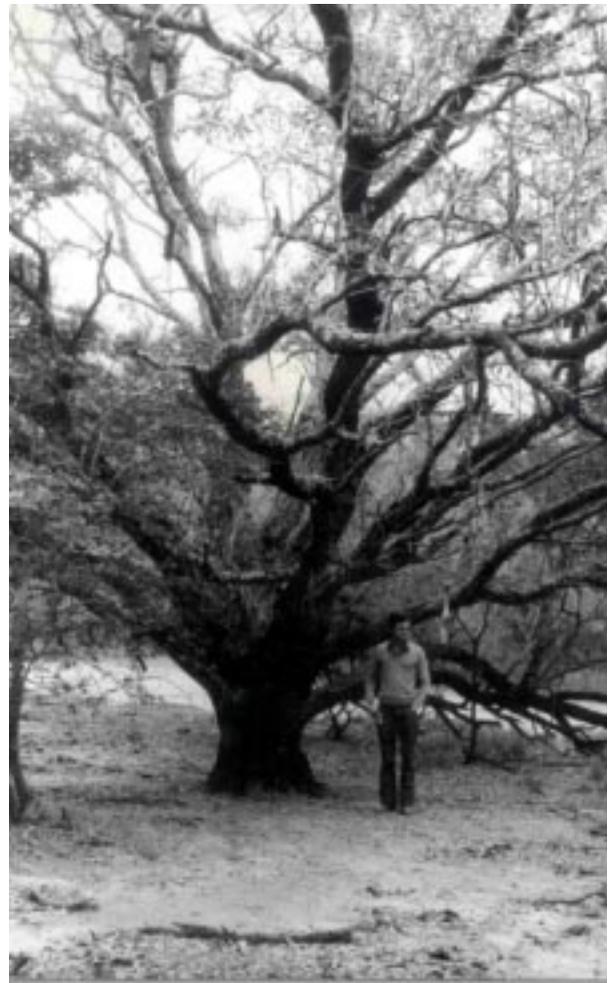


FIGURA 8. Individuos sobremaduros de vinal en peladar derivado de antiguo simbolar de *Pennisetum frutescens*. Manantiales mesopotamia Bermejo-Bermejito.

(Arenas, 2003; Maranta, 1987) miel, y una microparcela para agricultura de subsistencia y hasta agua de bebida humana y animal. Las consecuencias del acorralamiento socioeconómico de gente desplazada y poblados pequeños del entorno cultivado no está contemplada como tema prioritario a resolver ni por el sector privado ni por el Estado y no han sido estudiadas (Caziani, 2004; Pengue, 2004 a y b).

La justificación para la venta de tierras públicas para desmontar y cultivar es que se trata de bosques degradados y nuestra experiencia indica que aún así tienen alta capacidad de restauración natural y asistida (Caziani, 2004).

Dentro de las tendencias generales de cambio de herbáceo a leñoso los temas críticos sobre los que la información es imperfecta o inexistente se refieren a si la lignificación de pastizales va asociada a aumento de la biodiversidad, la extrema fragilidad de los pastizales en el centro-oeste, y la alta resiliencia de los bosques de maderas duras.

Las perforaciones que producen los aserraderos móviles y los campamentos de hacheros en la matriz forestal aumentan la heterogeneidad del paisaje y ameritan un estudio sobre los procesos de cicatrización o restauración en manchones donde se explotó durante más de un siglo el mismo sitio con entradas periódicas o rehaches y todavía se conserva la composición florística esencial. Algunos micrositios del bosques, particularmente los de que-

bracho chaqueño tiene poblaciones coetáneas jóvenes llamadas brotales, lo que sugiere la aparición de un evento periódico plurianual de determinada frecuencia como anegamiento prolongado permitió una abundante germinación y reclutamiento.

En cuanto a defaunación el sistema semi-esclavista del obraje obliga al hachero a proveerse de carne de monte y a tener una entrada complementaria vendiendo cuero, pieles, plumas y animales vivos. En la dieta del hachero que tiene un profundo conocimiento de comportamiento reproductivo y la ecología trófica de la fauna, las proteínas vienen de la caza y la pesca, y los carbohidratos de frutas silvestres.

Finalmente pensamos que el dramático impacto de la sojización se enmarca en la celeridad y tamaño de los desmontes (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2003), en su modalidad homogeneizadora de usos del suelo sobre amplias superficies, y expulsora de población residente en parcelas chicas.

En el 2005 es considerado casi un sacrilegio opinar críticamente sobre los impactos pampeanos y extrapampeanos de un cultivo que ha construido a reflotar la economía de un país colapsado. Estamos convencidos que una ciencia independiente debe reservar y apoyar un hábitat para investigaciones de temas socioeconómicos y ecológicos vinculados con la ocupación de tierras de los bosque nativos más extensos de la Argentina y sus consecuencias a largo plazo.

### Trabajos citados

- ADÁMOLI, J., 2005, La agricultura chaqueña: modelo para el nuevo paradigma. AAPRESID XIII Congreso, Rosario.
- ADÁMOLI J.; E. SENNHAUSER; J. ACERO and A. RESCIA, 1990, Stress and disturbance: vegetation dynamics in the dry Chaco region of Argentina. *Journal of Biogeography*, 17: 491-500
- ADÁMOLI, J. 2003 Subregiones del gran Chaco. Fig. 17. *En*: Naumann, M., y M. Madariaga, Atlas del Gran Chaco Sudamericano. Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), Bs.As., 95 pp.
- ADÁMOLI, J.; R. GUINZBURG y S. TORRELLA, 2004, Expansión de la frontera agrícola en la región chaqueña: diagnóstico y respuesta para la sustentabilidad ambiental. Plan Fénix, Buenos Aires, inédito.
- ADÁMOLI, J.; R. NEUMANN; RATTIER DE COLINA y J. MORELLO, 1972, El Chaco aluvional salteño. INTA, *Revista de Investigación Agropecuaria*, Serie 3, tomo IX: 165-237, Bs.As.
- ARAUJO,P.; J. LOPEZ; V. ACOSTA; J. MALDONADO y S. BARRIONUEVO, 2000, El análisis estructural como base para el manejo forestal de bosques del Chaco Semiárido. *Revista Ciencia y Tecnología UNSE*, Nº 5: 55-72, Santiago del Estero.
- ARENAS, P., 2003, Etnografía y alimentación entre los toba-Nachilamolettek y Wichi-Ihuku'tas del Chaco Central (Argentina), ed. del autor, 562 pp., Buenos Aires.
- ASTRADA, D., 1906, Expedición al Pilcomayo. Establ. Grafico Robles, Buenos Aires.
- BARQUEZ, R., 1997, Viajes de Emilio Budín: la expedición al Chaco, 1906-1907. Mastozoología Neotropical, Publicaciones especiales, Soc. Arg. para el estudio de los Mamíferos, Nº1, Bs.As., 82 pp.

- BARRETT, W., 1997, Antecedentes y situación actual del cultivo de quebracho colorado. UNITAN pp. 1-22, Buenos Aires.
- BESIL, A.; E. ALFONSO y L. BONILLA, 2002, La economía del Chaco en la década de los 90, Indicadores Económicos, UNNE, versión electrónica, Resistencia.
- BILBAO, S., 1967, Poblamiento y actividad humana en el extremo norte del Chaco santiagueño. Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología, Nº 5: 143-162.
- BOLSI, A., 1985, Apuntes para la geografía del Nordeste argentino. *Cuadernos de Geohistoria Regional*, Nº 11:5-81, Resistencia.
- BRADFORD, S., 2004, Argentina's Bitter Harvest. *New Scientist*, versión electrónica
- BÜCHER, E. & R. MONTENEGRO, 1974, Hábitos forrajeros de cuatro hormigas simpátricas del género *Acromyrmex*, Himenoptera, *Formicidae*. *Ecología*, 2: 47-53.
- BÜCHER, E., 1974, Observaciones ecológicas sobre los Artrópodos del bosque chaqueño de Tucumán. *Rev. de la Fac. de Cien. Exactas y Naturales, Univ. Nac. de Córdoba*, Serie Cien. Biol. Nº 1: 35-122, Córdoba.
- Bücher, E., 1982, Chaco and Caatinga -South American arid savannas, woodlands and thickets. *En* Huntley J. & Walker B., *Ecology of tropical savannas*. Springer Verlag, Berlin, pp. 48-79.
- BÜNSTORF, J., 1982, El papel de la industria taninera y de la economía agropecuaria en la ocupación del espacio Chaqueño. Separata de *Folia Histórica del Nordeste*, 5: 69 pp. Resistencia.
- CAZIANI S. 2005 La venta de áreas protegidas: ¿es una opción válida desde el punto de vista de la conservación? Inédito, Univ. Nac. de Salta, Cátedra de Agroecología, Salta, 2 pp.
- CUELLAR, E. y A. NOSS, 2004, Mamíferos del Chaco y de la Chiquitanía de Santa Cruz, Bolivia. Editorial Fan, 202 pp., Santa Cruz.
- CORDINI, R., 1947, Los ríos Pilcomayo en la región del Patiño. Dirección Nacional de Minería, *Anales*, vol. I, Nº 22.
- De la CRUZ, L.M., 1998, ¿Qué pasó con los pastizales que vio Astrada? Productividad y degradación ambiental en la región del Pilcomayo medio. Maestría de Gestión Ambiental, Fac. de Arquitectura, UNNE, inédita, 40 pp., Resistencia.
- DEREWICKI, J., 2005, Se espera una cosecha record en Chaco. *La Nación*, Campo, 23 de Julio.
- Di GIACOMO A. y S. KRAPOVICKAS, eds., 2005, Historia natural y paisaje de la reserva El Bagual, Provincia de Formosa, Argentina. *Temas de Naturaleza y Conservación* 4: 1-592,
- GRAU, R.; N. GASPARINI y M. AIDE, 2005, Cambios ambientales y responsabilidad de los científicos. *Ciencia Hoy*, vol.15, Nº 87, pp. 15-16, Buenos Aires.
- GROBOCOPATEL, G., 2005, La visión de los productores. *Ciencia Hoy*, vol.15, Nº 87:8-9, Buenos Aires
- HERRERA, P.; J. ADAMOLI; TORRELA y R. GINZBURG, 2005, Riacho Mbiguá en el contexto del modelado fluvial de la región chaqueña, pp 227-39 en A. Di Giacomio y S. Krapovickas eds. *Historia Natural y paisaje de la Reserva El Bagual*; Pcia de Formosa, Argentina. *Temas de la Naturaleza y Conservación* Nº 4, 592 pp. Aves Argentinas, Bs.As
- HERRERA, P.; P. TORRELLA y J. ADÁMOLI, 2003, Los incendios forestales como modeladores del paisaje en la región chaqueña. *En*: C. Kunst; S. Bravo y L. Panigatti, Ed. *Fuego en los ecosistemas argentinos*, INTA Santiago del Estero, 332 pp.
- IMFELD, E., 1996, Los suelos desarrollados bajo monte en la provincia del Chaco, INTA, *Informaciones Técnicas, serie ProMaSS*, Nº 1:21-
- INDEC, 1960, Censo nacional agropecuario, Buenos Aires.
- LEDESMA, L. 1982, Conservación y manejo del suelo en el centro de la provincia del Chaco, República Argentina. Convenio INTA- MAG, Resistencia.
- MARANTA, A. 1987, Los recursos vegetales alimenticios de la etnia matakó en el Chaco Centro Occidente. *Parodiána*, 5(1): 161-267.
- MARES, M.; R. OJEDA and M. KOSKO, 1981, Observations on the distribution and ecology of the mammals of Salta Province. *Annals of Carnegie Museum*, 50:151-205.
- MATTEUCCI, S.D., 1998, El análisis regional desde la ecología. *En* S.D. Matteucci y G. Buzai comp, *Sistemas Ambientales Complejos*, EUDEBA, Colección CEA, 21, Bs.
- MATTEUCCI, 2003, La visión de un ecólogo, *Contextos*, Nº12: 70-73, ADU-UBA, Bs. As.
- MORELLO, J. y C. SARAVIA TOLEDO, 1959 a, El bosque chaqueño I. Paisaje primitivo, paisaje natural y paisaje cultural en el oriente de Salta. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino* vol. III :5-81. Tucumán
- MORELLO, J. y C. SARAVIA TOLEDO, 1959b, La ganadería y el bosque en el oriente de Salta. *Rev. Agr. NW Argentino*, III: 1-3: 209-258.
- MORELLO, J. y J. ADÁMOLI, 1968, Las grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco Argentino. 1º parte, Objetivos y Metodología. INTA, *Serie Fitogeográfica*, Nº 10, Bs. As. 125 pp.

- MORELLO, J. y J. ADÁMOLI, 1974, Las grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco Argentino. Vegetación y Ambiente de la provincia del Chaco. INTA, *Serie Fitogeográfica*, N°13, 131 pp.
- MORELLO, J. y G. HORTT, 1985, Changes in the areal extent of arable farming, stock raising and forestry in the South American Chaco. *Applied Geography and Development*, vol. 25: 109-127, Berlin
- MORELLO, J. y G. HORTT, 1987b, La Naturaleza y la Frontera Agropecuaria en el Gran Chaco. *En Pensamiento Iberoamericano*, vol. 12, Medio Ambiente Deterioro y Recuperación, Madrid.
- MORELLO, J. and G. HORTT, 1987a, Renewable Natural Resources and Development Strategies in South America. *Natural Resources and Development*, edit. J. Hohnholz, vol. 26, Institute for Scientific Cooperation, Tubingen.
- MORELLO, J. y J. ADÁMOLI, 2005, Medio siglo descifrando el Chaco. *Naturaleza y Conservación*, Aves Argentinas año VI, N° 16: 6-13, Bs.As.
- NAUMANN, M. y M. MADARIAGA, 2003 Atlas del Gran Chaco Sudamericano. Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), Bs.As., 95 pp.
- PARUELO, J.; J. GUERSCHAM y S. VERÓN, 2005 Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. *Ciencia Hoy*, vol, 15, n° 87: 1-7.
- PENGUE, W., 2004, Argentine: une agriculture folle?. *L'Ecologiste*, vol.5, N° 3: 47-49, Paris.
- PENGUE, W., 2002, Lo que el Norte le debe al Sur. *Le Monde Diplomatique*, abril.
- PENGUE, 2004b, Hambre y opulencia en las tierras del Plata, *Revista hacer Pensar*, Paraná, Entre Rios.
- PENGUE, W., 2005, Agricultura industrial y transnacionalización en América latina. UACM-PNUMA, Red de Formación Ambiental, *Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental*, N° 9, 220 pp., México DF.
- PIÑEIRO, M. y F. VILLAREAL, 2005, Modernización agrícola y nuevos actores sociales. *Ciencia Hoy*, vol.15, N° 87:32-36, Buenos Aires.
- PRAUSE, J. 2004, Calidad de sitio en forestaciones con *Schinopsis balansae* en el Parque Chaqueño, proyecto N°33, UNNE, Corrientes.
- REBORATTI, C., 2005, Efectos sociales de los cambios en la agricultura. *Ciencia Hoy*, vol. 15, N° 87:52-61, Bs.As.
- SARAVIA TOLEDO, C., 1987, Restoration of degraded pastures in the semiarid Chaco region in Argentina. *Proceedings International Symposium on Ecosystem Redevelopment: Ecological, Economic and Social Aspects*, UNESCO, Budapest: 25-37.
- SECRETARIA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE, 2004, Atlas de los Bosques nativos Argentinos. Proyecto Bosques nativos y Áreas Protegidas BIRF 4985-Dirección de Bosques, Bs.As., 240 pp.
- TNC-NS-FVSA, 2005, Evaluación ecoregional para el Gran Chaco Americano. Versión electrónica.
- ZAK, M. y M. CABIDO, 2005, Deforestación y avance de la frontera agropecuaria en el norte de Córdoba. *Ciencia Hoy*, vol.15, N° 87: p.20, Buenos Aires.
- 
-

# DE LA ECOLOGÍA URBANA A LA URBANOECOLOGÍA

Silvia Diana Matteucci

Investigadora de CONICET, GEPAMA, FADU, UBA  
smatt@gepama.com.ar

## Resumen

El crecimiento urbano, tanto en cantidad de habitantes, como en superficie y número de emprendimientos, genera problemas ambientales y sociales dentro de la ciudad, en el entorno y al nivel planetario. La Huella Ecológica se emplea aquí como herramienta pedagógica para la comprensión del grado de daño causado por la estrategia de vida y de gestión urbana actuales. Se proponen enfoques y herramientas novedosas, las cuales se ejemplifican con aplicaciones realizadas en otras regiones. El objetivo del artículo es sembrar ideas que ayuden a pensar, discutir y actuar.

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento urbano preocupa a planificadores y científicos desde hace varias décadas. Recientemente, la percepción de la pérdida de calidad de vida en las urbes se ha intensificado y ampliado a los diversos sectores académicos y surgen a diario trabajos de ecología "en" y "de" las ciudades. El crecimiento acelerado y sin planificación al nivel global genera problemas ambientales dentro y en el entorno de la ciudad.

Desde la década de 1950 hasta la de 1990 la expansión urbana se produce por avance lineal de la frontera urbana y concentración de la población en las ciudades, generando múltiples problemas dentro de la ciudad: congestión del tránsito vehicular, contaminación del aire y del agua, saturación y colapso de los servicios públicos, incremento del riesgo socioeconómico por catástrofes, hacinamiento, segregación social e inseguridad. Este tipo de crecimiento, además, avanza sobre las áreas circundantes en detrimento de ecosistemas naturales o tierras agrícolas. A partir de la década de 1990, el avance lineal ha cedido el paso al proceso de metropolización, que consiste en la dispersión de nue-

vos centros urbanos, con un avance de la frontera de modalidad dispersa, a la manera de la propagación de un incendio en un medio heterogéneo. La metropolización produce grandes halos periféricos donde la movilidad diaria (viajes de ida y vuelta) tiende a sustituir masivamente al éxodo rural, y esto genera un espectacular incremento del transporte. Este tipo de crecimiento urbano soluciona los problemas ambientales de unos pocos y es causante de desigualdades sociales y gasto energético excesivo lo cual, al nivel planetario, contribuye notablemente al efecto invernadero. Se incrementa el deterioro de las tierras naturales y agrícolas por cuanto la aparición de perforaciones y disecciones produce un alto grado de fragmentación y riesgo de desaparición de los parches remanentes más pequeños. En el caso de la metropolización, el peso del deterioro recae más sobre el entorno a varios niveles que sobre la propia ciudad.

En ambos tipos de crecimiento urbano hay una interacción entre la ciudad y su entorno, donde muchos procesos y funciones ecológicas se modifican sustancialmente a lo largo del gradiente campo-ciudad (Morello *et al.*, 2003).

Aunque el público en general tiene la percepción de que la calidad de vida en las ciudades se ha deteriorado y sigue haciéndolo, muchas personas no comprenden por qué y no son capaces de crear soluciones. En cuanto a los funcionarios públicos, responsables de la gestión urbana, siguen administrando paliativos puntuales y sectoriales que mejoran transitoriamente la situación con resultados impredecibles, pero generalmente perturbadores, a largo plazo.

En este artículo se discuten algunos conceptos muy básicos y ejemplos internacionales con el propósito de estimular la reflexión y la discusión para incentivar la creatividad ya que, sólo con cambios radicales de la estrategia de vida de los urbanitas y de manejo de las ciudades podrá darse el salto cualitativo hacia una vida más sana.

## El rol irremplazable de los sistemas naturales

Nadie duda de la importancia de los sistemas naturales<sup>1</sup> como proveedores de bienes imprescindibles para la vida humana: alimentos, fibra, madera para construcción, materia prima para la industria química y farmacológica, leña y otros productos para energía, todos ellos resultado de la conversión de energía solar en energía química. En la producción agrícola, parte de la energía es subsidiaria, como el combustible de las maquinarias, la producción de agroquímicos, etc. pero aún así, no habría productos cosechados sin la conversión de la energía solar en energía química en las partes verdes de las plantas. En el proceso de conversión de energía solar en energía química, fotosíntesis, se encadenan de manera muy exacta cientos de reacciones fotoquímicas y bioquímicas en los cloroplastos gracias a un diseño muy particular de las estructuras lamelares. La complejidad tanto funcional como estructural es tal que el proceso no ha podido ser imitado por la tecnología, y no existe la perspectiva de que lo será en un futuro.

Los organismos con cloroplastos, de los cuales las plantas verdes son los más frecuentes y abundantes en términos de biomasa, son los únicos capaces de este proceso de conversión. Existen otros requisitos para que la conversión de formas de energía se traduzca en acumulación de biomasa: disponibilidad de agua y nutrientes. Sólo las plantas son capaces de absorber los nutrientes del suelo e incorporarlos a la biomasa orgánica a través del metabolismo. La vida sobre la Tierra, incluyendo la de los seres humanos, depende de las plantas verdes por cuanto son los únicos organismos capaces de incorporar a la biomasa terrestre los compuestos simples como el dióxido de carbono y el agua a través de la fotosíntesis y los nutrientes del suelo a través del metabolismo, convirtiéndolos en compuestos altamente energéticos a partir de la energía solar.

Los sistemas naturales y seminaturales también cumplen otras funciones que son importantes para la vida en la Tierra y que no son percibidos por el público. Tales funciones ecosistémicas son posibles por los procesos vegetales antes mencionados y por las múltiples interacciones entre plantas y animales, en un sistema ecológico autoorganizado. El sistema no podría brindar estos servicios ecológicos a la humanidad si está "enfermo" y el mantenimiento de su integridad depende del complemento de especies

(biodiversidad) fundamentales para los procesos a nivel de organismo, poblaciones y sistema. Entre estos servicios se encuentran: protección de la calidad del agua gracias a la función de filtro de las plantas; purificación del aire, por la función sumidero de CO<sub>2</sub> de las plantas al fotosintetizar; regulación del ciclo del agua, por la capacidad de mantenimiento de la infiltración de la cubierta vegetal; control de la erosión y de la pérdida de nutrientes por la reducción de escorrentía superficial de la cubierta vegetal; fertilización natural a través del reciclado de nutrientes entre los distintos componentes bióticos y abióticos de los ecosistemas naturales; control biológico de plagas y vectores de enfermedades, que depende de las interacciones entre poblaciones de distintas especies; recreación al aire libre; espiritualidad para las culturas que todavía no han perdido su nexa con la naturaleza. Algunas de estas funciones son reemplazables por tecnología pero a un alto costo energético, lo cual redundaría en un incremento de la emisión de gases de invernadero con el consiguiente calentamiento climático global.

No existe entre el público en general la percepción de que el combustible fósil que se emplea para el funcionamiento de los sistemas convertidos proviene mayoritariamente de los depósitos de combustible fósil el cual es el producto de la fotosíntesis del pasado. Al quemar el combustible fósil se libera el dióxido de carbono acumulado en la biomasa de organismos fotosintetizadores hace millones de años. En nuestra era no hay capacidad fotosintética suficiente para captar ese CO<sub>2</sub>; y ella está disminuyendo aceleradamente al reducirse la superficie de bosques, humedales y otros sistemas ecológicos, incluyendo los cultivos, con el avance de la fronteras agrícola y urbana. Aunque hay un gran impulso para el desarrollo tecnológico de sistemas captadores de CO<sub>2</sub> y otros gases de invernadero, todavía no se han encontrado sistemas más eficaces que los organismos fotosintetizadores. Este es otro argumento en defensa de la protección de superficies importantes de sistemas naturales.

## Aportes del concepto de Huella Ecológica

La ciudad ha sido percibida y definida de muy variadas formas. Se la ha concebido como un área dominada por ambientes construidos; como el crisol de

<sup>1</sup> Sistema natural se define aquí como aquél que es movido por energía solar predominantemente, en contraste con el sistema convertido, que funciona mayormente sobre la base de energía combustible.

las actividades políticas; como centro cultural de una jurisdicción y hasta como el asiento de la maquinaria de crecimiento económico de una nación. Rara vez se la ha considerado entidad biofísica; o como un sistema complejo integrado en el que interactúan variables físicas, naturales, sociales y administrativas.

Como entidad biofísica la ciudad es un ecosistema incompleto. Todo ecosistema tiene tres componentes bióticos: productores primarios, que es el productivo/asimilador (conjunto de organismos que convierten la energía solar en energía química y los compuestos simples en compuestos orgánicos de alto contenido energético = fotosintetizadores); productores secundarios (herbívoros y carnívoros: organismos no fotosintetizadores que se alimentan de plantas y de otros animales); descomponedores (conjunto de organismos que descomponen la materia orgánica de desecho de productores primarios y secundarios y devuelven los compuestos simples al suelo y a la atmósfera, cerrando el ciclo biogeoquímico), además de los componentes abióticos (nutrientes minerales, moléculas de CO<sub>2</sub> y agua); el soporte edáfico y el clima. La ciudad es un nodo de consumo intenso de materia y energía y de producción de desechos, inserta en espacios biológicamente productivos mucho más extensos que la ciudad. Esto quiere decir que el componente productivo/asimilador está fuera de ella; la ciudad debe importar de su entorno no urbano todos los productos requeridos para satisfacer las necesidades humanas de alimentación; vestimenta; habitación; acondicionamiento térmico; comunicación; transporte y recreación. Haciendo un ejercicio de imaginación podríamos preguntarnos cuál sería el plazo de supervivencia de los habitantes de una ciudad si esta se encerrara bajo una campana que permitiera pasar la luz, los gases y el calor pero no los materiales de consumo ni los desechos. Inmediatamente nos damos cuenta que se sostendrá hasta que se agoten sus reservas de agua, alimento y combustible y hasta que los desechos se acumulen en tal medida que alteren las demás funciones.

La pregunta que sigue sería cuál es la superficie requerida para la supervivencia a largo plazo de los habitantes de la ciudad o cuánto espacio se requiere para satisfacer todos los requisitos de nuestro estilo de vida y cuánto espacio necesitan las demás especies para vivir y perpetuarse y, en función de esta respuesta, nos preguntamos si hay suficiente espacio para todos en el estado actual de nuestro planeta. La respuesta a estas preguntas está en el concepto de Huella Ecológica (Wackernagel y Rees, 1996), que es una medida de la carga impuesta sobre el ambiente natural por una población dada, ex-

presada en la superficie requerida para sostener sus niveles de consumo y de producción de desechos.

Si bien el cálculo de la Huella Ecológica (HE) es algo esquivo por la cantidad y calidad de datos requeridos, el concepto ha dado resultados como herramienta concientizadora porque obliga a las personas a pensar en sí mismas como seres ecológicos. Para obtener el valor de este índice se requieren datos de consumo, importación y exportación de cada uno de los productos primarios e industrializados consumidos por una población en un tiempo dado. Con estos datos se obtiene el consumo aparente de una comunidad o territorio como la suma de producción más importación menos exportación.

Para los productos industrializados se requiere conocer la cantidad de energía usada en el ciclo de vida del producto, desde la extracción de la materia prima hasta el descarte, pasando por el consumo y la industrialización. Esta es considerada como energía contenida en el producto y se llama energía o energía inherente. El análisis del ciclo de vida y su HE es importante cuando se comparan materiales o tecnologías usadas para las diversas etapas del ciclo.

En todas las etapas del ciclo los productos son transportados y el valor de la energía empleada debe agregarse al cálculo de la HE. Este costo depende del tipo de transporte y distancia recorrida (cantidad de combustible requerido); y de la calidad del combustible (eficiencia de la combustión).

La Huella Ecológica se expresa en unidades de superficie: superficie de tierra necesaria para la supervivencia de una población o territorio. Por lo tanto, se requiere también el rendimiento de cada producto en su sitio de producción. El consumo aparente expresado en unidades de peso se divide por el rendimiento (unidades de peso sobre superficie) y se obtiene así el índice en unidades de superficie.

En los países en vías de desarrollo no siempre se dispone de estos valores, especialmente al nivel de las jerarquías jurisdiccionales inferiores a la nacional.

Los componentes de la HE son el uso directo de tierra o espacio ocupado por la actividad en cuestión y la tierra energética o superficie de tierra requerida para suplir las necesidades de energía de la producción o del ciclo de vida. El cálculo se hace para todas las actividades humanas: ganadería; agricultura; silvicultura; minería; industria; servicios.

Todos los valores de cantidad de energía se convierten a cantidad de CO<sub>2</sub> emitido en la combustión del combustible requerido y ésta se convierte en tierra energética para trasladar las unidades a superfi-

cie. La tierra energética se evalúa sobre la base de la fotosíntesis del pasado o sobre la base de la contemporánea. En el primer caso, la tierra energética equivale a la superficie de tierra con vegetación requerida para asimilar el  $\text{CO}_2$  liberado en la combustión de energía fósil; en el segundo equivale a la superficie de tierra requerida para cultivar la cantidad biomasa vegetal (por ejemplo, caña de azúcar) necesaria para proveer la energía requerida para la actividad productiva cuya HE se evalúa.

El valor de HE se normaliza multiplicándolo por el "factor de rendimiento", que expresa la medida en que el rendimiento promedio de un país supera al promedio mundial. De esta manera la Huella Ecológica se expresa en hectáreas globales o promedio de superficie por habitante del mundo para permitir la comparación entre países. En el análisis de la HE de un territorio o una población dada (Wackernagel *et al.*, 2005a), el valor del índice se compara con la biocapacidad, que es la superficie de tierra disponible para un determinado nivel de producción y también se expresa en unidades globales. La diferencia entre biocapacidad y Huella Ecológica puede dar un excedente de recursos ( $\text{BC}-\text{HE}>0$ ) o un déficit ( $\text{BC}-\text{HE}<0$ ). Para el cálculo de la biocapacidad se requiere conocer la extensión y el rendimiento de tierras aún desocupadas.

El análisis de la Huella Ecológica de las naciones (Wackernagel *et al.*, 2000) muestra que algunos países tienen un gran déficit por poseer una biocapacidad muy baja y una HE muy alta (Emiratos Árabes y Singapur); otros países, aunque tienen

una HE alta, tienen un excedente por tener una biocapacidad alta. Los países pobres tienen excedente porque su HE es muy baja (consumen poco); otros tienen déficit porque aún cuando su HE es reducida, su biocapacidad es también baja (Fig. 1).

Algunos países basan su "supuesto bienestar" (supuesto porque se mide en términos de consumo) en la importación de bienes de origen natural, mientras que otros países, aún teniendo recursos naturales no alcanzan a suplir las necesidades básicas (Figura 1). Esto muestra la gran inequidad en la distribución social del uso de los recursos. La misma situación se da dentro de cada país, donde unos pocos se benefician de los recursos naturales que son bienes comunes

El concepto de Huella Ecológica ha resultado útil para ayudar a la población a tomar conciencia acerca de los impactos ecológicos de nuestro estilo de vida. Ha estimulado la reflexión acerca de los modos de reducir el impacto, ya sea a nivel del hogar o de una comunidad particular (ejemplos más adelante). También permite percibir las desigualdades entre comunidades ricas y pobres. No siempre es fácil llegar a la conclusión correcta porque durante largo tiempo las organizaciones internacionales y los gobiernos locales nos han inculcado el mito del desarrollo global y nos hemos creído que falacias tales como que la expansión económica ilimitada es posible, que la liberación del comercio conduce a la equidad; que la gran experticia tecnológica nos liberará de todos los males. La creencia de que las soluciones tecnológicas son ilimitadas supone que a

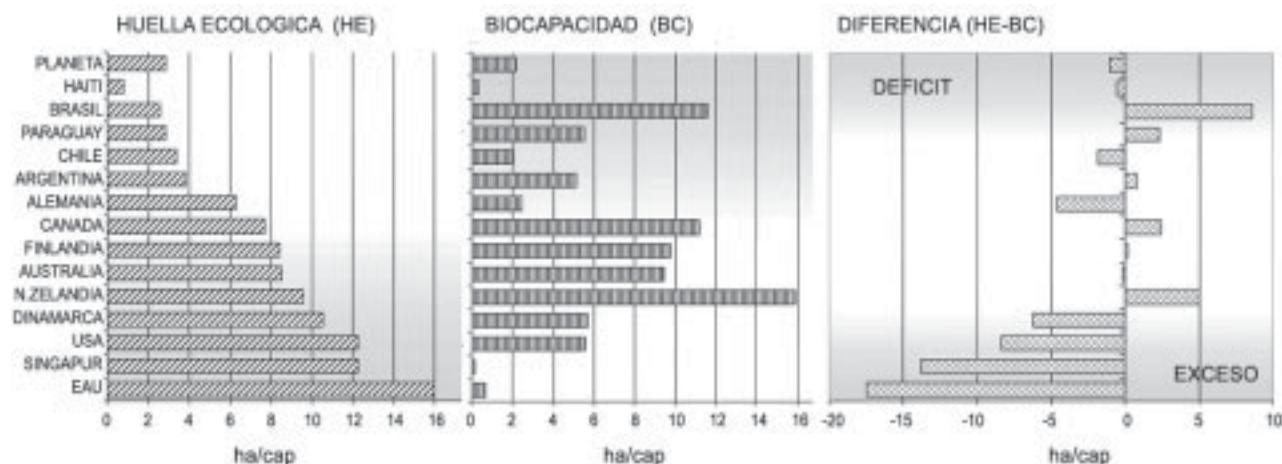


FIGURA 1. Resultado del análisis de la Huella Ecológica de las naciones. Fuente: Wackernagel *et al.*, 2000.

la larga, todo tiene solución y por lo tanto no es necesario preocuparse por el consumo excesivo de recursos. El análisis de la Huella Ecológica ayuda a evitar este tipo de confusiones cuando se calcula su valor ante diversas alternativas de manejo o de materiales.

Desde el punto de vista aplicado, el análisis de la Huella Ecológica ha sido una herramienta útil para la medición y comparación de la eficiencia en el uso de recursos, medida en unidades de superficie por persona, a diversos niveles de organización, desde el hogar (Earth Day Calculator en: [www.earthday.net/footprint/index.asp](http://www.earthday.net/footprint/index.asp)) hasta la nación (Wackernagel *et al.*, 2000) y supranacional (Wackernagel *et al.*, 2005b), pasando por comunidades específicas (Hart *et al.*, 2003) y jurisdicciones políticas (Vergoulas *et al.*, 2003); para la comparación de los impactos de tecnologías o tipos de manejo alternativos (Frey *et al.*, 2000); para la identificación de las actividades o procesos más costosos (en términos energéticos) en un proceso productivo (Maltin y Starke, 1971); para el desarrollo e implementación de planes de reducción de la HE en diversos niveles de organización (Barret *et al.*, 2004); para la selección de materiales de construcción (Lazarus, 2003).

El análisis de la Huella Ecológica se emplea como ejercicio en clases de ecología y economía en universidades de USA y de Europa, con el doble propósito de enseñar los conceptos y métodos de cálculo y ayudar a la toma de conciencia acerca del uso de lujo innecesario. Por ejemplo, en la Universidad de Macalester (Minnesota) y en la de Oregon, sendos grupos de estudiantes calcularon la Huella Ecológica de la comunidad residente en los dormitorios.

En Macalester se determinó que el 40% de la energía total del campus se empleaba en calefacción y refrigeración de los dormitorios; en los edificios más nuevos, con control individual del acondicionamiento térmico el consumo energético era notablemente inferior (Hogan *et al.*, 2004). Los estudiantes propusieron una serie de soluciones que iban desde la educación ambiental de los residentes hasta la instalación de paneles solares, pasando por la instalación de control térmico individual en todos los edificios, entre otras propuestas. Se nota la influencia del mito "siempre hay una tecnología para solucionar los problemas ambientales: ¿alguien se habrá preguntado cuál es el valor de la HE de la instalación de paneles solares?".

El análisis de la Huella Ecológica en el campus de la Universidad de Oregon fue más completo e incluyó otros componentes (Hart *et al.*, 2003). Se estimó que la HE *per cápita* era 2 veces el promedio

mundial; el 27% de la HE total correspondía a la alimentación y el 37% a la producción de desechos. Se propusieron soluciones que van desde la educación ambiental de los residentes a cambios en el manejo administrativo del campus; por ejemplo, que se consumieran alimentos producidos localmente; que se estableciera un sistema de reciclado de agua; que se reciclaran los desechos (especialmente el papel); que se incrementara la frecuencia de las "ferias de trueque" que son anuales.

El Laboratorio Nacional Los Álamos (Maltin y Starke, 2002) tiene una Huella Ecológica *per cápita* que es 8 veces la del promedio mundial y 3 veces la del habitante promedio de USA. Se determinó que la mayor proporción correspondía al transporte y al consumo energético del edificio. El costo de transporte proviene de que el laboratorio fue instalado en la década de 1950 en un sitio alejado por razones de seguridad. En los laboratorios más modernos no existe este problema porque están próximos a sitios poblados; la lejanía no fue un requisito. Este aspecto no es controlable ya que el traslado del laboratorio implicaría un alto costo energético y en producción de desechos de construcción. Sin embargo, se propone reducir el costo energético del traslado de los empleados mediante un sistema de transporte público y mejorar las bicisendas; comprar los alimentos y otros insumos localmente y usar más el sistema de videoconferencias para reducir el traslado aéreo. En cuanto al gasto energético, se propone reducir el consumo de energía de funcionamiento del edificio y reemplazar parte de la energía fósil por energía fotovoltaica en algunas de las actividades. Para los nuevos edificios se propone incorporar la conservación de energía en el diseño de la construcción.

Un ejemplo interesante de análisis de la Huella Ecológica al nivel de ciudad es el aplicado a Berlín (Pacholsky, 2002). El valor promedio de la HE para el habitante de Berlín resultó 4,06 ha/cap, un poco inferior al promedio para Alemania (4,7 ha/cap según datos de 1999). El componente más importante es la basura (29% del total); le siguen los productos manufacturados (26%); la alimentación (16%) y el transporte (10%). El uso directo de la tierra (1%) y el agua (<0,5%) son los de menor importancia (Figura 2). El índice no fue normalizado por el factor de rendimiento porque la proporción de insumos provenientes de fuera de Europa es insignificante.

El autor del trabajo señala que las soluciones de manejo no son tan simples en las grandes ciudades como creen algunos funcionarios. Para atacar los problemas ambientales en las grandes ciudades no es suficiente con propuestas generales de libro de texto, tales como reciclado de basura, o mejorar el

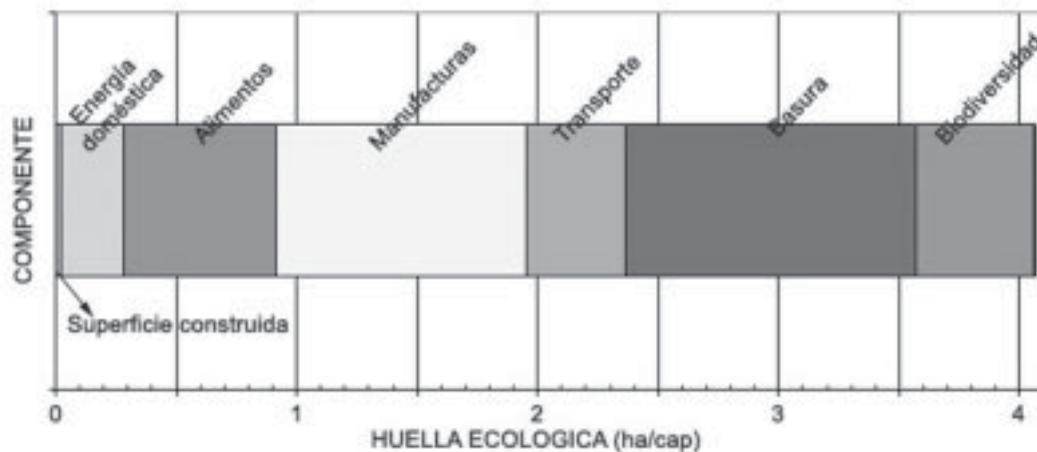


FIGURA 2. Desglose de la Huella Ecológica de Berlín. Fuente: Pacholsky, 2002.

transporte público. El manejo se convierte en una tarea psicológica, social y educativa, ya que muchas veces depende de actitudes individuales (Pacholsky, 2002).

Por ejemplo, en Berlín no tendría sentido aplicar esfuerzos y presupuesto al reciclado de la basura porque la tasa de reciclado es de entre 70 y 95%, dependiendo del material y por lo tanto el efecto sería insignificante. El incremento del reciclado afecta principalmente el componente de productos manufacturados porque reduce el consumo de productos nuevos, de materia prima para su producción y de energía inherente. Podría haber una reducción en materiales de embalaje, sin embargo aunque la Unión Europea ha publicado unas directivas de embalaje que supuestamente lo reducen a un mínimo necesario, la tendencia de paquetes pequeños (individuales) se impone, ya que los industriales se ocupan de convencer al público de su practicidad. Se produce un conflicto entre los intereses económicos y las necesidades ambientales al nivel psicológico.

Una situación similar ocurre con el tráfico automotor. Berlín, tiene uno de los mejores sistemas de transporte público, sin embargo las calles están trancadas por automóviles particulares y el centro parece un gran estacionamiento a la noche. El incremento de carreteras y la ampliación de ellas no es una solución porque estimula el uso de automóviles. La psicología de la conducción del auto propio es demasiado fuerte debido a las demoras, la inseguridad y el incremento del precio del transporte público. La tendencia a la metropolización incrementa el

problema del tráfico. Tanto la metropolización como la planificación de los desarrollos urbanísticos dispersos no son cuestionados. El problema no es percibido o reconocido por las autoridades de planificación y gestión urbana. En Berlín, al igual que en otras ciudades europeas parece que hay pocas posibilidades de mejorar la situación ambiental con un cambio de gestión y que el peso de la responsabilidad recae sobre las actitudes individuales. Por ello, hay una buena cantidad de campañas que apuntan a la psicología del individuo.

A nivel regional, cabe mencionar la experiencia en la Región Sudeste del Reino Unido, hacia el Sur y el Oeste de Londres, formada por 19 condados y 55 municipios; con 8 millones de habitantes y 7 ciudades de más de 100.000 habitantes. La región ha tenido un crecimiento económico notable superior al del resto del Reino Unido, pero a un alto costo ambiental. Resulta, según los autores del proyecto, un laboratorio ideal para investigar las posibilidades de creación de riqueza con reducción de la dependencia en los recursos naturales. Esto se puede lograr por dos vías: re-inversión inteligente de los medios (incremento de la eficiencia) y moderación prudente de los fines (cuestionamiento del consumo). Mediante las técnicas de análisis de flujo de materiales y de Huella Ecológica se realizó un diagnóstico de situación y se exploró cuál sería el nivel de ganancias obtenidas a través del incremento de la eficiencia y qué aspectos de los diversos componentes (movilidad; vivienda; consumo de materiales domésticos; y servicios) requerían cambios fundamentales (Barret *et al.*, 2003). En relación a la vivienda, se comparan diversos diseños y tipos de u-

suarios en términos de la energía consumida desglosada en los componentes y expresada como Huella Ecológica (superficie/cápita).

En el 2003 el gobierno del Reino Unido publicó el "Plan de Comunidades Sustentables" y resaltó la necesidad de desarrollar 4 áreas de crecimiento, una de las cuales, The Thames Gateway, está dentro de la Región Sudeste. Este área tiene interés particular por su ubicación estratégica de centro de dispersión del transporte hacia el continente y su cercanía a Londres; ofrece la oportunidad de regenerar una comunidad empobrecida en un territorio con la mayor concentración de terrenos baldíos del país. Se presentó una oportunidad de realizar un proyecto innovador de construcción de 200.000 viviendas sustentables, y el Grupo de Desarrollo Bioregional condujo un estudio para evaluar el impacto ambiental de escenarios alternativos para el desarrollo del Thames Gateway (James y Desai, 2003).

Se establecieron 4 escenarios. El escenario 1 consistía de viviendas construidas con las regulaciones vigentes al año 2002 ocupadas por habitantes de comportamiento promedio; el escenario 2 comprendía viviendas ecológicas calificadas como "Muy Buenas" ocupadas por habitantes de comportamiento promedio; el escenario 3 comprendía viviendas ecológicas ocupadas por habitantes eco-concientes (dispuestos a ahorrar energía y evitar el consumo de lujo); el escenario 4, llamado Z<sup>2</sup>, comprendía edificios donde no hay consumo de energía fósil y la acumulación de desechos es cero y, además, habitados por una población eco-conciente. La categoría "Muy Buena" de las viviendas ecológicas de los escenarios 2 y 3 proviene de la aplicación de sistema de calificación de los diseños y construcciones que sirve de incentivo para mejorar la calidad ambiental de los emprendimientos urbanos. Las viviendas en la clase "muy buenas" reducen las emisiones de CO<sub>2</sub> a través de su diseño y de la reducción en traslados. El escenario Z<sup>2</sup> se logra con un diseño de viviendas eco-eficientes organizadas en centros habitacionales muy compactos provistos de todos los usos comerciales, recreacionales y residenciales, alrededor de nodos de la red de transporte, conectados entre sí por dicha red, de manera que todas las necesidades de la comunidad se encuentran a distancias cortas y se reduce la necesidad del auto propio. El calor y la electricidad se generan en cada centro y los desechos se reciclan localmente. Este es el modelo propuesto por Richard Rogers (1997). El Z<sup>2</sup> incentiva el ahorro de energía por decisión individual y acción comunitaria.

El cálculo de la Huella Ecológica, que se normalizó y se expresa en hectáreas globales por habitan-

te (hectáreas requeridas para el habitante promedio del planeta=gha/cap) produjo resultados interesantes. El escenario 2 redujo la HE en 4% en relación a la HE del escenario 1 y en 8% con respecto al promedio para el Reino Unido (5,71 gha/cap). El escenario 3 reduce la HE en 11% con respecto a la del escenario 1 y en 15% con respecto al promedio del Reino Unido. El Escenario 4 reduce la HE en 38% con respecto al Escenario 1 y en 40% con respecto al promedio del Reino Unido. En síntesis, los residentes de "Thames Gateway" podrían pasar de un estilo de vida "Tres Planetas" a uno "Un Planeta" eligiendo su tipo de vivienda y de comunidad. Una conclusión importante reafirma la experiencia de Berlín: una gran parte del impacto sobre los recursos depende de las estrategias de vida de los pobladores: entre los escenarios 2 y 3, con el mismo tipo de vivienda pero diferentes comportamientos individuales, hay una diferencia de 7 puntos en favor de la población ecoconciente.

El desglose de los componentes de la Huella Ecológica muestra que para las viviendas ecológicas "Muy Buenas" con habitantes promedio la reducción de emisión de dióxido de carbono es de 32%; la de agua consumida es de 39% y la del desecho enviado a relleno sanitario es de 4%. En el caso de habitantes eco-concientes, el desecho se reduce en 25%; no hay disminución de los otros componentes porque la infraestructura no lo permite. En el escenario 4 se reducen en 99% las emisiones de CO<sub>2</sub>; en 65% el agua usada; en 76% los residuos enviados a relleno sanitario. En cuanto al costo de construcción y mantenimiento, las eco-viviendas y los desarrollos Z<sup>2</sup> tienen un costo igual o menor a las construcciones del escenario 1. Esto se debe a que el 2% y 10% extra en la construcción de eco-viviendas y Z<sup>2</sup>, respectivamente, se compensa con la reducción en los gastos de energía y agua.

De la comparación del escenario 2 con el 3 surge que los individuos pueden reducir la Huella Ecológica de su comunidad significativamente mediante la decisión personal de cambiar su estilo de vida. Sin embargo, la reducción es mucho más marcada si existe la infraestructura adecuada, como el escenario Z<sup>2</sup> (escenario 3 vs escenario 4). El cambio de estilo de vida es cada vez más buscado y deseado en ciertas comunidades, pero no en aquellas en que existe un acentuado individualismo exacerbado por las consecuencias sociales de la economía neoliberal de las últimas décadas.

El concepto de Huella Ecológica y los métodos de cálculo han sido muy criticados, gracias a lo cual se han podido incorporar muchas mejoras a lo largo de los últimos años (Wackernagel y Yount, 2000). La

mayoría de las críticas surge de la creencia en los mitos mencionados más arriba y son fácilmente rechazadas (Barret *et al.*, 2003-cap. 2).

Sin duda, la Huella Ecológica adolece de las mismas fallas que el Producto Bruto Interno en cuanto a que es un promedio que esconde particularidades. El que una Nación tenga un promedio de 4 ha/cap no implica que todos los habitantes gocen del mismo espacio. La inequidad en la distribución social del uso de los recursos se manifiesta en las comparaciones entre comunidades particulares: entre naciones, entre provincias, entre municipio, entre ciudades, universidades, etc.

Se critica el hecho de que es una medida estática referida a un sitio y un período particular; no se puede extrapolar en el tiempo ni en el espacio. Sin embargo, todo dato científico o mapa es una foto instantánea. Si se desea conocer tendencias se obtienen datos en períodos sucesivos y se construyen series temporales. Desde 1961, en que el banco de datos de las Naciones Unidas se hizo disponible, es posible generar series temporales de 40 años de la Huella Ecológica para cada una de las naciones del planeta (Global Footprint Network 2003-2004). Se puede ver que la humanidad pasó de utilizar la mitad de la capacidad del planeta en 1961 a usar 1,5 su capacidad en el 2001 (Fig. 3). También se pueden apreciar grandes diferencias en la evolución de la Huella Ecológica medida en hectáreas globales *per cápita* en los distintos países (Figura 4).

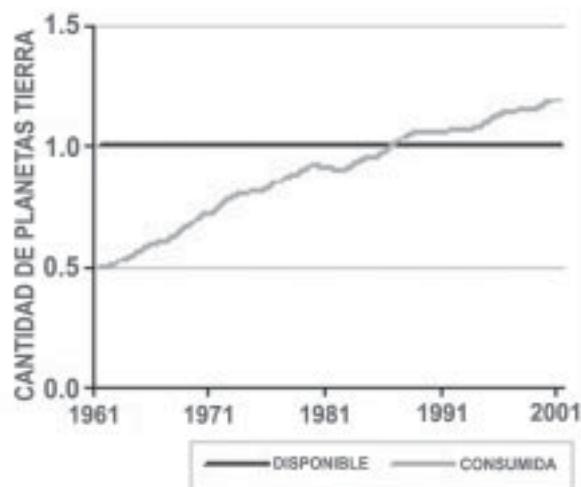


FIGURA 3. Serie temporal de la HE del planeta. Fuente: (Global Footprint Network, 2003-2004).

### Ecología urbana y urbanoecología

Ante esta situación de malestar interno en las zonas urbanas y éxodo de urbanitas hacia el entorno natural y rural con consecuencias aún peores por su magnitud y amplitud, la cantidad de trabajos de investigación para comprender el funcionamiento de las ciudades se ha incrementado considerablemente a partir de fines de la década de 1990. Estos trabajos se han agrupado bajo la categoría de ecología urbana, aunque comprenden una gran variedad de enfoques y métodos.

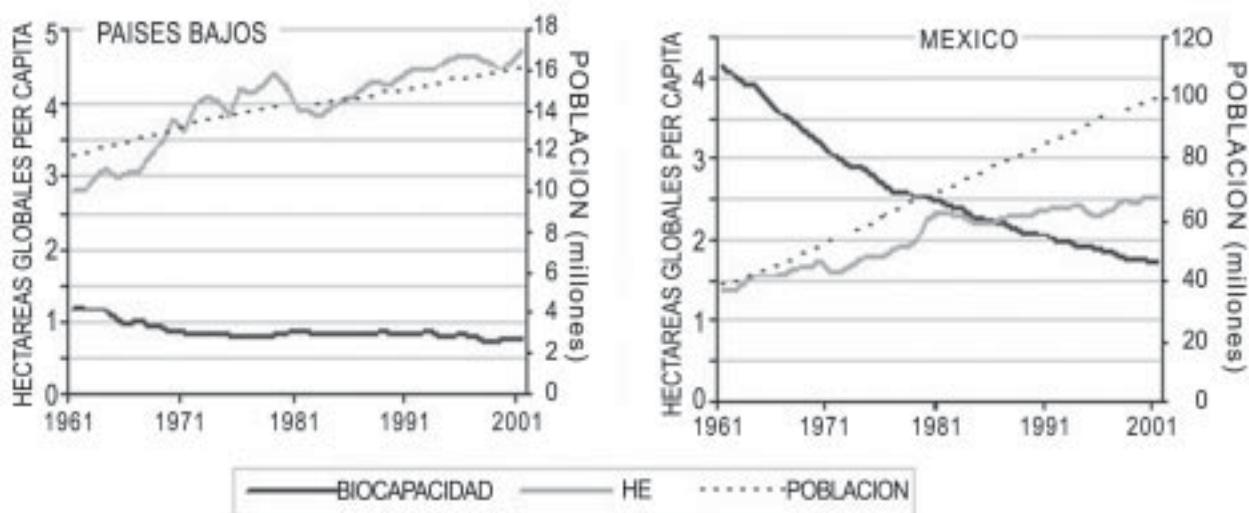


FIGURA 4. Serie temporal del promedio de Huella Ecológica de dos países. Fuente: (Global Footprint Network, 2003-2004).

Si bien en términos generales se define 'ecología urbana' como la investigación ecológica hecha en las ciudades, incluyendo no sólo las ciencias naturales sino también elementos de las ciencias sociales (Pickett *et al.*, 1997), los enfoques difieren en la manera en que se integra el componente social y en el énfasis dado a los diversos componentes. Incluyen desde estudios disciplinarios a multidisciplinarios; centrados en los organismos y centrados en los ciclos biogeoquímicos; análisis de los cambios de uso de la tierra y organización de actividades dentro de la ciudad; interacciones entre la ciudad y su entorno. Esta variedad lleva a algunos autores a clasificar los estudios en "ecología en la ciudad" y "ecología de la ciudad" (Pickett *et al.*, 2001) para diferenciar los enfoques centrados en los patrones y procesos de elementos naturales bióticos o físicos dentro del tejido urbano y sus alteraciones a causa de las actividades humanas de aquellos que analizan (o intentan analizar) el modelo de funcionamiento global de los componentes naturales, construidos y sociales, considerando a la ciudad como un sistema biogeofísico. Recientemente, se propone un enfoque más amplio para interrelacionar la ciudad con su entorno que, con sus raíces en la ecología, considera el sistema complejo entorno-ciudad compuesto por subsistemas heterogéneos en cuanto a las variables operativas de cada uno (sociales, naturales, legales, etc.) y que cumplen funciones mutuamente dependientes (Alberti y Marzluff, 2004; Di Pace, 2004). Los estudios con enfoques sistémicos se han multiplicado en los últimos años en USA, desde que varias ciudades fueron incorporadas al programa LTER de la National Science Foundation y a otros programas de agencias norteamericanas (Musacchio y Wu, 2004; y demás artículos del número especial de Urban Ecosystems vol 7, 2004)

Una visión diferente de la "ecología urbana" es la de un conjunto de movimientos, que pueden calificarse como los defensores de la "ciudad ecológica" (Platt, 2004a) o la "eco-ciudad" (Roseland, 1997), cuya meta es la ampliación de los componentes asimilador (productores primarios = plantas) y descomponedor dentro de la trama de los asentamientos urbanos, cualquiera sea su tamaño, o el logro de un metabolismo circular (Girardet, 1992) mediante la aplicación de un conjunto de acciones proactivas con la comunidad. En los países anglo-sajones esta estrategia también es llamada "ecología urbana", sin embargo el término "urbanoecología", propuesto por el Arq. Murtinho de la Universidad de Valparaíso, parecería más adecuado como analogía con agroecología, que también es un conjunto de aplicaciones a la gestión agropecuaria fundamentadas en la ecología.

La 'ecología urbana' y la 'urbanoecología' no son excluyentes; todo lo contrario, la 'ecología urbana' aporta los conocimientos que posibilitan las acciones sobre bases científicas, del mismo modo que la ecología agrícola lo hace con la agroecología. Mientras que la 'ecología urbana' ha sido desarrollada por geógrafos, sociólogos y, más recientemente, ecólogos, la 'urbanoecología' ha sido el campo de acción de algunos arquitectos y planificadores urbanos y de paisajes concientes de la importancia de las áreas verdes dentro de la ciudad, aunque ignoren las razones ecológicas de ello. Según algunos autores, las bases del movimiento "ciudad verde" fueron sentadas en 1957, con la publicación del libro "The Exploding Metropolis", escrito por Whyte y Jacobs, dos periodistas preocupados por los cambios de calidad de vida en las grandes urbes norteamericanas (Platt, 2004a). La publicación fue como un llamado de atención que estimuló el esfuerzo de algunos planificadores y urbanistas para combatir el crecimiento espacial urbano. Sin embargo, hubo muchos movimientos surgidos en diversas épocas y de distintos orígenes, como por ejemplo, la organización Urban Ecology fundada en Berkeley en 1975 (Roseland, 1997).

Entre los diversos movimientos existen coincidencias en cuanto a las acciones para alcanzar la meta de la planificación de una urbe resiliente. La más importante es el concepto de globalidad, de ciudad como sistema. Las acciones sectoriales pueden resultar en fracasos sin la consideración de las múltiples interacciones entre espacios y entre procesos, tanto naturales como sociales. Otra coincidencia es la necesidad del compromiso de la comunidad involucrada y beneficiaria de la acción. Las estrategias proactivas (no reactivas) comprenden tres conjuntos de acciones: a) aquellas tendientes a cambiar el comportamiento individual y social en relación al consumo, generación de desechos y percepción de la naturaleza; b) las que tratan de proveer infraestructura, oportunidades laborales y legislación para todos (nadie debe quedar excluido); y c) las que actúan sobre el subsistema natural para mejorar la calidad ambiental y la producción local de alimentos. En todos los proyectos, los tres aspectos aparecen funcionando coordinadamente.

Platt (2004b) propone un conjunto de acciones que deben trabajarse integradamente: educación ambiental; restauración de cursos de agua urbanos; rescate y valoración de espacios públicos; agricultura urbana; justicia ambiental; estímulo a la recreación al aire libre; caminos y senderos urbanos verdes; silvicultura y vida silvestre urbanas; iniciativas de crecimiento inteligente; diseño verde. La organi-

zación Urban Ecology propone 10 principios a seguir (Roseland, 1997), los cuales apuntan a crear comunidades diversas y compactas, con todos los servicios a distancias cortas, reducir el traslado y el consumo de energía en el transporte; construir viviendas de diseños diversos y a precios accesibles para todos los niveles sociales; incrementar las áreas verdes, reducir la acumulación de basura; alimentar la justicia social; reducir el consumo excesivo y estimular la producción local. Este enfoque concide con la propuesta de Rogers (1997) en su diseño de ciudades pequeñas, compactas y autosuficientes.

Los ejemplos de aplicación de estas propuestas tienen en común un trabajo intenso y prolongado con la comunidad; planes de educación ambiental en las escuelas primarias y secundarias, que van más allá de cursos esporádicos de reconocimiento de la fauna y flora, sino que comprenden la enseñanza del funcionamiento de ecosistemas y paisajes, muchas clases prácticas y con una estructura transversal, son de duración anual y frecuencia semanal en todos los años. Ningún plan de mejoramiento del ambiente en áreas urbanas, independientemente de la escala, se hace sin la participación activa de los ciudadanos involucrados; frecuentemente la iniciativa surge de la propia comunidad, lo cual es posible por la fuerte formación en temas ambientales desde la escuela primaria. Ninguno de los planes de acción involucra megaproyectos con grandes inversiones; por el contrario son cambios pequeños, puntuales, graduales, de bajo costo pero de alta frecuencia espacial y a muy largo plazo. Esto es todo lo contrario de lo deseable para los funcionarios de públicos, por eso estos proyectos no tienen apoyo de los organismos del estado, sino que son financiados por ONGs y Universidades. Muchos de los proyectos surgen de programas universitarios de formación y extensión, en los cuales se combinan las necesidades de la comunidad tal como ella las percibe, la experticia de los docentes y el trabajo de los estudiantes para ejecutar un plan que a la par que soluciona un problema ambiental y social constituye un laboratorio para las tesis de postgrado; en ningún caso se espera el apoyo oficial. Ejemplos de esta estrategia son "The ecological cities project" de la Universidad de Massachussets dirigido por el geógrafo y legalista ambiental Rutherford H. Platt. ([www.umass.edu/ecologicalcities/#overview](http://www.umass.edu/ecologicalcities/#overview)); el Urban Resources Initiative, que es un grupo independiente dirigido por Colleen Murphy Dunning aso-

ciado a la Universidad de Yale ([www.yale.edu/uri/index.html](http://www.yale.edu/uri/index.html)); y el programa de investigación-acción "West Philadelphia Landscape Project", dirigido por la Arq. y Planificadora del Paisaje Anne Whiston Spirn, iniciado en la Universidad de Pennsylvania que, además de los proyectos con la comunidad y los estudiantes universitarios, incluye un programa "para enseñar a leer el paisaje" a los alumnos de las escuelas (<http://web.mit.edu/wplp>)<sup>2</sup>.

En cuanto al subsistema natural, los aspectos más enfatizados son la recuperación (restauración o rehabilitación) de las áreas verdes naturales, especialmente los arroyos y ríos que atraviesan el amanzanado, el mejoramiento o establecimiento de senderos verdes y calles arboladas. Numerosos estudios demostraron la importancia de la estructura urbana sobre la biodiversidad, y la calidad del agua y del aire (Rohinton, 1997; Paul y Meyer, 2001; Alberti y Marzluff, 2004; Hulse y Gregory, 2004; Kinzig *et al.*, 2005; Smith *et al.*, 2005). Se hace especial énfasis en el "paisajismo natural" (Ingram, 1999), recreando los ecosistemas naturales y empleando especies nativas para parques, jardines y calles. El argumento para los diseñadores del paisaje y arquitectos paisajistas es el beneficio estético y sanitario que las áreas verdes brindan a los habitantes; los ecólogos urbanos piensan en la recuperación de la capacidad de captura de CO<sub>2</sub>, del reciclado de nutrientes y de los ciclos biogeoquímicos, especialmente el del agua, y la reducción del impacto sobre el entorno natural o agrícola.

Existen trabajos muy interesantes que resaltan la importancia de respuestas activas por parte de los propietarios privados, en combinación con las acciones de gestión pública. Por ejemplo, en un estudio comparativo de dos sitios recuperados como santuarios de aves migratorias, uno en la bahía de Tokyo y otro en la costa del lago Ontario en Toronto, se demuestra que el parque de Tokyo presenta un mejor estado que el de Canadá, aunque aquel está rodeado de una zona industrial y geográficamente aislado, mientras que el de Toronto es parte de una red de reservas y se encuentra conectado por corredores verdes a otros sitios naturales (Yokohari y Amati, 2005). Esto contradice los principios de la ecología de paisajes; sin embargo, ocurre que a una escala de mayor detalle, en Tokyo existe una continuidad e integración entre los parques y las áreas verdes del tejido urbano y los jardines privados, que

<sup>2</sup>En los URL citados en este párrafo pueden encontrarse las descripciones completas, proyectos y subproyectos de cada una de las iniciativas.

no existe en Canadá, donde se segregan estrictamente los usos de la tierra. Esto muestra que la calidad ambiental y la integridad ecosistémica no dependen sólo de la presencia de reservas naturales y parques, sino de la estructura global del tejido urbano y del grado de conexión biológica entre los parches naturales, la vegetación de las calles y los jardines privados.

## CONCLUSIONES

En palabras del Arq. Richard Rogers (1997), "la construcción de nuestro hábitat sigue estando en manos de las fuerzas del mercado y dictada por imperativos financieros a corto plazo". Esta sentencia no es privativa de nuestro país, como puede verse. Mientras esto siga así, será muy difícil lograr un ambiente urbano saludable y resiliente. Las presiones de los intereses económicos barren con las mejores intenciones oficiales de planificación, aún donde las hay.

Sólo una "ecología urbana" comprendida como 'ecología de la ciudad' y ésta como sistema complejo, con integración disciplinaria centrada en un objetivo y no en un sector, puede dar la información necesaria para la gestión de una urbe resiliente. Y sólo un enfoque urbanoecológico resultará eficaz en la aplicación de dichos conocimientos a la mejora de la calidad de vida dentro de la ciudad, porque es importante que la comunidad entienda los beneficios de una ciudad autosustentable pero simultáneamente es imprescindible que todos puedan acceder a viviendas dignas y al alcance de los presupuestos de cada familia.

Arquitectos, planificadores, desarrolladores y diseñadores juegan un rol importante. Es necesario abarcar más que los edificios y su diseño, y contextualizar el trabajo en el espacio más amplio del sistema urbano o periurbano. Tienen un rol extensionista importante ya que pueden interactuar directamente con el público y transmitir las consecuencias de las acciones individuales sobre el ambiente global (Fisk y MacMath, 2003).

En nuestro país, especialmente en las grandes ciudades, los planes y acciones oficiales siguen estrategias totalmente opuestas a las propuestas modernas ejemplificadas en este trabajo. La mayoría

de las acciones son parches que solucionan situaciones a corto plazo y producen desastres a largo plazo o a distancia. La visión sectorizada, disciplinaria y puntual impide un tratamiento serio de los problemas sociales y ambientales. Por ejemplo, se estimula o permite la ocupación dispersa de la Pampa Ondulada y, recientemente de otras regiones del país, como la Andina, con consecuencias sociales de marginación local y ambientales al nivel global por el incremento del transporte y de las emisiones de gases de invernadero. La legislación vigente no se respeta ni se hace respetar. Se sigue pretendiendo que las soluciones dependen de grandes inversiones, cuando en realidad requieren un cambio radical de enfoque, e inteligencia para tratar los problemas en todos sus componentes simultánea y coordinadamente.

Las acciones oficiales no son proactivas, sino reactivas. Por ejemplo, en vez de racionalizar el sistema de transporte como un todo, se dan subsidios para multiplicar la longitud de recorridos y la circulación de vehículos de tamaños cada vez más grandes, incrementando la contaminación acústica y del aire, la emisión de gases de invernadero y el estrés de los ciudadanos. En vez de mejorar la calidad de la vida en la ciudad, se estimula la migración hacia el área metropolitana con la construcción de autopistas e impuestos irrisorios a los emprendimientos urbanos en áreas rurales, generando más tránsito y más consumo energético, cambios de usos de la tierra inadecuados para la resiliencia a nivel regional y problemas sociales de exclusión. En vez de estimular el transporte de carga por ferrocarril estas mismas autopistas estimulan el transporte terrestre, mucho más perjudicial al nivel global. Además, en la mayoría de los casos, se prescinde de la participación ciudadana; los intentos de comunicación se reducen a reuniones esporádicas con escasa participación, en la que los funcionarios tratan imponer sus razones y, en el mejor de los casos no se alcanzan conclusiones ni se solucionan conflictos y en el peor, terminan en batallas campales.

Por todo esto, la esperanza de una ciudad habitable, resiliente y no excluyente, cualquiera sea su extensión y densidad de población, depende cada vez más del trabajo de las ONGs y los grupos universitarios con las comunidades, prescindiendo de ayuda oficial. Luego, las propias comunidades podrán luchar por sus derechos a justicia social y ambiental.

---

**BIBLIOGRAFÍA CITADA**

- ALBERTI, M. and J.M. MARZLUFF. 2004. Ecological resilience in urban ecosystems: linking urban patterns to human and ecological functions. *Urban Ecosystems* 7: 241-265.
- BANCO MUNDIAL. 2002. Informe sobre el desarrollo mundial. BM, Washington, DC
- BARRET, J.; N. CHERRET and R. BIRCH. 2004. Exploring the application of the ecological footprint to sustainable consumption policy. Stockholm Environment Institute, York, Reino Unido. Pp. 234-247. (<http://www.env.leeds.ac.uk/~hubacek/leeds04/5.3Leeds%20SC%20Conference%20%20John%20Barrett%20paper.pdf>)
- BARRET, J.; N. CHERRET; N. HUTCHINSON; A. JONES; J. RAVETZ; H. VALLACK and T. WIEDMANN. 2003. Taking Stock: managing our impact. A material flow analysis and ecological footprint of the South East. SEEDA-EcoSys-SEI-CURE. ([www.takingstock.org](http://www.takingstock.org); [www.art.man.ac.uk/PLANNING/cure](http://www.art.man.ac.uk/PLANNING/cure); [www.seiy.org](http://www.seiy.org))
- DI PACE, M. (Directora) y H. Caride Bartrons (Editor). 2004. Ecología de la ciudad. Universidad Nacional Gral. Sarmiento y Prometeo Libros, Buenos Aires.
- FISK, PLINY III and R. MACMATH. 2003. Anybody there? Hello-hello. Architects, ecological footprint and responsibility. Center for Maximum Potential Building Systems, Austin, Texas.
- FREY, S.D.; D.J. HARRISON and E.H. BILLET. 2000. Environmental assessment of electronic products using LCA (Life cycle analysis) and ecological footprint. Joint International Congress and Exhibition "Electronic goes green"; Berlin, Germany. Pp. 253-258.
- GIRARDET, H. 1992. The Gaia Atlas of Cities: New directions for sustainable urban living. Doubleday, New York, London, Toronto.
- GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. 2003-2004. Humanity's Footprint 1961-2001. ([http://www.footprintnetwork.org/gfn\\_sub.php?content=global\\_footprint](http://www.footprintnetwork.org/gfn_sub.php?content=global_footprint))
- HART, S.; B. RHODES and D. DONAHUE. 2003. The average ecological footprint of university of Oregon dorm residents. Informe interno.
- HOGAN, M.; H. KIMMEL; S. NELSON and N. REYNOLDS. Ecological footprint project: analyzing heating and cooling of Macalester's dorms. <http://www.macalester.edu/~envirost/Audits/audit2003heating.pdf>
- HULSE, D. and S. GREGORY. 2004. Integrating resilience into floodplain restoration. *Urban Ecosystems* 7: 295-314.
- INGRAM, J. 1999. When cities grow wild. Natural landscaping from an urban planning perspective. <http://www.for-wild.com/whenciti/whenciti.htm>
- JAMES, N. and P. DESAI. 2003. One planet living in the Thames gateway. A WWF-UK one million sustainable homes campaign report. Bioregional Development Group.
- KINZIG, A.P.; P. WARREN; C. MARTIN; D. HOPE and M. KATTI. 2005. The effects of human socioeconomic status and cultural characteristics on urban patterns of biodiversity. *Ecology and Society* 10(1): art 23 (online)
- LAZARUS, N. 2003. Beddington zero (fossil) energy development. Bioregional Development Group ([www.bioregional.com](http://www.bioregional.com))
- MAKOTO YOKOHARI and MARCO AMATI. 2005. Nature in the city, city in the nature: case studies of the restoration of urban nature in Tokyo and Toronto. Landscape and Ecological Engineering.
- MALTIN, M.K. and T.P. STARKE. 2002. The laboratory's footprint: our environmental impacts. Documento LA-UR-02-1971; NISA, Los Alamos, USA
- MORELLO, J.; S.D. MATTEUCCI and A. RODRIGUEZ. 2003. Sustainable development and urban growth in the Argentine pampas region. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science* 590: 116-130
- MUSACCHIO, L.R. and J.WU. 2004. Collaborative landscape-scale ecological research: emerging trends in urban and regional ecology. *Urban Ecosystems* 7: 175-178.
- PACHOLSKY, J. 2002. The ecological footprint of Berlin (Germany) for the year 2000. Tesis de Maestría, Stirling University, Scotland
- PAUL, J.M. and J.L. MEYER. 2001. Streams in the urban landscape. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32: 333-365.
- PICKETT, S.T.A.; M.L. CADENASSO; J.M. GROVE; C.H. NILSON; R.V. POUYAT; W.C. ZIPPERER and R. COSTANZA. 2001. Urban ecological systems: linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic components of Metropolitan Areas. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32: 127-157.
- PLATT, R.H. 2004b. Land use and society. Island Press, Washington, DC.
- PLATT, R.H. 2004a. Toward ecological cities. Adapting to the 21<sup>st</sup> century metropolis. *Environment* 46(5): 11-27

- 
- ROGERS, R. 1997. Cities for a small planet. Faber y Faber Limited, Londres. (Versión hispana: Ciudades para un pequeño planeta, 2000, Editorial G. Gilli SA, Barcelona)
  - ROHINTON, E. 1997. Urban vegetational change as an indicator of demographic trends in cities: the case of Detroit. *Environment and Planning - B* 24: 415-426.
  - ROSELAND, M. 1997. Dimensions of the future: an eco-city overview. En: Mark Roseland (ed) Eco-city dimensions: Healthy communities, healthy planet. New Society Publishers, Gabriola Island, Canada.
  - SMITH, R. M.; K.J. GALSTON; P.H. WARREN and K. THOMPSON. 2005. Urban domestic gardens (V): relationships between landcover composition, housing and landscape. *Landscape Ecology* 20: 235-253.
  - VERGOULAS, G.; K. LEWIS and N. JENKINS. 2003. An ecological footprint analysis of Angus, Scotland. Best Foot Forward, Ltd., Oxford ([www.bestfootforward.com](http://www.bestfootforward.com))
  - WACKERNAGEL, M. and D. YOUNT. 2000. Footprints for sustainability: the next steps. *Environment, Development and Sustainability* 2: 21-42.
  - WACKERNAGEL, M. and W. REES. 1996. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth. New Society Publishers ([www.newsociety.com](http://www.newsociety.com))
  - WACKERNAGEL, M.; A. CALLEJAS LINARES, D. DEUMLING; M. A. VÁSQUEZ SÁNCHEZ; I. S. LÓPEZ FALFÁN and J. LOH. 2000. Redefining Progress, Oakland, USA, ([www.rprogress.org](http://www.rprogress.org))
  - WACKERNAGEL, M.; C. MONFREDA; D. MORAN; P. WORMER; S. GOLDFINGER; D. DEUMLING and M. MURRAY. 2005a. National footprint and biocapacity accounts 2005: the underlying calculation method. Global Footprint Network, Oakland, California. ([www.footprintnetwork.org](http://www.footprintnetwork.org))
  - WACKERNAGEL, M.; D. MORAN; S. GOLDFINGER; C. MONFREDA; A. WELCH; M. MURRAY; S. BURNS; C. KÖNIGEL; J. PECK; P. KING and M. BALLESTEROS. 2005b. Europe 2005. The ecological footprint. WWW European Policy Office; Bruselas, Bélgica.
  - YLI-PEKONEN, V. and J. NIEMELÄ. 2005. Linking Ecological and social systems in cities: urban planning in Finland as a case. *Biodiversity and Conservation* 14: 1947-1967
- 
-

# GEOGRAFÍA AUTOMATIZADA, CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y CIENCIAS SOCIALES INTEGRADAS ESPACIALMENTE AVANCES CUANTITATIVOS PARA LOS ESTUDIOS TERRITORIALES DEL SIGLO XXI

Gustavo D. Buzai

CONICET, GEPAMA, FADU, UBA, buzai@gepama.com.ar

## Introducción

La *Geografía Cuantitativa*, como paradigma de la Geografía de mediados del siglo veinte, ha surgido en estrecha relación con una *ciencia aplicada* que tuvo por objetivo encontrar soluciones a las problemáticas concretas de naturaleza socioespacial.

La cuantificación aplicada en las ciencias humanas en general y en los estudios geográficos en particular fueron producto de la situación contextual (historia externa de la ciencia) en la cual la finalización de la segunda guerra mundial, la *guerra fría* y la carrera espacial cumplieron un papel de suma importancia.

La *Geografía Cuantitativa* tuvo utilidad para la reconstrucción de espacios regionales y urbanos buscando su máxima eficiencia en cuanto a la disposición de sus entidades sobre el territorio y la realización de modelos que posibilitaban brindar alternativas a futuro. Constituyó un avance necesario ante el comienzo de los grandes avances tecnológicos que impactarían notablemente en la organización social y en los impactos territoriales de la era de la modernidad.

A continuación será analizado el paradigma cuantitativo en su evolución de cinco décadas. Desde su comienzo en la era pre-digital hasta sus avances actuales que han desencadenado en la denominada *Geografía Automatizada*, una Geografía ligada a los avances geoinformáticos y particularmente al desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica.

Finalmente se presenta su impacto interdisciplinario en la generación de dos nuevos campos de estudio del análisis espacial: Las *Ciencias de la Información Geográfica* y las *Ciencias Sociales Integradas Espacialmente* con las cuales estamos ingresando hacia una nueva etapa de investigación y aplicación geotecnológica.

## Surgimiento y bases

La Geografía como ciencia humana nace a finales del siglo diecinueve definida como la relación entre el hombre y el medio (visión ecológica) y amplía su definición como perspectiva regional en el segundo cuarto de siglo veinte cuando se la define como ciencia que estudia la diferenciación de áreas sobre la superficie terrestre (visión corológica).

El análisis de regiones y áreas era realizado básicamente desde un punto de vista *idiográfico*, es decir, considerando a cada una de estas porciones de territorio como únicas e irrepetibles en el interior de una Geografía considerada como ciencia del presente.

La revolución cuantitativa en Geografía, comenzada con el trabajo de *F. Schaefer* en 1953 realiza una profunda crítica a esta perspectiva inclinándose por generar una ciencia de carácter *nomotético*, es decir, que preste atención a aspectos generales y con ello que se encuentre posibilitada de formular leyes y modelos del comportamiento espacial. La Geografía no se encargaría únicamente del presente sino que podría modelar tendencias hacia futuro.

La metodología matemática fue el mecanismo ideal para lograrlo pues era considerado el lenguaje de la ciencia y junto con él, la geometría fue considerada el lenguaje de las formas espaciales. Aparece, de esta manera, la llamada *revolución cuantitativa* que llevó a la aparición de una *Nueva Geografía*, también llamada *Geografía Teórica* por su alto grado de abstracción, *Geografía Estadística* o *Macro Geografía*, aunque el término *Geografía Cuantitativa* sería el que perdurara.

Existe un rescate de los que fueron denominados *aportes clásicos* de esta tendencia a partir del modelo de localización agrícola de *H. Von Thünen* de 1826, el modelo de localización industrial de *A.*

Weber de 1909, el modelo de la estructura del espacio urbano en anillos concéntricos de E. W. Burgess de 1925, la teoría de los lugares centrales de W. Christaller de 1933, una ampliación de la teoría de los lugares centrales realizada por A. Lösch en 1939, el modelo de estructura del espacio urbano en sectores de H. Hoyt en 1939 y en núcleos múltiples de Harris y Ullman en 1945. Existe una ampliación que supera la geometría rígida con bases numéricas analíticas a partir de la *matriz de datos geográfica* propuesta por B.J.L. Berry en 1964 como sistema organizativo de datos espaciales con posibilidades de trabajarlos en perspectivas regionales, generales y temporales.

La *matriz de datos geográfica* ha sido fundamental para el desarrollo de las aplicaciones cuantitativas a lo largo de todo el período analizado.

## Fundamentos iniciales

En esta primera etapa de veinte años de duración (1953-1973) se han formulado seis características principales para los estudios geográficos a partir de la cuantificación:

**1. El abordaje geográfico es principalmente espacial.** Para la *Geografía Cuantitativa* no existe posibilidad de realizar estudios geográficos sin base en el espacio geográfico, este abordaje distingue al punto de vista geográfico de otros puntos de vista y realzaría una clara demarcación científica.

**2. La región se construye.** Para la *Geografía Cuantitativa* la región no es previa a la racionalidad del investigador, la delimitación de espacios sobre la superficie surgirá en base a los objetivos y marco teórico de la investigación.

**3. La metodología de construcción regional es cuantitativa.** A diferencia de una construcción regional por superposición de mapas (*construcción cualitativa clásica*) la *Geografía Cuantitativa* define espacios a través de métodos matemáticos. Como diversas ciencias utilizan las metodologías de análisis multivariado para clasificar sus objetos de estudio, en Geografía se utilizan para clasificar espacios, lo que llevado a un mapa genera el resultado del proceso de regionalización.

**4. Se busca la construcción de modelos.** Es una de las finalidades principales como ciencia *nomotética*, ya que atiende a las características espaciales generalizables. Los modelos espaciales son construcciones simplificadas de la realidad espacial que permiten comprenderla en sus rasgos fundamentales y también pueden actuar como una guía

para la planificación territorial. La realización de modelos permite tener una base firme para avanzar en la construcción y transmisión del conocimiento.

**5. Se destruye el excepcionalismo.** La Geografía no es una ciencia excepcional (clasificación de E. Kant) y no se debe abocar al estudio de aspectos únicos e irrepetibles. Como cualquier otra ciencia, la Geografía puede utilizar metodologías de mayor rigurosidad para estudiar aspectos espaciales como configuraciones generalizables y donde el investigador pondrá a prueba sus hipótesis y generará otras.

**6. Se producen capacidades interdisciplinarias.** El poder estandarizar el pensamiento y la acción al lenguaje matemático le brindaría la posibilidad de tomar un lenguaje común a otras ciencias con lo cual le brindaría una mayor capacidad interdisciplinaria en un intercambio basado en el trabajo de aplicación concreto.

**7. Se obtiene un mayor nivel de objetividad.** En ningún momento se considera que la investigación científica sea objetiva ya que intervienen constantes niveles de subjetividad a través de diferentes niveles decisionales del investigador. Sin embargo, se considera que se avanza en el nivel de objetividad al brindar abiertamente los métodos y procedimientos seguidos en la construcción de conocimientos, es decir, que cualquier investigador podrá reproducir los procedimientos seguidos y obtener los mismos resultados.

## Cuestionamientos del paradigma crítico

Las críticas más importantes al cuantitativismo en Geografía surgen de nuevos paradigmas apoyados por situaciones contextuales de severas críticas al sistema capitalista internacional en cuanto a su accionar tendiente a la generación de fuertes desigualdades sociales y la dominación de espacios en una actitud imperialista. Estas bases producen, en los países centrales, un resurgimiento del socialismo y lo que se denominó una *radicalización de las ciencias*.

Las críticas a la *Geografía Cuantitativa* a inicios de la década del setenta brindaría la aparición de la denominadas *Geografías Radicales* en dos vertientes: *Geografía Crítica* apoyada en la teoría económica marxista y *Geografía Humanista* apoyada en los estudios de la percepción individual. Ambas igualmente opuestas de forma radical al cuantitativismo.

La *Geografía Crítica* se presenta a favor de una Geografía que tenga utilidad para la transformación

de la realidad social y a partir de conceptualizar el impacto de la crisis generalizada del sistema capitalista, primero en su versión estructuralista y luego en su versión centrada en la lucha de clases, intenta contribuir a la eliminación del orden establecido. En este sentido, la *Geografía Cuantitativa* es criticada por su falta de compromiso y porque sus estudios, de poca relevancia social, sirve para hacer perpetuar el sistema y al mismo tiempo mantener el *status quo*.

Los estudios basados en el paradigma crítico apuntan a la relación que existe entre la Geografía y la dominación de clases sociales a partir de las pautas superestructurales impuestas por la sociedad capitalista, por lo tanto las formas particulares que toman estas relaciones comienzan a ser estudiadas tomando trabajos realizados en otras disciplinas sociales como la Economía, Filosofía y Sociología.

Las desigualdades sociales generan desigualdades espaciales, la diferente posibilidad de acumulación de capital se presenta a nivel social y espacial, y estas diferencias se amplían constantemente. Por lo tanto, el foco de análisis se pone en problemáticas sociales que se consideran urgentes y que la *Geografía Cuantitativa* se encontraba imposibilitada de abordar: el espacio de la pobreza, la delincuencia, la discriminación por clase y cultura, la marginalidad social, la vulnerabilidad social, el desempleo, la prostitución, el tráfico de armas y drogas, entre otros aspectos. Un territorio de múltiples dimensiones que actúa considerando variables ligadas por la estructura económica (principal estructura desde la teoría marxista) generando cada vez mayores desigualdades, que desde la perspectiva cuantificadora era imposible de resolver.

### Reafirmación temática

Esta etapa caracterizada por fuertes críticas al cuantitativismo a partir de dos posturas radicalmente opuestas, pero principalmente impulsada por la *Geografía Crítica* genera una serie de respuestas que llevan a la reafirmación temática:

1. **Sobre los cambios paradigmáticos.** El modelo de *T. Kuhn* da cuenta de la sucesión de perspectivas dentro de una ciencia para el análisis de la realidad. En Geografía los cambios paradigmáticos se produjeron en una periodicidad de 20-25 años, pero nunca un paradigma desplazó por completo al anterior. Como la *Geografía Cuantitativa* no reemplazó a la *Geografía Regional* tampoco ella fue reemplazada por la *Geografía Crítica*.

2. **Sobre el monismo metodológico.** La incorporación de técnicas cuantitativas en Geografía no necesariamente hace que los abordajes geográficos deban ser realizados bajo los cánones de las ciencias experimentales. Se considera que las ciencias son principalmente observacionales y como tal la cuantificación resulta ser una forma de aproximación a la realidad y búsqueda de conocimientos.

3. **Sobre las temáticas incorporadas.** La *Geografía Cuantitativa* realiza análisis y busca soluciones en un nivel espacial. Muchas temáticas de desigualdades sociales no se encuentran en este nivel y por lo tanto están fuera de sus horizontes. Ninguna ciencia intenta explicarlo todo, sino recortes temáticos específicos.

4. **Sobre la esencia y la apariencia.** No es interés de la Geografía Cuantitativa realizar abordajes ontológicos y deja ese nivel para la Filosofía, quien se encargaría de estudiar las primeras causas en el orden del ser y las últimas en el orden del conocer. La búsqueda de la esencia espacial en la mayoría de las veces se contraponen al nivel empírico necesario para intentar dar respuestas a problemas socioespaciales específicos. La *Geografía Cuantitativa* tiende a la búsqueda de soluciones concretas.

5. **Sobre el nivel de abstracción.** La *Geografía Cuantitativa* puede considerarse generadora de conocimientos abstractos, pero esto no la separa del nivel empírico, sino que ese grado de abstracción busca como finalidad altos niveles de concreción.

6. **Sobre la relevancia.** La *Geografía Humana* puede formularse múltiples preguntas sobre la compleja realidad. Las preguntas que se realiza la *Geografía Cuantitativa* son básicamente de orden espacial, tendientes hacia la gestión y planificación territorial. El sistema que persigue no es ayudar al cambio del sistema político, sino trabajar dentro del sistema para colaborar en el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

7. **Sobre los alcances.** Los estudios realizados desde la *Geografía Cuantitativa* no son completos, así como tampoco son completos los estudios realizados desde otras perspectivas paradigmáticas. Ningún paradigma es el mejor, el más actual y el de mayor relevancia, adherir a uno u otro permite definir las preguntas a responder y las formas específicas de buscar el conocimiento para lograr soluciones.

### La Geografía automatizada

El primer Sistema de Información Geográfica fue el *Canadian Geographical Information System* (CGIS) de 1964. Muchas reflexiones aparecieron du-

rante las siguientes dos décadas motivadas por el impacto de las tecnologías digitales en la Geografía como ciencia, sin embargo fue *J.E. Dobson* en 1983 quien propone el nacimiento de una nueva especialidad, la *Geografía Automatizada* y con ello iniciaría una década de debates.

El aporte de *J.E. Dobson* surge como resultado de su reflexión acerca de los importantes avances experimentados en materia computacional que han permitido automatizar la mayoría de los métodos utilizados para la resolución de problemáticas geográficas. Con este argumento presenta el surgimiento de la Geografía Automatizada como campo de aplicación eminentemente técnico que lo presenta como ventajoso respecto de los métodos de trabajo tradicional. Aunque vislumbra dos peligros: (a) la posibilidad de pérdida de rigor teórico -empañado por el alto potencial técnico-, y (b) la limitación que puede surgir al tener que orientar una investigación hacia procedimientos fácilmente automatizables.

Al inicio de la década del ochenta los componentes técnicos de la *Geografía Automatizada* (Cartografía Computacional, Computación Gráfica, Procesamiento Digital de Imágenes de Sensores Remotos, Modelos Digitales de Elevación y Sistemas de Información Geográfica) se utilizaban de forma independiente, pero transcurridas dos décadas se ha definido su integración bajo el concepto de *Geoinformática* y su núcleo formado por los *Sistemas de Información Geográfica*.

El texto de *J.E. Dobson* inició un amplio debate. Del total de opiniones analizadas por Buzai en 1999 rescatamos los aportes que también en 1983 realizan *R.G. Cromley* quien apunta hacia los aspectos teóricos que adquieren relevancia para que exista una importante falta de neutralidad ideológica en la aplicación de estos sistemas, *M. Monomnier* al vislumbrar un mayor capacidad interdisciplinaria para el geógrafo y *J.L. Morrison* quien considera que la nueva situación representa una excelente oportunidad para que la Geografía ocupe un lugar destacado en el contexto de las ciencias.

Una década más tarde se retoma el debate con los protagonistas iniciales (publicado completamente en *The Professional Geographer*, volumen 45, número 4) a través de un *Open Forum* titulado *Automated Geography in 1993*. Cabe destacar en este punto que *J.E. Dobson* reafirma su postura mencionando que se vislumbra la integración tecnológica a partir de la fuerza innovadora de los Sistemas de Información Geográfica y avanza teóricamente al considerar que su correcto uso se aseguraría mediante el apoyo conceptual de lo que *M. Goodchild* en 1992 definió

como *Ciencias de la Información Geográfica (GIScience)*.

Aunque el impacto geotecnológico se ha visto principalmente como *revolución tecnológica* cada vez se presta más atención a su capacidad para una *revolución científica* principalmente apoyada por la perspectiva espacial que llega a diferentes ciencias y a la educación en general. Tomando la teoría de las inteligencias múltiples propuesta por *H. Gardner* se verifica que la *inteligencia espacial* comienza a ocupar un lugar de importancia junto a la *inteligencia lingüística* y la *inteligencia lógica-matemática* que tradicionalmente privilegió la enseñanza.

### Fundamentos de ampliación digital

La *Geografía Automatizada* revaloriza el cuantitativismo en los estudios de análisis espacial y amplía sus posibilidades, tanto como para generar un impacto de la perspectiva espacial en las más diversas ciencias como para difundir mundialmente sus resultados a través del ciberespacio.

En este marco, la ampliación de fundamentos contempla los siguientes puntos:

1. **Sobre la revalorización del espacio.** La perspectiva crítica perdió el sustento espacial y las posturas postmodernas intentan una actual *revalorización* dentro del campo más amplio de las ciencias sociales. La *Geografía Cuantitativa* nunca dejó de valorizar el espacio como dimensión de análisis central, por lo que en todo caso dentro de esta perspectiva existiría una *reafirmación* y no una revalorización.

2. **Sobre un nuevo paradigma.** De acuerdo a los ciclos de evolución del pensamiento geográfico durante el siglo veinte, podríamos decir que estamos temporalmente ubicados en momentos de aparición de nuevos paradigmas. La *Geografía Automatizada* no es un nuevo paradigma de la Geografía sino que representa una revalorización de la *Geografía Cuantitativa* ante el nuevo ambiente digital.

3. **Definición de ciclos.** Tomando las ondas largas de *N. Kondratieff* (ciclos de 50 años) el positivismo estaría cumpliendo su tercera fase en la Geografía: Positivismo geográfico (a) ligado a la Biología evolucionista a finales de siglo diecinueve, (b) ligado a la lógica-matemática a mediados del siglo veinte, y (c) ligado a la Informática de finales de siglo veinte y principios del veintiuno.

4. **Sobre la explosión disciplinaria.** Surge tomando las dos olas extremas de desarrollo positivista an-

teriores (ciclos de 100 años) surge: (a) a finales del siglo diecinueve la Geografía brinda objetos de estudio a campos específicos explotando en muchos fragmentos y quedando definida como ciencia humana, (b) a finales del siglo veinte a través de la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica la Geografía brinda visiones y perspectivas espaciales al resto de las ciencias. A través de los sistemas computacionales se trasladan saberes teórico-metodológicos de a Geografía al resto de las ciencias.

**5. Visión espacial global.** Desde las diversas ciencias las visiones espaciales incorporadas en los medios computacionales llegan paulatinamente a la sociedad a través de los diferentes servicios de información. De esta manera, muchos conceptos de base geográfica aparecen utilizados en diferentes contextos (Ej.: *mapa del genoma humano, atlas del cerebro, mapas conceptuales, entre otros*). Aspecto relacionado con el desarrollo de la *inteligencia espacial*.

**6. Sobre la incorporación del Ciberespacio.** El nuevo espacio electrónico que se encuentra entre las pantallas de las computadoras también brindan la posibilidad de realización de estudios espaciales desde diferentes perspectivas. La Geografía Cuantitativa aporta mediciones a esta nueva dimensión a través de estudios globales en el ámbito de la Cibergeografía o de las mismas posibilidades en computadoras personales y servicios remotos a través del SIG en línea (*GIS On-line*).

### Nuevas perspectivas científicas

La *Geografía Automatizada* representa un marco de investigación geográfica basado en el conjunto de *software* componente de la *Geoinformática*. Sin embargo el impacto ha sido muy importante en un nivel interdisciplinario, y verificando la relación que la Geografía establece con otras ciencias a partir de las tecnologías digitales han aparecido dos nuevos campos de aplicación.

Los gIS (*Geographic Information Systems*) pasaron a ser Gis (*Geographic Information Science*) intentando darle mayor sustento a la base teórica de la tecnología, desde un privilegio en los sistemas de información (*IS*) hacia un privilegio geográfico (*G*). Lentamente, a partir de los trabajos realizados por el *National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA)-University of California Santa Barbara (UCSB)* las ciencias que intentan aplicar metodologías geográficas comienzan a considerar que los gIS como tecnología pueden ser aprovecha-

dos en su verdadera potencialidad y sus resultados pueden ser correctamente interpretados sólo si se le presta mayor atención a la *G*, es decir, a los conceptos geográficos en los que se basan estos desarrollos, principalmente el racionalismo y el cuantitativismo.

Queda claro que en la vertiente de las *Ciencias de la Información Geográfica* se encuentra muy fuertemente ubicada la impronta tecnológica en la relación de conceptos teóricos, algoritmos matemáticos, programas informáticos y el uso de computadoras para la mejor utilización de la información referenciada espacialmente.

El segundo importante surgimiento corresponde a la aparición de una *Ciencia Social Integrada Espacialmente (SISS)* a partir de los trabajos realizados en el *Center for Spatially Integrated Social Sciences (CSISS)-University of Illinois Urbana-Champaign (UIUC)*, un avance de la perspectiva anterior estrictamente hacia el campo de la teoría. A diferencia de una ciencia social centrada en la *Sociología* este nuevo marco muestra la necesidad de centrarse en el *Espacio*.

Esta segunda línea de desarrollo transdisciplinario surge de los avances actuales del cuantitativismo, principalmente en cuanto a la sistematización de nuevas metodologías de análisis local y de las posibilidades de análisis de patrones espaciales que se encuentran entre el orden estricto (determinismo) y el caos (indeterminismo). Las posibilidades de lograr modelados más reales en diferentes escalas permite llegar a conseguir avances atractivos para muchas disciplinas sociales que, en ciertos estudios, necesitan sobrepasar el nivel discursivo con la finalidad de medir concretamente la realidad.

Como se ve en ambos casos, la posición que asume la Geografía depende del hecho de centrarse en la perspectiva espacial, la diferenciación de áreas como marco de la ciencia aplicada y de un correcto uso teórico-metodológico de los avances tecnológicos.

### Los caminos cuantitativos en Geografía

Desde la aparición de la Geografía como ciencia humana hasta la actualidad se ha recorrido un camino que lleva poco más de un siglo. De acuerdo al análisis realizado desde la *revolución cuantitativa* quedan claramente delineadas tres etapas que llevan a la definición de sus fundamentos, una reafirmación temática y la ampliación de sus fundamentos a partir de las tecnologías digitales.

Resulta evidente que la perspectiva cuantitativa ha apoyado el pensamiento geográfico en el marco de una *ciencia aplicada* por espacio de medio siglo y actualmente vive un período de esplendor a través del uso de las actuales tecnologías geoinformáticas que han quedado integradas a través de la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica.

Se verifica un tan alto impacto disciplinario que J.E. Dobson ha vislumbrado la aparición de una *Geografía Automatizada*, camino inicial de lo que posteriormente hemos definido en 1999 como *Geografía Global* cuando la Geografía a través de los sistemas informáticos traslada visiones espaciales en un

importante alcance interdisciplinario. Finalmente este alcance ha generado intentos de definición transdisciplinaria también a finales del siglo veinte, en las *Ciencias de la Información Geográfica* y las *Ciencias Sociales Integradas Espacialmente*.

La etapa en la producción de conocimientos que debe transitarse a partir de este momento es sumamente interesante ya que vislumbramos el afianzamiento de una Geografía basada en aplicaciones concretas e interactuando con otras ciencias con un lenguaje de valoración hacia la *componente espacial* y con el objetivo conjunto de aportar conocimientos para mejorar la calidad de vida de los habitantes de las áreas de estudio abordadas.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

*El siguiente listado corresponde a los textos recomendados en los cuales se han desarrollado muchos de los puntos vinculados a las líneas de investigación presentadas en el artículo:*

- BOSQUE SENDRA, 1997. La Ciencia de la Información Geográfica y la Geografía. *VII Encuentro de Geógrafos de América Latina*. San Juan de Puerto Rico.
- BOSQUE, SENDRA, 2004. Espacio geográfico y Ciencias Sociales. Nuevas propuestas para el estudio del territorio. *Investigaciones Regionales*. Asociación Española de Ciencia Regional. Madrid.
- BUZAI, G.D. 1999. Geografía Global. Lugar Editorial. Buenos Aires.
- BUZAI, G.D. 2005. Georreferenciando la Geografía del Siglo XXI. *Huellas*. 10. Instituto de Geografía de la Universidad Nacional de La Pampa. Santa Rosa.
- HALL, P. y P. PRESTON. 1990. La ola portadora. Nuevas tecnologías de la información y geografía de las innovaciones 1846-2003. FUNDESCO. Madrid.
- PICKLES, J. (ed.) 1995. Ground Truth. The Social Implications of Geographic Information Systems. Guilford Press. New York. (Artículos de M. Goodchild; J. Goss; R.J. Johnston; J. Pickles and P. Taylor)
- The Professional Geographer. 1983. Vol. 35. (Artículos de R.G. Cromley; J.E. Dobson; A. Kellerman; D. Marble; H. Moellering; D. Peuquet; T. Poike and F. Stetzer).
- The Professional Geographer. 1993. Vol. 45. (Artículos de J. Armstrong; J.E. Dobson; M. Goodchild; D. Marble; D. Peuquet and E. Sheppard).
- TOUDERT, D. y G.D. BUZAI. 2004. Cibergeografía. Tecnología de la información y las comunicaciones (TIC) en las nuevas visiones espacial. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali.

# MODELO DISCRIMINANTE PARA LA CLASIFICACIÓN DE UNIDADES DE TIERRA SOBRE LA BASE DE SU CONFIGURACIÓN ESPACIAL

Silvia D. Matteucci<sup>1</sup> y Mariana Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Investigadora de CONICET-GEPAMA, FADU, UBA. smatt@gepama.com.ar

<sup>2</sup>Becaria, GEPAMA, FADU, UBA marianasilva@gepama.com.ar

## RESUMEN

El uso de índices de paisaje se ha popularizado; sin embargo, existen dudas acerca de su significado ecológico, aplicabilidad, redundancia y sensibilidad. Una de las críticas es que son redundantes. El descarte de las métricas con dicho argumento es impropio, ya que difieren en su sensibilidad a variables independientes. Se presenta un método que combina la tecnología SIG con el análisis multivariado para seleccionar las métricas según su capacidad de discriminación y generar un modelo predictivo para la clasificación de casos nuevos. El análisis discriminante redujo la cantidad de variables de 48 a 14. El modelo obtenido tiene un error medio de clasificación de 18%. Se discuten las aplicaciones y limitaciones de los índices de paisaje y del método discriminante.

## Introducción

El trabajo que se presenta es parte de un proyecto financiado por FONCyT cuyo objetivo es hallar modelos de asociación entre el patrón espacial y los procesos naturales y sociales en los 81 partidos de la Pampa Ondulada y de la costa de la Pampa Deprimida, provincia de Buenos Aires. El primer paso es, por lo tanto, desarrollar técnicas para describir la configuración espacial del área de estudio y facilitar su clasificación. El contenido de los elementos del mosaico no es suficiente para regionalizar un área heterogénea en cuanto al grado de artificialización mediante análisis de imágenes satelitales, porque los parches de vegetación natural se confunden con aquellos de cultivos en su período activo. Sin embargo, las categorías pueden distinguirse por su forma, tamaño, tipo de borde y relación con parches de otros tipos; esto es, por el patrón espacial del mosaico.

Una de las herramientas para describir el patrón se basa sobre el cálculo de las medidas de configuración (métricas), también llamadas índices de paisaje, que cuantifican las relaciones espaciales de y entre los elementos del mosaico (Matteucci, 1998; 2004). No existe acuerdo respecto a cuáles de las medidas de configuración reflejan mejor las funciones o procesos, ni cuántas deben incluirse en las

descripciones y análisis. Se ha informado que muchos de los índices están correlacionados entre sí y por lo tanto son redundantes. Sin embargo, no creemos conveniente descartarlos de antemano porque algunos pueden ser más sensibles que otros a variaciones en factores independientes.

En este trabajo presentamos un método estadístico multivariado que permite seleccionar aquellas variables que más efectivamente discriminan unidades territoriales en una región extensa y heterogénea en cuanto a los usos de la tierra. En esta etapa, las métricas no se emplean para proponer hipótesis referentes a asociaciones patrón-procesos, sino como caracteres morfológicos para la clasificación de unidades de tierra.

## MÉTODOS

### Construcción del Mapa de Sistema

A partir de las 9 imágenes satelitales Landsat 7 ETM<sup>1</sup> que cubren el área de estudio, se subdividió el territorio en unidades relativamente homogéneas en cuanto tamaño, forma, emplazamiento, disposi-

<sup>1</sup>Agradecemos a la Comisión Nacional de Actividades Espaciales por la donación de las imágenes al proyecto.

ción y asociación de los elementos del mosaico. La subdivisión se hizo por digitalización manual en pantalla, en el ArcView 3.2, con apoyo en la información contenida en la capas temáticas de Instituto Geográfico Militar<sup>2</sup>. Se usó como fondo las imágenes AVR compuestas natural (bandas 1,2,3) y falso color (bandas 3,4,5).

### Construcción del Mapa categórico de NDVI

Se realizó una clasificación automática del área de estudio sobre la base del NDVI (índice de vegetación normalizado diferencial), calculado con el módulo Image Analysis del ArcView sobre cada una de las 9 imágenes por separado, manteniendo el tamaño de píxel de la imagen original. Se eligió el NDVI como criterio de clasificación porque permite segregar las áreas naturales de las construidas. El índice varía entre 1 y -1; los valores negativos indican ausencia de actividad fotosintética. La imagen NDVI se clasificó en 6 categorías y luego se reclasificó en 3: sin vegetación (urbano, infraestructura impermeabilizante, cuerpos de agua); vegetación baja abierta y vegetación densa. Mediante las funciones «Mosaic» e «Intersect Grids» usando una máscara con la forma del sistema, se obtuvo un mapa en formato raster del NDVI de cada uno de los sistemas.

### Obtención de la muestra y cálculo de las medidas de configuración

Mediante la función MakeHex del Patch Analyst (Rempel *et al.*, 1998) se distribuyeron unidades muestrales hexagonales de 10.000 ha cada una en cada sistema en una cantidad proporcional a su extensión y considerando su heterogeneidad interna. Se eligió este tamaño de unidad muestral porque es la mínima unidad en que se representa el patrón del sistema a la escala de análisis. El cálculo de las medidas de configuración se hizo para cada hexágono con el módulo Patch Analyst. Se calcularon 19 medidas al nivel de mosaico (landscape): cantidad de parches (equivalente a polígonos en el mapa); densidad de parches; tres estadísticos del tamaño de parches (media; coeficiente de variación y desviación estándar); longitud total de borde; densidad de borde; media del índice de forma de los parches; media del índice de forma ponderado por el área de los parches; media de la dimensión fractal de los par-

ches; media de la dimensión fractal ponderada por el área; índice de entremezclado; índice de diversidad de Shannon; índice de parche máximo; índice de forma del paisaje; índice de equidad de Shannon; índice de diversidad de Simpson modificado; índice de equidad de Simpson e índice de equidad de Simpson modificado. Al nivel de clase se calcularon 12 índices: extensión de la clase (categoría de cobertura), densidad de parches; tres estadísticos del tamaño parches (media; coeficiente de variación y desviación estándar); densidad de bordes; media del índice de forma; media del índice de forma ponderado por el área; media de la dimensión fractal; media de la dimensión fractal ponderada por el área; media de la distancia al vecino más cercano y media del índice de aislamiento. Las ecuaciones, valores extremos y significado de cada índice pueden encontrarse en el manual del programa Fragstats (MacGarigal y Marks, 1994; MacGarigal *et al.*, 2002).

### Tratamiento de los datos

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa InfoStat (2004). Cada una de las dos series de medidas de configuración (mosaico y clase) se sometieron a análisis de varianza univariado y prueba HSD de Tukey para número desigual de unidades muestrales. Se descartaron las variables (medidas de configuración) cuyo F no resultó significativo a  $p < 0,05$  ya que esto indica que los sistemas no muestran diferencias significativas con respecto a estas variables (las variables no tienen capacidad de diferenciar los sistemas).

Las medidas restantes fueron sometidas a un análisis multivariado discriminante, el cual se aplica sólo a variables numéricas y permite: 1) discriminar casos entre grupos nominales (los sistemas en nuestro caso) definidos *a priori* (esto es, la variable dependiente es nominal y las independientes son métricas); 2) maximizar las diferencias entre grupos en un espacio bi- o multidimensional; 3) asignar casos nuevos a los sistemas con las funciones canónicas calculadas; 4) determinar cuáles son las variables de mayor efecto en la función canónica. Este último punto es importante porque permite ir reduciendo la cantidad de variables a incluir en la función canónica y seleccionar las que serán las que discriminan mejor entre sistemas; esto es, las que producen un error de clasificación aproximado a cero; un error igual a 0 indica que ninguno de los casos es mal asignado a un grupo.

<sup>2</sup>Agradecemos a la División SIG del Instituto Geográfico Militar la provisión de las capas temáticas digitalizadas del área de estudio.

## RESULTADOS

La región fue dividida en 5 sistemas caracterizados por la actividad predominante y la topografía. Los sistemas son: 1) Agrícola; 2) Ganadero; 3) Zona de derrame; 4) Natural y Seminatural; 5) Urbano-Industrial. Corresponden a un gradiente de artificialización creciente en la secuencia: Natural, Ganadero, Derrame, Agrícola, Urbano. Esta es la clasificación *a priori*, que queremos corroborar con los análisis estadísticos univariados de los índices de configuración.

Los 19 índices calculados al nivel de mosaico tienen poder de discriminación (el ANOVA da diferencias significativas entre sistemas para todos los índices), pero ninguno separa los 5 sistemas entre sí. Por ejemplo, el sistema 3 (de derrame) es el que tiene mayor densidad de parches y este valor es significativamente diferente del de los sistemas 1, 2 y 4. El valor menor de densidad de parches corresponde al sistema natural y este valor es significativamente diferente del de los sistemas 2 y 3. El tamaño medio de los parches tiene el valor más alto (42,7 ha) en el sistema 4 (natural) y el menor (22,7 ha) en el sistema 3 (derrame). Los demás sistemas (1: agrícola; 2: ganadero y 5: urbano) tienen valores no significativamente diferentes de tamaño promedio de parche (30,6; 29,5 y 30,1 ha). Las medidas de diversidad: índices de Diversidad de Shannon y de Simpson; índices de Equidad de Shannon y de Simpson e índices de Diversidad y de Equidad de Simpson Modificados dan iguales resultados. Con cualquiera de ellos, el valor máximo corresponde al sistema 1 y el mínimo al 4. Todos ellos separan los sistemas 1 y 3 de los sistemas 4 y 5.

### Descripción de los Sistemas

De acuerdo a estos resultados, los sistemas pueden caracterizarse sobre la base de conjuntos de variables. Para las descripciones se consideran válidas las diferencias que resultan significativas con  $p < 0,05$ .

**Sistema 1.** Agrícola (39 unidades muestrales). Comprende las tierras cultivadas ubicadas en los interfluvios de la Pampa Ondulada. En la imagen se reconoce por la presencia dominante de parcelado muy regular, con los campos en diversos estados fenológicos del cultivo. El territorio se distribuye por partes iguales en las tres clases identificadas mediante en NDVI: suelo desnudo, vegetación abierta y vegetación densa. Se diferencia de los otros sistemas por tener los valores máximos de índice de forma promedio y de dimensión fractal promedio; lo cual muestra la tendencia a la irregularidad de los par-

ches de mayor tamaño. El coeficiente de variación del tamaño de los parches es mínimo, indicando una relativa homogeneidad en la extensión de los parches. Los valores de diversidad son máximos para el sistema 1; esto es atribuible a la distribución equitativa de los parches en las clases, ya que el otro componente del índice de diversidad, la riqueza, es la misma en todos los sistemas.

**Sistema 2.** Ganadero (35 unidades muestrales). Se reconoce en la imagen por la predominancia de parcelas muy extensas, principalmente en la Pampa Deprimida. No hay ninguna medida de configuración del mosaico que separe claramente a este Sistema del resto. Se distingue de los Sistemas 1 y 3 por tener valores inferiores de los índices de diversidad y valores altos del índice de parche máximo, indicando que los parches no se distribuyen equitativamente en las categorías (alguna predomina) y que existe algún tipo de parche de mayor tamaño que en los demás sistemas. Este sistema se segrega de los demás por las características estructurales de los parches de vegetación densa, los cuales se encuentran aislados, distantes entre sí y presentan tamaños muy variados.

**Sistema 3.** Zona de Derrame (25 unidades muestrales). En este sistema predominan las zonas bajas de planicies de inundación de los ríos y arroyos y se encuentra en la porción más deprimida de la eco-región pampeana. En las porciones en que ha sido cultivada o parcelada para ganadería, los campos se ven barridos por el agua, de modo que no es un área natural y tampoco de vocación agrícola; hay muchas pequeñas lagunas temporarias. Se diferencia de los demás Sistemas por tener los valores mínimos de tamaño promedio de parche y máximo de densidad de parches, indicando un alto grado de fragmentación. Este sistema se separa de los demás por la mayor densidad de parches de tipo 1 (suelo desnudo); esto es de esperar porque en este sistema hay muchas lagunas y los cuerpos de agua se presentan sin vegetación en el cálculo del NDVI.

**Sistema 4.** Natural (14 unidades muestrales). Se ubica en porciones costeras donde aún predominan los ecosistemas de pajonales, juncales y bosques, especialmente en el delta. No es una área continua, sino que existen dos porciones, una en la costa fluvial del delta y la otra en la costa marina. Se separa de los demás sistemas por tener el valor mínimo del índice de entremezclado; único índice que separa claramente a este sistema. Presenta alta variación en los tamaños de parches, categorías distribuidas inequitativamente, y parches irregulares. El sistema natural se clasifica separadamente de los demás por propiedades de los parches de las tres clases

**Sistema 5. Urbano Industrial** (6 unidades muestrales). Es un sistema de escasa extensión y dividido en varios polígonos; esto es, es discontinuo. Predominan las tierras amanzanadas e impermeabilizadas. Aparece agrupado con el sistema 4 en la mayoría de los factores (índices), lo cual no es de extrañar por cuanto son los casos extremos de conversión de ecosistemas. Se segrega del resto por tener la mayor media y la menor desviación estándar del tamaño de parches sin vegetación, como era de esperar ya que comprende las zonas urbanas.

### El modelo discriminante

Las descripciones muestran la necesidad de encontrar el conjunto de variables que mejor clasifiquen las unidades muestrales en los sistemas. El análisis multivariado discriminante redujo la cantidad de métricas de 31 iniciales a 14. Las 14 variables seleccionadas cubren los aspectos más importantes de la configuración espacial: fragmentación, heterogeneidad de tamaños y formas de parches, cantidad y estructura de bordes, y conectividad estructural. La tabla de funciones discriminantes con datos estandarizados con varianzas comunes de-

mostró que la variable de mayor peso en las 4 funciones discriminantes es el índice de forma del mosaico. Le siguen la «Desviación Estándar del Tamaño de Parches» del mosaico en el eje 1, y la «Densidad de Bordes» de los parches de vegetación abierta y de los de vegetación densa en los ejes 2, 3 y 4. Las 14 variables se requieren para la clasificación de nuevos casos, ya que forman parte del modelo (funciones discriminantes).

La tabla de clasificación cruzada mostró que, con las 14 variables seleccionadas, el error de clasificación es cero; es decir, no hay ninguna unidad muestral mal asignada. Se requieren 4 ejes para explicar el total de la variación: el primer eje canónico explica el 58% de la variación; el segundo el 24%; el tercero el 12% y el cuarto el 6%.

Los gráficos de las observaciones multivariadas de las unidades muestrales en el espacio discriminante muestran que el primer par de ejes separa los sistemas 1, 2 y 3 que aparecen en los vértices de un triángulo y el 4 que queda en el centro en una posición intermedia entre los 3 primeros (Figura 1).

El par de ejes canónicos 1 y 4 separa el sistema 5 de los demás (Figura 2). Las elipses de confianza (región de confianza para el centroide de cada

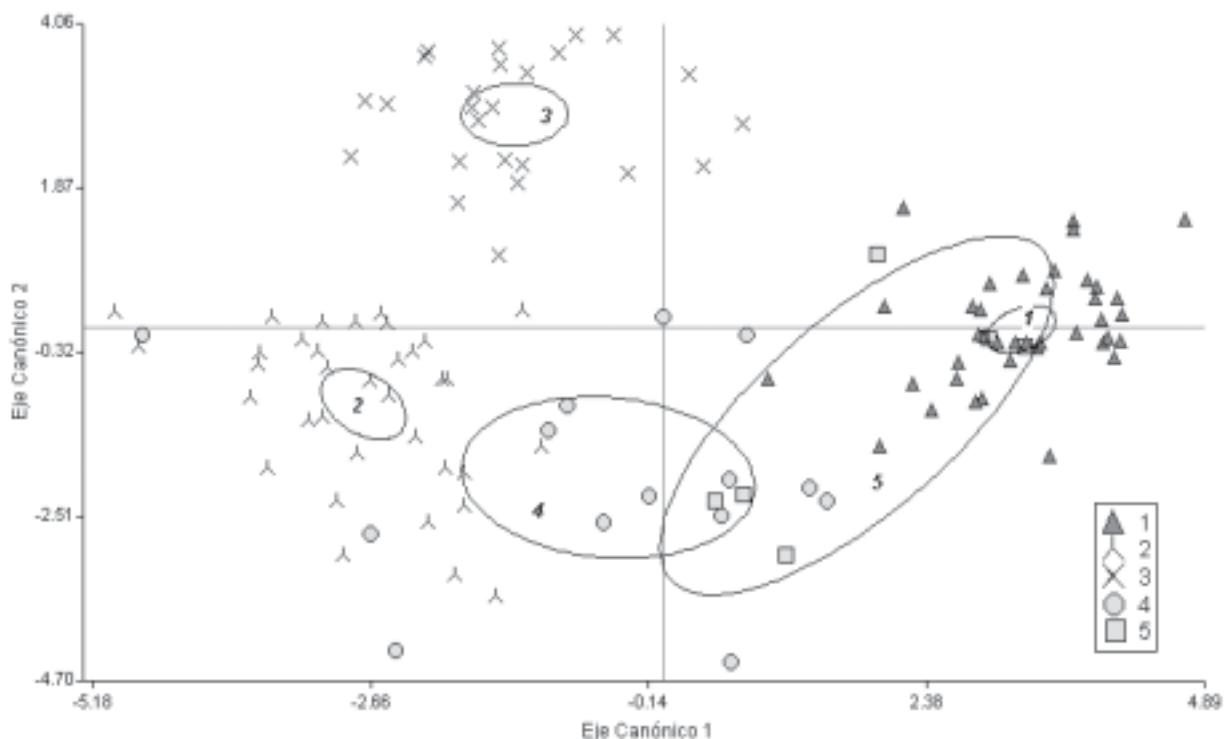


FIGURA 1. Gráfico de dispersión de las unidades muestrales en el primer par de Ejes Canónicos. Los números de la leyenda y las elipses corresponden a los sistemas antes descritos.

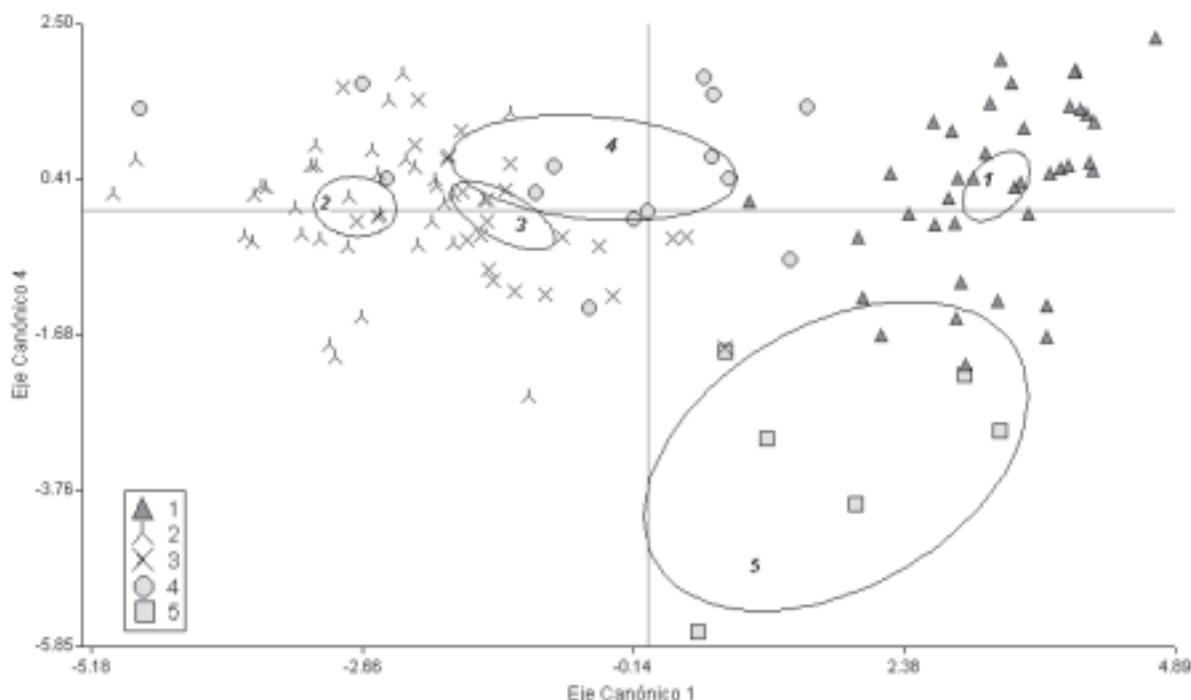


FIGURA 2. Gráfico de dispersión de las unidades muestrales en el par de Ejes Canónicos 1 y 4. Los números de la leyenda y las elipses corresponden a los sistemas antes descritos.

nube de unidades muestrales) se calcularon para  $p < 0,05$ .

Muestran la gran variabilidad del sistema 5, en parte por la baja cantidad de unidades muestrales. Los sistemas 1, 2 y 3 son los de menor variabilidad.

## Conclusiones

Las funciones discriminantes obtenidas permitirán la asignación de nuevos casos a alguno de los

sistemas, sobre la base de sólo 14 medidas de configuración. El modelo ha sido indirectamente validado mediante el procedimiento de eliminación de casos (unidades muestrales), demostrándose que el error de asignación se mantiene en 0 y que el modelo no cambia. Sin embargo, deberá ser validado con un conjunto de unidades muestrales independientes.

En el estudio posterior de las relaciones patrón-procesos, el modelo discriminante se utilizará para clasificar los partidos del área de estudio en términos de 14 variables de configuración espacial, independientemente del Sistema en que se encuentren.

## BIBLIOGRAFÍA

- INFOSTAT. 2004. InfoStat, versión 4. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina ([www.infostat.com.ar](http://www.infostat.com.ar))
- MATTEUCCI, SILVIA D. 1998. La cuantificación de la estructura del paisaje. *En*: S.D. Matteucci y G.D. Buzai (Eds.) *Sistemas Ambientales Complejos: Herramientas de Análisis Espacial*. EUDEBA, Buenos Aires. Pp. 271-291.
- MATTEUCCI, SILVIA D. 2004. Ponencia: Los índices de configuración del mosaico como herramienta para el estudio de las relaciones patrón-proceso. *Memorias del Primer Seminario Argentino de Geografía Cuantitativa: Avances conceptuales y metodológicos para una Geografía en acción; 1º SEMAGEC; Publicación Especial de Fronteras, GEPAMA-Planetario Galileo Galilei (ISSN 1667-3999)*
- MacGARIGAL, K. and B.J. MARKS. 1994. *Fragstats. Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure., version 2.0*. Oregon State University, Corvallis.
- MacGARIGAL, K.; S.A. CUSHMAN; M.C. NEEL and E. ENE. 2002. *FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps*. University of Massachusetts, Amherst. Manual disponible en el URL: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/documents/Metrics/Metrics%20TOC.htm>
- REMPEL, R.; A. CARR and P. ELKIE. 1998. *Patch Analyst 2.2*. <http://flash.lakeheadu.ca/~rempel/patch/download.html>

# "ANÁLISIS DE IMÁGENES SATELITALES Y APLICACIÓN DE ÍNDICES DEL PAISAJE EN EL ESTUDIO DE ESPACIOS VERDES DE LA CIUDAD DE ROSARIO, PROVINCIA DE SANTA FE"

Nora E. Mendoza

GEPAMA, FADU, UBA, mendoza@gepama.com.ar

## RESUMEN

Se presentan a continuación los resultados y conclusiones de la tesis "Análisis de imágenes satelitales y aplicación de índices del paisaje en el estudio de espacios verdes de la Ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe", realizado a partir del análisis en gabinete de una imagen satelital Landsat 7 ETM+ Path/Row 226/83. CONAE 2002 y visitas al área de estudio.

Se trata de un estudio diagnóstico sobre la estructura del paisaje, las coberturas y usos de la tierra en el municipio de Rosario, planteando como hipótesis que la forma de desarrollo de la ciudad, es independiente de la proximidad y contigüidad espacial que avanza provocando discontinuidades en la cobertura vegetal, lo que dificulta la conservación de hábitats. Se suma a ello que la planificación y organización del territorio no ha tenido en cuenta el funcionamiento y estructura de los ecosistemas locales, por lo que se produce una degradación de ecosistemas naturales y seminaturales. Consecuentemente, la cobertura predominante en el área no es la adecuada para la producción de servicios ambientales.

Luego de realizado el diagnóstico se brindan propuestas, que contemplan la normativa municipal, para incrementar la superficie y conectividad de espacios con cobertura vegetal, mediante un corredor verde que une fragmentos considerados de importancia para mantener y mejorar el funcionamiento de los ecosistemas del área y de la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

## Introducción

Ante el fenómeno de avance de las grandes ciudades sobre ecosistemas seminaturales de tierras de alta productividad de la Pampa Ondulada, surgió la necesidad de realizar un análisis sobre la estructura del periurbano de uno de los conglomerados más importantes de esta región, la ciudad de Rosario.

Su importancia en cuanto cantidad de habitantes, su amplia y compleja producción de bienes y servicios y sus características históricas, provocan modificaciones en el territorio que inciden en la estructura y funcionamiento del paisaje. Como señala (Romero *et al.* 2002): "La urbanización consiste en la remoción de las estructuras, funciones y cambios controlados por la naturaleza a procesos desencadenados por la sociedad...".

El trabajo de investigación se abocará fundamentalmente al estudio de la estructura del paisaje, teniendo en cuenta que la distribución de los componentes del paisaje influye en su funcionamiento y dinámica.

A partir del conocimiento del paisaje natural de la región donde se encuentra Rosario, de las modificaciones realizadas por el hombre a lo largo de la historia y de los condicionamientos que imponen uno y otro, se brindan pautas de intervención en el paisaje para diseñar una estructura que permita una mejora en el funcionamiento del mismo.

El área de estudio es la totalidad del municipio (alrededor de 200 km<sup>2</sup>), pero el esfuerzo de interpretación de coberturas y usos de la tierra se realizó en el área periurbana donde existe un mosaico

muy heterogéneo, donde persisten un gran número de elementos con cobertura vegetal.

### Definiciones adoptadas

Se consideró la superficie total del municipio como paisaje, definido como el conjunto de ecosistemas o tipos de usos de la tierra organizados en un patrón recurrente (Matteucci, 1998), de esta manera se puede considerar los espacios verdes insertos en la trama urbana, que se sumarán a los existentes en el área periurbana, ya que existen relaciones funcionales entre ambos espacios que deben ser preservados para el bienestar del ambiente y la sociedad. Se toma en cuenta la tendencia actual de proteger el funcionamiento integral del paisaje heterogéneo, con núcleos de protección, zonas periféricas y conexiones en red, incluyendo zonas semi-naturales y antropizadas (Dajoz, 2002).

El área periurbana es entendida como un ecotono ubicado entre el medio urbano y el rural/seminatural. Sus límites son poco precisos y posee una gran variedad de usos y coberturas de la tierra (parcelas agrícolas y hortícolas, countries, villas de emergencia, basurales, cavas, etc.) con una fuerte dinámica de transformación de uso de la tierra de rural a urbano (Bozzano, 1990). Este proceso de cambio en la organización espacial o estructura del paisaje de elementos naturales hacia artificiales provoca divisiones y aislamiento de ecosistemas. Este proceso se denomina fragmentación del paisaje y altera las funciones ecosistémicas (el flujo y movimiento de seres vivos, materia y energía), lo cual a su vez, influye en la estructura espacial.

Mediante el análisis de la cobertura, tamaño, forma, tipo de borde, composición específica, etc., de elementos componentes del paisaje (matriz, parche y corredor), se puede determinar el estado en que se encuentra el paisaje de manera de intervenir en la estructura y solucionar los problemas de aislamiento.

Existen ciertos conectores que por su ubicación son una pieza clave para el funcionamiento del paisaje, por ejemplo las riberas vegetadas de ríos y arroyos (controlan la erosión de la pendiente, el flujo de nutrientes y contaminantes del medio terrestre al acuático, las crecidas, regulan la temperatura del curso fluvial y oxigenan el agua), los fragmentos lineales como cortinas y cercos vivos, inclusive la vegetación que crece debajo de alambrados, las banquinas con césped y avenidas con árboles que pueden aumentar la biodiversidad en bordes de áreas agrícola-intensivas. También, pequeños parches que forman una malla de circulación llamadas pasaderas que actúan como conectores entre parches vegetados de mayor tamaño.

### Consecuencias sobre ecosistemas y población

Uno de los efectos de la fragmentación es el descenso de la biodiversidad y debemos destacar que ello se traduce en un ecosistema incompleto, con ausencia de componentes, que provoca un ambiente imposibilitado de llevar a cabo gran parte de los servicios ambientales (Matteucci, 2005). La disminución de los servicios del medio natural y seminatural en la "interfase" periurbana a causa del avance indiscriminado de la urbanización, perjudica no solo a los ecosistemas, si no también a la población que sufre un descenso en su calidad de vida.

Esta afirmación se basa en el concepto de servicios ambientales o funciones ecológicas, entendidos como procesos ecológicos que aún no son valorados económicamente y que son beneficiosos para la vida humana (Morello, 2000), por ejemplo, el ambiente como regulador y purificador del ciclo del agua y del aire; como formador y protector de suelos; como regulador del clima; como colector y transformador de nutrientes; productor y regulador biológico; como medio recreativo y educativo.

A partir de este desarrollo teórico nos propusimos como objetivos particulares identificar los elementos del paisaje y las coberturas y usos de la tierra, obteniendo su correspondencia; luego, obtener el grado de fragmentación del paisaje y teniendo en cuenta estos resultados analizar la posibilidad de establecer un "corredor verde" del Municipio produciendo la cartografía correspondiente.

### METODOLOGÍA

#### Procesamiento de imágenes satelitales

Una vez identificada el área de interés en la imagen satelital original, se realizaron los recortes pertinentes sobre las bandas 1; 2 y 3 (correspondientes al espectro visible) y 4; 5 y 7 (correspondientes al infra-rojo cercano y medio) y se mejoró su calidad visual mediante un aumento de contraste por nivelación de histogramas.

Una vez procesadas las imágenes, se inició la interpretación mediante dos vías complementarias: por un lado el análisis visual, de gran utilidad para el análisis de coberturas y uso de la tierra en zonas de gran heterogeneidad como las urbanas y por otro lado, el análisis digital para trabajar con gran número de datos: obtención de índices de fragmentación, riqueza relativa y diversidad de las coberturas (Chuvieco, 2003; Serafini, 2002) Asimismo, ambos resultan muy importantes para realizar el control mutuo

de la interpretación y deducción de tipos de cobertura y usos de la tierra.

Para la interpretación visual se optó por realizar un recorte espacial que abarcó una superficie de mayor dimensión que la correspondiente al área de estudio, lo que permitió apreciar los grandes mosaicos de paisaje y el relieve del terreno en su totalidad, facilitando la interpretación por asociación. No obstante, con el fin de concentrar esfuerzos en el área de estudio, se superpuso el límite de nuestra área de estudio (previamente digitalizado) y utilizamos principalmente la combinación de bandas 123 (AVR) o "Natural" y 234 (AVR) o "Falso Color Compuesto Estándar". La ventaja de la primera radica en que la imagen resultante es de apariencia similar a lo que percibe el ojo humano, por ello la asociación color-tipo de cobertura se realiza rápidamente y la segunda permite apreciar claramente las variaciones de vegetación y los límites entre suelo y agua, gracias a la incorporación de la banda 4 correspondiente al infra-rojo cercano. También fueron utilizadas otras composiciones como FCC 345; 354; 453, etc. En este caso la banda 5 (infra-rojo medio) permite apreciar diferencias dentro de la cobertura vegetal ya que capta la existencia de agua en la estructura interna de la hoja.

Para identificar las coberturas y usos de la tierra se utilizaron firmas espectrales típicas, cartografía a diferentes escalas y asociación por conocimiento de características históricas y naturales de la zona.

La interpretación visual se hizo al unísono con la digitalización obteniéndose la Tabla 1, donde además del número identificador de cada polígono digitalizado, el programa calcula el valor de la superficie y el perímetro, a lo que se le incorporó el tipo de cobertura de cada polígono. también se realizaron capas temáticas de las principales vías de comunicación y de los arroyos que atraviesan la ciudad para finalmente obtener mapas de coberturas y usos de la tierra, cada uno de ellos con 43 polígonos.

El siguiente paso fue realizar una reclasificación agrupando los 43 polígonos según sus coberturas y tipo de elemento del paisaje. Se obtuvieron dos mapas, uno de coberturas de la tierra de siete categorías (Fig. 1) y otro de elementos, con las tres categorías correspondientes a la estructura del paisaje (Fig. 2)

El análisis digital o "clasificación automática no supervisada" se realizó exclusivamente sobre un recorte del área de estudio. La clasificación utilizada consiste en que el programa identifica patrones típicos de reflectancia y sus resultados varían según las composiciones de bandas seleccionadas. Luego de un análisis sobre los diversos resultados, se eligió la clasificación sobre la combinación FCCS o 234 (AVR)

TABLA 1

**ROSARIO**

SUPERFICIE, COBERTURA y ELEMENTOS DEL PAISAJE

Nº Identificador del polígono	Superficie (ha)	Cobertura de la tierra	Elemento del paisaje*
1	469,12	1	2
2	351,56	2	2
3	560,56	1	2
4	97,64	2	2
5	328,35	2	2
6	1.752,42	1	2
7	394,98	3	2
8	1.920,8	1	2
9	169,97	2	2
10	23,21	1	2
11	267,12	4	2
12	171,18	6	2
13	62,52	2	2
14	18,80	2	2
15	596,58	1	2
16	216,3	4	2
17	194,19	4	3
18	122,85	4	2
19	58,72	2	2
20	137,96	2	2
21	5,8	3	2
22	63,72	6	3
23	11,1	7	2
24	138,06	6	2
25	831,39	3	2
26	349,56	2	2
27	86,94	4	3
28	58,62	6	2
29	370,87	5	3
30	38,31	2	2
31	36,71	4	3
32	44,02	4	3
33	59,52	1	2
34	13,2	1	2
35	80,53	1	2
36	41,21	1	2
37	143,06	2	2
38	9.505,56	6	1
39	211,79	3	3
40	94,04	6	3
41	20,7	3	3
42	49,12	3	3
43	29,51	3	2
<b>20.198,170</b>			

\*1 = matriz; 2 = parche; 3 = corredor

Rosario. Coberturas de la tierra.

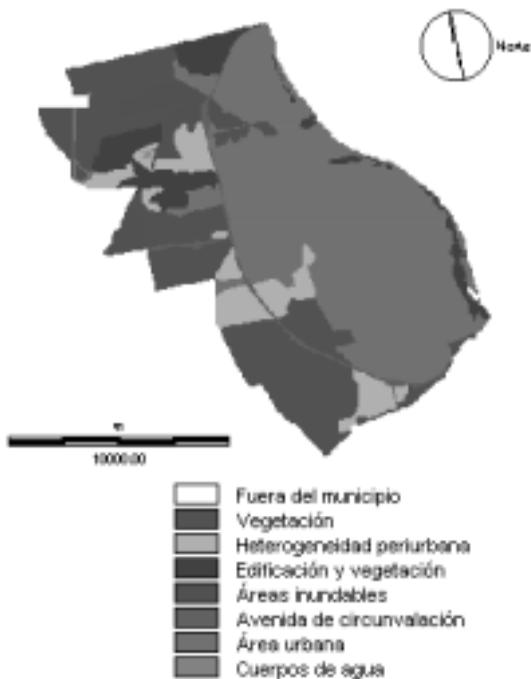


Fig. Nº 1

Rosario. Elementos del paisaje.

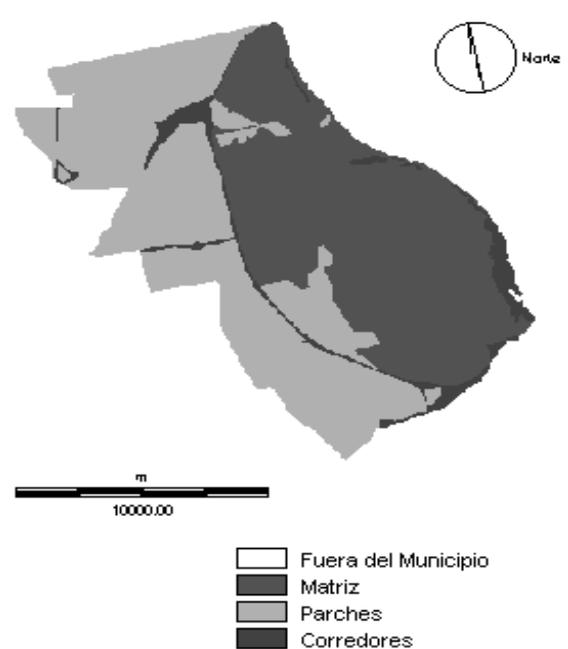


Fig. Nº 2

con un aumento de contraste de tipo lineal con puntos saturados al 5%. En cuanto a los resultados según el producto sea una clasificación de grano "grueso" o de grano "fino" se optó por la primera, ya que el número de categorías resultantes (7 clusters) se ajusta mejor a la escala del estudio.

La determinación de las coberturas correspondientes a cada cluster se realizó cotejando con los resultados de la interpretación visual y material bibliográfico.

Finalmente, se realizó un análisis comparativo entre clasificación automática y visual para controlar límites y distribución de diferentes coberturas, que luego fue cotejado a campo.

Sobre la clasificación automática se aplicaron los índices del paisaje (fragmentación, riqueza relativa y diversidad) mediante el uso de ventanas móviles de 7x7 que se desplazan por toda la imagen midiendo la variabilidad local en las clases; luego se interpretaron los valores de cada índice, generalizando en valores bajos, medios y altos, según el rango resultante de la fórmula matemática de los índices.

En el caso de la fragmentación, el patrón del paisaje que se observa en el mapa presenta pocos y pequeños sectores con valores nulos o cercanos a

cero fragmentación. Estos se ubican de manera aislada en la zona periférica del municipio, al Noroeste, en la zona de reserva agrícola.

Los valores bajos de fragmentación (0,01-0,02) se agrupan en dos polos: el más importante en el núcleo urbano, en la zona más densamente edificada; el otro, con superficies más pequeñas, en la zona de tierras de reserva agrícola, al Noroeste del municipio; también se encuentran sectores muy pequeños y aislados en los límites Oeste y Sudoeste del municipio.

Los valores medios-bajos (0,03-0,05) se encuentran rodeando las áreas de valores bajos, en un patrón extendido que tiende a unir los dos polos de valores bajos y a ocupar la zona costera Norte.

Los valores medios (0,06-0,08) conforman un amplio arco Norte-Sur que recorre el municipio, alcanzando el borde municipal por el Oeste, excepto al Noroeste, donde se encuentra una de las zonas de reserva agrícola. En menor medida los valores medios están representados en una angosta faja, a lo largo de la costa del río Paraná.

En este nivel de fragmentación se destacan por contraste sobre áreas no tan fragmentadas, vías de comunicación importantes como algunos tramos del

ex Ferrocarril Gral. Belgrano; de la Av. Córdoba y de la Av. de Circunvalación. Esta última señala en la zona Norte y centro un área fronteriza de cambio gradual de usos urbanos a periurbanos; es decir el nivel de fragmentación media coincide con las zonas donde los análisis visual, digital y de campo indican la presencia de coberturas y usos de la tierra que asociamos al área periurbana.

Los valores medios altos (0,09-0,010) en general, siguen el mismo patrón espacial que los medios.

Los valores altos de fragmentación (0,11-0,13) no tienen una representación destacada, salvo por ciertos sectores como el Parque Independencia (con los máximos valores), la zona del "Jockey Club" (centro-Oeste) y un sector del centro y S de la costanera del río Paraná y del arroyo Saladillo. Estos lugares se caracterizan por un uso recreativo, es decir con una gran variedad de componentes.

En cuanto a los valores de índice de riqueza relativa, siguen un patrón espacial similar al del índice de fragmentación, por lo que podríamos establecer cierto grado de relación directa entre valores altos, medios y bajos de ambos índices en nuestro paisaje urbano-periurbano

### Control de campo

Se estableció un itinerario surgido del análisis de imágenes, realizándose recorridos y observaciones generales del área y otras específicas en tres sitios de interés (Parque Sur; un vivero-reserva municipal y barranca del río Paraná) realizando censos para identificar características topográficas, tipo de vegetación, flora, uso del suelo, etc.

Comparando los tres censos, observamos que existe un stock de especies nativas de linaje vinculado con las eco-regiones "Paranaense" y del "Espinal", que se repiten en los tres sitios: espinillo (*Acacia caven*), ombú (*Phytolacca dioica*), jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*) y pezuña de vaca (*Bauhinia candicans*). Ombú, ceibo, espinillo y timbó son especies tropicales que llegan naturalmente al entorno de la ciudad de Santa Fe. Los tres primeros alcanzan Rosario y siguen hacia el Sudeste por el río Paraná y de la Plata hasta el Gran Buenos Aires y más al Sudeste

A partir del mapa de tipo de elementos y coberturas; la tabla que indica los tamaños de los polígonos, cartografía, los resultados de campo y las disposiciones municipales referidas al uso de la tierra (Ordenanza Nº 6492/97), se realizó un agrupamiento de polígonos según tipo de elemento del paisaje, contemplando su ubicación, uso de la tierra, superficie, borde y la categorización según el Código de

Planeamiento Municipal. De esta manera se obtuvo una exhaustiva caracterización de cada polígono, de la cual surgen los siguientes datos:

De la superficies total con alto predominio de cobertura vegetal (5.517,15 ha), alrededor del 21% queda sin protección.

De la totalidad de superficies con cobertura "Heterogeneidad periurbana" (1.756,45 ha) no se protege alrededor del 77%.

De la superficie total con cobertura mixta de "Edificación y vegetación" (1.261,68 ha) queda sin proteger alrededor del 66%.

De la superficie total de áreas bajas inundables (606,27 ha) no se protege alrededor del 36%.

A partir de la información recopilada, se seleccionaron los polígonos que por su ubicación, tamaño, cobertura, flora y topografía deberían incorporarse a la protección municipal (Fig. 3). Entre ellos, los tres sitios censados que jugarían el papel de pasaderas o escalones en un sistema de corredores para comunicar los pastizales de la Pampa Ondulada, particularmente sus humedales, con los cuerpos de agua de las islas que están frente al aglomerado urbano y que tienen aboengo de la eco-región Paranaense o Austrobrasileira.

En la Tabla 2, podemos observar las variaciones en la superficie de espacio verde por habitante, según su reconocimiento e incorporación por parte del Municipio y lo que se sumaría con los espacios con preponderancia de cobertura vegetal propuestos en este trabajo. Recordamos que la Organización Mundial de la Salud recomienda una superficie mínima por habitante de 10 m<sup>2</sup>.

Rosario. Espacios verdes protegidos y recomendados.

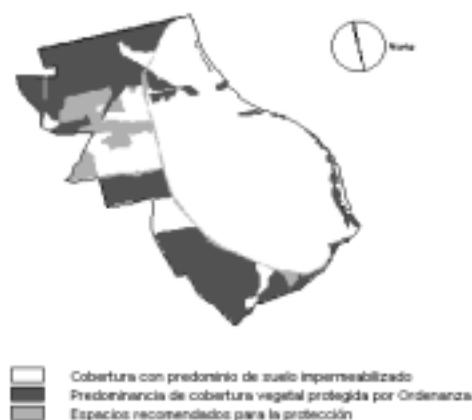


Fig. Nº 3

TABLA 2  
**ROSARIO**  
 ESPACIOS VERDES PROTEGIDOS Y RECOMENDADOS

	SUPERFICIE m <sup>2</sup>	
	Total	Por habitante
Espacios verdes públicos	5.397.654,77	5,94
Espacios vegetados protegidos por Ordenanza 6492/97	5.907.280	6,5
Espacios recomendados con cobertura parcial de vegetación	1.594.111	1,75
<b>TOTAL</b>	<b>12.899.045,77</b>	<b>14,19</b>

### Comentarios finales

En un ámbito urbano-periurbano la riqueza y biodiversidad de flora y fauna se ve notablemente reducida, entre otras cosas, por la escasez de superficie verde. Por ello la creación, ampliación y mantenimiento de corredores de vida silvestre se hace indispensable: los corredores posibilitan la conexión entre parches verdes y generan un efecto que potencia la superficie cubierta con vegetación, lo que permite que los ecosistemas sobrevivan y generen servicios ambientales que redunden en una mejor calidad de vida de los habitantes de las ciudades.

Demás esta decir que por ubicarse en un ambiente periurbano, es decir a merced de los intereses que pugnan por hacer el suelo más rentable esta trama de espacios verdes debe ser protegida y exhaustivamente estudiada para establecer sus categorías de uso y gestión. Por ejemplo, determinar entre la gran variedad existente, qué funciones eco-

lógicas pueden ser demandadas a este medio (desde la purificación del agua y captura de dióxido de carbono, a servicios de tipo educativo) ya que hay categorías de complejidad en función de la cantidad y tipo de componentes y superficie demandada para realizarlos. También conviene tener en cuenta la influencia antrópica en la gestión, por ejemplo, los corredores construidos pueden funcionar como barreras para la mayoría de los traslados bióticos y como conectores para otros como las plantas invasoras y colonizadoras exóticas o nativas.

A partir de los corredores y parches que por su cobertura y ubicación fueron sugeridos en este trabajo, sumados a los espacios verdes públicos de la ciudad, se podría implementar un proyecto de investigación y monitoreo para comprender funciones y procesos entre los elementos del paisaje de una gran ciudad y sus bordes, inmersa en uno de los territorios con suelos más fértiles del mundo.

### BIBLIOGRAFÍA

- BOZZANO, H. 1990. Reflexiones sobre reestructuración económica, mutaciones productivas y reproductivas en territorios periféricos. El caso de Buenos Aires. Ponencia al II Seminario de Geografía Crítica "Nuevos roles del Estado en el reordenamiento del territorio". Universidad de Buenos Aires - Universidad de San Pablo. Buenos Aires.
- CHUVIECO, E. 2003. Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el Espacio. Ariel Ciencia, Barcelona.
- DAJOZ, R. 2002. Tratado de Ecología 2ª edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- DRAMSTAD, W.; J. OLSON y R. FORMAN. 1996. Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning. Harvard University Graduate School of Design, Island Press. American Society of Landscape Architects.
- MATTEUCCI, S.D. y G. BUZAI. (editores) 1998. Sistemas ambientales complejos: herramientas de análisis espacial. Colección CEA N° 21, Eudeba, Buenos Aires.
- MATTEUCCI, S.D. 2005. comunicación personal
- MORELLO, J. 2000. Manejo de agrosistemas periurbanos. Publicación correspondiente a la materia M10 de Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano *GADU*. Centro de Investigaciones Ambientales. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- ROMERO, H.; A. VÁSQUEZ y F. ORDENES. 2002. Ecologías de Paisajes y Sustentabilidad de las ciudades intermedias en Latinoamérica". Proyecto del Fondo Nacional de Investigación científica y tecnológica de Chile.
- SERAFINI, M.C. 2002. Interpretación visual de imágenes satelitarias" *En: PRODITEL Teledetección aplicada a la evaluación del medio ambiente*. Publicación del Curso Nacional de Postgrado. Universidad Nacional de Luján.
- TERRADAS, J. 2001. Ecología de la vegetación. De la ecofisiología de las plantas a la dinámica de comunidades y paisajes. Ediciones Omega, Barcelona.

**REVISTA  
DE LA RED IBEROAMERICANA  
DE ECONOMÍA ECOLÓGICA**

ISSN 13902776

Disponible en [www.redibec.org](http://www.redibec.org)

Tenemos el agrado de informar que la Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, es una publicación científica interesada en difundir trabajos originales en el campo del desarrollo y ambiente para la Región.

Sus números se encuentran disponibles en la página web indicada, al igual que las condiciones para publicación, Consejo Editorial y mayor información.

GEPAMA representa el nodo argentino de la publicación y de la Red, por lo que si es su deseo recibir información o cualquier otra aclaración en esta línea, no dude en contactarse con nuestro correo electrónico a [info@gepama.com.ar](mailto:info@gepama.com.ar)

**SIMPÓSIO INTEGRADO DE  
GEOTECNOLOGÍAS  
DO CONE SUL (SIG-SUL 2005)**

Entre los días 9 al 12 de agosto de 2005 fue realizado en el Centro Universitario La Salle de Canoas (Brasil) el simposio SIG-SUL 2005. El evento estuvo destinado a proporcionar un marco para las actuales discusiones teórico-metodológicas en el ámbito de las tecnologías computacionales aplicadas al análisis espacial, cuestión planteada desde el inicio a partir de la conferencia inaugural desarrollada por el Dr. Gustavo D. Buzai sobre el tema "Geografía Global". La programación incluyó dos mini-cursos (Banco de datos en el contexto de un SIG y Sensores Remotos aplicados al ámbito de la Geografía). Más información sobre SIG-SUL 2005 en <http://www.unilasalle.edu.br/sigsul/>

Se entregaron los **Premios Nacionales** correspondientes al período 1994 y 1999. Recibieron el galardón correspondiente a su disciplina, en Geografía: Jorge Morello, Andrea Fernanda Rodríguez por el libro "Los Cuatro Jinetes del Apocalipsis Ambiental" EUDEBA.

**SEGUNDAS JORNADAS  
DE LA ASOCIACIÓN  
ARGENTINO URUGUAYA  
DE ECONOMÍA ECOLÓGICA**

Bajo la temática convocante Energía, Transporte y Agroproducción, se realizaron durante los días 12 y 13 de Noviembre de 2004, en las instalaciones de la Universidad Nacional de Luján, las Segundas Jornadas de Economía Ecológica, donde se presentaron alrededor de 60 trabajos científicos y participaron en cuatro talleres más de 120 investigadores de la Argentina, Uruguay y Brasil.

El libro de documentos de las Segundas Jornadas ha sido editado en un CD (ISBN 987 22038 0 6) y estará próximamente disponible en la página Web de ASAUUE en [www.gepama.com.ar/asauue](http://www.gepama.com.ar/asauue)



Fotografía: Mesa Redonda de ASAUUE, Tiempos de Cambio en el mosaico agroproductivo nacional. De izq a derecha: Tsakoumagkos, Feinstein, Morello, Pengue y Barrera.

## PRIMERAS JORNADAS ARGENTINAS DE ECOLOGÍA DE PAISAJES

Estas Jornadas, que se desarrollan en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, los días 2 a 4 de noviembre, son organizadas por el Grupo de Ecología de Paisajes y Medio Ambiente para festejar su décimo aniversario, con el apoyo de la IALE (International Association of Landscape Ecology).

El propósito es reunir a los especialistas de nuestro Continente para intercambiar conocimientos, experiencias e ideas y, al mismo tiempo, discutir la instalación de mecanismos que permitan continuar el intercambio. Por ello, además de las sesiones de presentación de trabajo, se planificó una Asamblea para discutir la creación de una Sociedad Local o de un Capítulo de la IALE, aprovechando el hecho de que la convocatoria fue exitosa y recibimos más de 50 contribuciones, con más de 100 participantes de 7 países. Las presentaciones abarcan una amplia gama de enfoques, escalas y aplicaciones, dentro de las disciplinas biológicas y de diseño y planificación de paisajes. Se anexa la lista de trabajos presentados.

SILVIA D. MATTEUCCI y MARIANA SILVA  
COMITÉ ORGANIZADOR

### TRABAJOS PRESENTADOS

- A ecologia da paisagem na avaliação de impactos ecológicos de corredores rodoviários – o caso de um segmento do trecho sul do rodovial de São Paulo.  
*Maria Cristina Poletto y Jean Paul Metzger.*
- Actualización de cálculos y distribuciones espaciales a través de cadenas Markov y autómatas celulares.  
*Gustavo D. Buzai*
- Análisis de imágenes satelitales y aplicación de índices del paisaje en el estudio de la distribución de espacios verdes del área periurbana de Rosario, provincia de Santa Fe.  
*Nora Elena Mendoza.*
- Análisis de la estructura espacial del paisaje de la cuenca del Río Los Reartes, Valle de Calamuchita, Córdoba.  
*R. del Sueldo y M. Menghi.*
- Análisis de la fragmentación del paisaje en el partido de Luján, la integración de patrones y procesos.  
*V. E. Bonvecchi, y M.C. Serafini*
- Análisis de sustentabilidad de los patrones de uso de los recursos naturales renovables en partidos costeros bonaerenses.  
*Ana Faggi, Patricia Perelman, Paula Sampter y José Dadon*
- Análisis del cambio de coberturas de guaduales (1964-2003) en un área rural de los municipios de Montenegro y La Tebaida (Quindío, Colombia).  
*Camilo Andrés Correa Ayram.*
- Análisis del cambio del uso del Territorio en un sector de las Yungas Argentinas (Prov. de Salta y Jujuy) y su influencia sobre la conectividad biológica.  
*Daniel Somma*
- Análisis espacial de zooplancton a escala de un gran embalse (Patagonia, Argentina).  
*Alba Puig y Mariana I. Abelando.*
- Aportes de la ecología del paisaje al proyecto.  
*Carlos Lebrero*
- Arbustización en los pastizales norpatagónicos: un estudio sobre la dinámica poblacional del arbusto *Fabiana imbricata*.  
*A. Ruete, M. de Torres Curth y L. Ghermandi*
- Aspectos biogeográficos del corredor fluvial Paraguay-Paraná.  
*Luis J. Oakley; Darién Prado y Jorge Adámoli*
- Cambios en el patrón del paisaje debido al crecimiento urbano: análisis de gradiente de usos del suelo de la transecta Tigre-Pergamino.  
*Mariana E. Silva*
- Corredor Eco-Turístico sobre arroyo serrano.  
*Cecilia Eynard*
- Corredores biológicos en bosques subandinos de los andes centrales de Colombia.  
*Fabio H. Lozano-Zambrano, William Vargas, Javier Eduardo Mendoza S., Elizabeth Jiménez, Paula Catalina Caycedo y Diana Patricia Ramirez.*
- Distribución de las poblaciones arbóreas en el paisaje del Parque Nacional El Palmar.  
*A.G. Rolhauser, F. Biganzoli, G. Pignataro, M. Nordenstahl y W.B. Batista*
- Distribución espacial de la declinación de los bosques de *Austrocedrus chilensis* en el Valle 16 de Octubre (Chubut, Argentina)  
*Ludmila La Manna y Francisco Carabelli*
- El proceso social de ocupación del SO Bonaerense: la permanencia de “la frontera” en el espacio pampeano.  
*Martin Lopo*
- Estructura del hábitat y fragmentación de las comunidades leñosas nativas en las Sierras de Córdoba (Argentina Central). Relación con las forestaciones con *Pinus* spp.  
*R. del Sueldo; R., M. Menghi y M. Lamfri*

- Evaluación de los servicios del paisaje del área de Esquel, provincia de Chubut: posible influencia de la extracción de oro. *Andrés Plager*
- Experiencias de aplicación de modelos de manejo de recursos enmarcados en el Desarrollo Rural Sustentable. Su vinculación a los paisajes chaqueños. *E. Astrada y C. Blasco*
- Focos de arbustización post-incendio de *Fabiana imbricata* en el noroeste de la Patagonia. *L. Ghermandi, S. Gonzalez y J. Franzese*
- Formulación de objetivos de desarrollo natural cultural en el paisaje sub regional de Quintay Tunquen, Valparaíso, Chile, 2004. *Carol Romero, María Eliana Portal, Emilio López, Alejandro Villa, Ricardo Álvarez y Fernando Murtinho*
- Fragmentación de paisaje y su efecto sobre la diversidad de roedores sigmodontinos en agroecosistemas pampeanos de la Argentina. *Paula Courtalon*
- Gestión ambiental de paisajes urbanos: valoración por público y expertos. *S. Barrasa García, J.P. Ruiz Sanz*
- Ilhas de espécies lenhosas inseridas no mosaico natural floresta-campo no sul do Brasil: análise da expansão florestal a partir da estrutura florística e espacial. *Eduardo Dias Forneck, Sandra Cristina Müller, Maria Luiza Porto, Valério De Pata Pillar y Jörg Pfadenhauer*
- Importancia de la integración de ambientes en estudios de biodiversidad a nivel de paisaje en bosques de *Nothofagus*. *Vanesa Lencinas, Guillermo Martínez Pastur y Carlos Busso*
- Interpretación geocológica del patrón del paisaje vegetal, a través del empleo de indicadores de la heterogeneidad espacial. Geosistema Parque Nacional El Ávila, Venezuela. *Carlos Monedero y Mylene Gutiérrez*
- La expansión agrícola en el Chaco argentino: contrastes entre el litoral fluvial y el interior. *Sebastián Torrella, Jorge Adámoli, Pablo Herrera y Rubén Ginzburg*
- Las huertas urbanas y sus implicancias en el desarrollo comunitario. *Paula Natinzon, Victoria Bisso, Jimena Veron y Roberto Cittadini*
- Los humedales del chaco: clasificación, inventario y mapeo a escala regional. *Rubén Ginzburg, Jorge Adámoli, Pablo Herrera y Sebastián Torrella*
- Manejo de la vegetación en reservas naturales urbanas de la región Metropolitana de Buenos Aires. *Gabriel Burgueño*
- Mar del Plata: Fragilidad costera. *Patricia Crowder*
- Materiales arqueológicos y patrones espaciales: tres años de trabajo en la intersección entre la ecología de paisajes y la arqueología. *Silvia D. Matteucci y Vivian G. Scheinsohn*
- Un siglo de cambios de diseño del paisaje: el Chaco Argentino. *Jorge Morello, Walter Pengue y Andrea F. Rodríguez*
- Modelos de desarrollo urbano en partidos costeros bonaerenses. *S.D. Matteucci, L.G. de la Peña y J.R. Dadon*
- Modificación de los paisajes chaqueños y su relación con los modelos de manejo de los recursos naturales. *Carlos Chiarulli*
- Ordenación ecológico-paisajística del territorio: metodología, alcances geográficos y estudio de caso. *Roberto O. Sanchez*
- Paisaje sobre relleno sanitario. Intervención sobre un espacio urbano complejo. *Patricia Casco*
- Patrones de ndvi como indicador del funcionamiento de humedales en el delta del Paraná (Argentina). Influencia de "El Niño" en La Señal. *María Laura Zoffoli, Nora Madanes y Patricia Kandus*
- Pautas para el desarrollo sustentable del área de humedales de Chascomús. *Cecilia Chiesa, Mercedes Llorente y Asunción Mackinnon*
- Planificación Paisajística para el ordenamiento territorial de Potrerillos, Mendoza. *María Grisel Longo y Martín R. Aguiar*
- Procesos ecológicos y sociales de ocupación del espacio en la Sierra Chica de Córdoba, Argentina. *Maura B. Kufner y D. Tamburini*
- Propuesta metodológica para el análisis del riesgo poblacional en relación con el recurso hídrico en cuencas periurbanas. *A.C. Herrero, R. Lombardo, L. Fernández y M.J. Di Pace*
- Relação Entre os Parâmetros Estruturais da Vegetação e da Paisagem na Determinação de Valores Ecológicos da Futura Unidade de Conservação da UFRGS, Porto Alegre, RS. *Juliane S. Bortolotti y Maria Luiza Porto*
- Relaciones entre la riqueza y la composición florística con el tamaño de fragmentos de pastizales en la Pampa Austral, Argentina. *L. Herrera y P. Laterra*
- Reserva Natural Puerto Mar del Plata: una revisión. *Leonardo E. Cermelo*
- Riesgo económico-financiero y ambiental en las ciudades latinoamericanas: El caso agua potable en Buenos Aires-San Pablo- México (1940-2000). *José E. Grassi*
- Santa Catalina: relicto histórico y núcleo de biodiversidad en el conurbano-sur bonaerense (Provincia de Buenos Aires). *Alberto A. De Magistris, Julián E.M. Baigorria y Juan B. Medina*
- Sostenibilidad en paisajes urbanos multifuncionales. *Alejandro D. Crojethovich Martin y Alejandro J. Rescia Perazzo*
- Transformaciones del paisaje e impactos sobre la biodiversidad: ensayando índices de ecodiversidad. *Juan J. Neiff, Sylvina L. Casco y Marcelo Rolón*
- Unidades de paisaje para el desarrollo sustentable y manejo de los recursos naturales en el NO de Córdoba. *A.H. Barchuk, S. Basconcelo, H. Britos, J.A. Santa y M.R. Iglesias*
- Efectos de la fragmentación sobre la riqueza y abundancia de aves en la selva atlántica de Argentina. (Un análisis preliminar en parches grandes y pequeños). *A. Giraudo, Silvia D. Matteucci, J. Morello, J. Alonso, J. Herrera y R.R. Abramson*

**NUEVOS LIBROS**

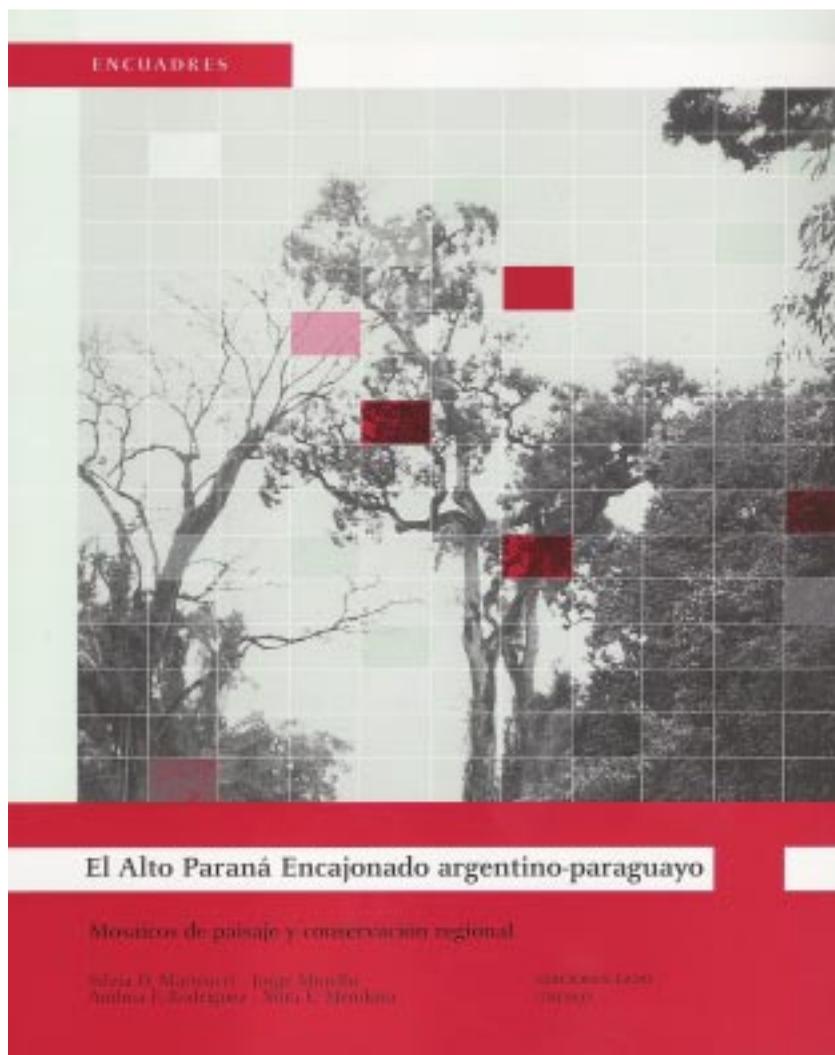
## EL ALTO PARANA ENCAJONADO ARGENTINO-PARAGUAYO

### Mosaicos de paisaje y conservación regional



– Matteucci, Silvia D.  
– Jorge Morello  
– Andrea F. Rodríguez  
– Nora E. Mendoza

(2004)  
Ediciones  
FADU-UNESCO.  
Col. Encuadres



#### ¿Es posible la convivencia del ser humano y la naturaleza?

Mediante un estudio de caso, el Alto Paraná argentino-paraguayo, se presenta aquí una serie de herramientas de análisis y decisión desde la perspectiva de la ecología regional, que pone el énfasis en la necesidad de explorar nuevos caminos de protección de los ecosistemas naturales y modificados, incorporando a la población y a los paisajes del entorno en el proceso de diseño y manejo de las áreas protegidas. Se trata de: una manera de pensar la conservación como una interacción que establezca con claridad qué procesos deben alterarse para que la protección sea sustentable; qué tipos de usos de la tierra son complementarios o suplementarios y cuáles deben evitarse. Para lograrlo se requiere tener un mapa lo más actualizado posible de los mosaicos de paisaje del territorio bajo estudio y conocer las tendencias de cambio de los distintos tipos de cobertura de la tierra. Estas páginas son el resultado de un intento riguroso de detección y evaluación de dichos cambios. La obra está acompañada con un CD-ROM que contiene las capas temáticas en formato Shape.

## AGRICULTURA INDUSTRIAL Y TRANSNACIONALIZACION EN AMERICA LATINA

### ¿La transgénesis de un continente?

Walter A. Pengue

ISBN 968 7913 34 7

La obra aborda las cuestiones críticas de la sostenibilidad de la biodiversidad latinoamericana y sus amenazas, los efectos de la artificialización de los ecosistemas, la Revolución Verde y la Nueva Revolución Biotecnológica. Revisa las cuestiones ambientales, sociales y económicas de la agricultura industrial, la acción de los nuevos actores, las transformaciones producidas y la llegada de los OGMs a América Latina, sus tendencias y metodologías de imposición en los distintos países. Aborda los temas de la Deuda Ecológica desde la Ecología Política y sus instrumentos y cierra revisando la disponibilidad de elementos científicos desde la Agroecología que deben aprovecharse para lograr una mejora real en la agricultura regional. El autor asume que el camino hacia una agricultura sostenible en las tierras del Sur pasa insoslayablemente por una transición agroecológica, por una ecologización de los agroecosistemas y sus sociedades, que respetan y comprenden el funcionamiento total de su entorno y de sus límites, y que tenga al hombre latinoamericano y su medio, y no sólo a la tecnología y el capital, en su centro. De ello, se habla en los capítulos de este libro.

Solicitar a [info@gepama.com.ar](mailto:info@gepama.com.ar)

### NUEVO LIBRO



PENGUE, WALTER

### Principios de economía ecológica y agroecología

#### Hacia un Desarrollo Rural Sostenible en América Latina

(ISBN 950 29 0845 7)

El CD contiene información en forma de libros, papers científicos y documentos de extensión sobre los principios en que se sustenta la Economía Ecológica y la Agroecología. Aborda temas vinculados con Instrumentos Económicos y de Políticas, Agricultura Sostenible, Indicadores, Impactos de los Cultivos Transgénicos.

Solicitar a: [info@gepama.com.ar](mailto:info@gepama.com.ar)

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

**Buzai, G.D.** -Compilador- 2004. Memorias del Primer Seminario Argentino de Geografía Cuantitativa (1° SEMAGEC). GEPAMA-FADU-UBA y Planetario de la Ciudad de Buenos Aires. Buenos Aires. (Publicación de Agosto 2004).

**Buzai, G.D.** 2004. Distribución, concentración y autocorrelación espacial de extranjeros en la ciudad de Luján (Argentina). División Geografía de la Universidad Nacional de Luján. Serie Avances de Investigación 2-4, Luján. 48 páginas.

**Buzai, G.D.** 2004. Escenarios alternativos para la localización de industrias de alta tecnología en el Partido de Luján. Una aplicación didáctica de evaluación multicriterio (EMC) en Sistemas de información Geográfica (SIG). Anuario de la División Geografía 2004. UNLu. Luján. pp. 145-166.

**Buzai, G.D. y C.A. Baxendale.** 2004. Autocorrelación espacial. Una aplicación socio-educativa en la ciudad de Luján. Anuario de la División Geografía 2004. UNLu. Luján. pp. 167-180.

**Matteucci, S.D.; J. Morello; A. Rodríguez y N. Mendoza.** 2004. Mosaicos de paisaje y conservación regional: el Alto Paraná Encajonado argentino-paraguayo. Ediciones FADU, UBA, Buenos Aires.

**Matteucci, S.D.** 2004. Conservación de parches naturales en una matriz antrópica: cuantificación del patrón espacial del Alto Paraná Encajonado. Memorias del Primer Seminario Argentino de Geografía Cuantitativa: Avances conceptuales y metodológicos para una Geografía en acción; 11 SEMAGEC (ISSN 1667-3999), Planetario Galileo Galilei, Buenos Aires.

**Matteucci, S.D.; J. Morello; A.F. Rodríguez y N. Mendoza.** 2004. Conservación regional en el Alto Paraná Encajonado. Libro de Resúmenes de la II Reunión Bianaual de Ecología: Ecología en tiempos de cambio, Mendoza. Pp. 265

**Matteucci, Silvia D. y Vivian G. Scheinsohn.** 2004. SIG y arqueología: modelo regional de predicción de posibles sitios arqueológicos. Día del SIG 2004, Instituto Geográfico Militar, Buenos Aires.

**Matteucci, S.D. y Mariana Silva.** 2004. Uso de medidas de configuración espacial para la clasificación de unidades de tierra al nivel regional. Día del SIG 2004, Instituto Geográfico Militar, Buenos Aires.

**Morello, J.; A.F. Rodríguez y W. Pengue.** Bonanza rural, frontera agropecuaria y riesgos socio-ambientales en el MERCOSUR. "II Reunión Binacional de Ecología, XXI Reunión Argentina de Ecología, XI Reunión de la Sociedad de Ecología de Chile", Noviembre, 2004. Mendoza Argentina

**Morello, J.; W. Pengue y A.F. Rodríguez.** Patrimonio natural y dinámica reciente de la frontera agropecuaria en el MERCOSUR .1º Encuentro regional de investigación proyectual. XIX Jornadas de Investigación SI-FADU-UBA. Noviembre, 2004. Buenos Aires

**Morello, J. y A.F. Rodríguez.** Mutaciones Metropolitanas reciente y sus efectos ecológicos. EL caso de Buenos Aires. 1º Encuentro regional de investigación proyectual. XIX Jornadas de Investigación SI-FADU-UBA. Noviembre, 2004. Buenos Aires

**Morello, J. y J. Adamoli.** Medio siglo descifrando el Chaco, Naturaleza & Conservación. Aves Argentinas, Año VI Nº 16,6:20.2005

**Morello, J.** Entrando en el Chaco, con y sin consentimiento de la naturaleza, Revista de la Fundación Vida Silvestre Nº 92 18:25, 2005-08-25 ISSN0326-3681

**Silva, S.D. y S.D. Matteucci.** 2004. Relaciones entre la configuración espacial del territorio y estructura socioeconómica en la Pampa Ondulada, Argentina. Libro de Resúmenes de la II Reunión Bianaual de Ecología: Ecología en tiempos de cambio, Mendoza. pp. 383.

**Scheinsohn, V. y S.D. Matteucci.** 2004. Obtención de un modelo regional de distribuciones arqueológicas mediante SIG. Libro de Resúmenes del XV Congreso Nacional de Arqueología Argentina (ISBN 950 6652813) Río Cuarto. Pp. 188

**Toudert, D. y G.D. Buzai.** 2004. Cibergeografía. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali. (ISBN 970-735-005-9).

### **Página Web de Gepama**

A comienzos del presente año se actualizó nuestra Página Web. 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>**

## Artículos

- Etapas de uso de los recursos y desmantelamiento de la biota del Chaco,  
*Jorge Morello, Walter Pengue y Andrea Rodriguez* ..... 1
- De la Ecología Urbana a la Urbanoecología, *Silvia Diana Matteucci* ..... 18
- Geografía automatizada, ciencias de la información geográfica y ciencias sociales integradas espacialmente. Avances cuantitativos para los estudios territoriales del siglo XXI, *Gustavo D. Buzai* ..... 31

## Comunicaciones y avances de investigación

- Modelo discriminante para la clasificación de unidades de tierra sobre la base de su configuración espacial,  
*Silvia D. Matteucci y Mariana Silva* ..... 37
- Análisis de imágenes satelitales y aplicación de índices del paisaje en el estudio de espacios verdes de la Ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe, *Nora Mendoza* ..... 42

## Actividades

- Revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica ..... 48
- Simpósio Integrado de Geotecnologías Do Cone Sul (Sig-Sul 2005) ..... 48
- Segundas Jornadas de la Asociación Argentino Uruguaya de Economía Ecológica ..... 48
- Premios Nacionales ..... 48

## Anuncios

- Primeras Jornadas Argentinas de Ecología de Paisajes ..... 49
- Libro Nuevo: El Alto Paraná Encajonado Argentino-Paraguayo Mosaicos de Paisajes y conservación regional ..... 51
- Libro Nuevo: Agricultura Industrial y Transnacionalización en América Latina ..... 52
- CD: Principios de Economía Ecológica y Agroecología ..... 52
- Publicaciones del GEPAMA (2004-2005) ..... 53

**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 4, N° 4, Septiembre 2005

Editores: Gustavo D. Buzai y Walter A. Pengue - E-mail: [info@gepama.com.ar](mailto: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.