

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 3 Año 3
Nº 3
Julio 2004

Con satisfacción presentamos el tercer número anual de nuestra revista FRONTERAS.

Hoy, más que nunca, el tema de las Fronteras se ha tornado prioritario en toda planificación regional. Las situaciones generadas por el avance de la producción agropecuaria sobre los bosques nativos y de la urbanización sobre las tierras productivas requieren urgente análisis, discusión y toma de decisiones para mitigar sus consecuencias.

La sustentabilidad biogeofísica de un territorio depende del mantenimiento de la integridad de los servicios ecológicos que brindan los sistemas naturales, y de ésta depende la sustentabilidad económica y social. La acelerada desaparición de los bosques nativos en un ciclo climático húmedo, sin ningún plan de ordenamiento territorial y de manejo sustentable, preanuncia el deterioro de la productividad de la tierra en el próximo ciclo seco, con las consiguientes consecuencias sobre el patrimonio natural y la economía nacional.

Esta preocupación se trasunta en todos los artículos del presente número de FRONTERAS, donde el tema se trata desde diferentes ángulos, tanto teóricos como metodológicos o descriptivos. El tema se ha instalado en nuestro grupo, así como en muchos ámbitos técnicos y científicos; falta una respuesta de los decisores políticos.

SILVIA D. MATTEUCCI

Artículos

Panarquía y Manejo Sustentable, <i>Silvia Diana Matteucci</i>	1
Bonanza rural, frontera agropecuaria y riesgos socio-ambientales en el MERCOSUR, <i>Jorge Morello; Andrea F. Rodríguez y Walter A. Pengue</i>	13
Ecorregiones y Pampeanización, <i>Walter A. Pengue</i>	29

Comunicaciones y avances de investigación

• Cálculo de índices y métricas de la estructura del paisaje a partir del tratamiento cuantitativo de imágenes satelitales, <i>Gustavo D. Buzai y Nora E. Mendoza</i>	32
• Relevamiento de coberturas y usos del suelo en el área periurbana de la ciudad de Rosario, <i>Nora Mendoza y Mariana Lípore</i>	37
• Relaciones entre configuración del territorio y estructura socioeconómica en la pampa ondulada, Argentina, <i>Mariana E. Silva y Silvia D. Matteucci</i>	39

Actividades

• Reunión de Expertos en ecología de Gran Chaco Americano	42
• Red Iberoamericana de Economía Ecológica - RIEE	42
• V Encuentro de la Sociedad Brasileña de Economía Ecológica - ECO ECO	42
• Primer Foro Nacional Desarrollo Sustentable: Biodiversidad, Soberanía Alimentaria y Energética. El papel del Sector Agropecuario.	42

Anuncios

• Primer Seminario Argentino de Geografía Cuantitativa (1° SEMAGEC)	43
• Curso de Postgrado: ECOLOGÍA ESPACIALMENTE EXPLÍCITA (ECOLOGÍA DE PAISAJES)	44
• Nuevo libro: Buzai, G.D. 2003. Mapas Sociales Urbanos. Lugar Editorial. Buenos Aires	45

Publicaciones del GEPAMA (2002-2004)	46
• Actualización de la Página Web de Gepama	46

Integrantes del GEPAMA:

PANARQUÍA Y MANEJO SUSTENTABLE

Silvia Diana Matteucci

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

Resumen

Se describen los conceptos básicos propuestos en el seno de la Resilience Alliance para comprender la dinámica de los sistemas complejos socio-ecológicos y contribuir al manejo sustentable.

El artículo tiene el propósito de difundir ideas que se encuentran en bibliografía especializada fuera del alcance de los estudiantes, docentes y profesionales en distintas disciplinas y sectores productivos. Se espera estimular la discusión y la aplicación a situaciones concretas en los subsistemas ecológicos, sociales, productivos y administrativos, en que cada uno desarrolla sus actividades. Se concluye con una reflexión final acerca de la sojización en la Argentina a la luz de modelo de la panarquía.

INTRODUCCIÓN

La historia del uso y manejo de recursos naturales demuestra que son más frecuentes los fracasos que los éxitos en esta empresa. El fracaso implica no sólo la pérdida de bienes y servicios ecológicos, sino también la de la capacidad de regeneración de los mismos. En parte esto se debe a que el desarrollo económico, en la economía liberal prevaleciente, sólo es posible a costa de sobre-explotación de la naturaleza y esto, a mayor o menor plazo, llevará a la degradación del sistema humano total, que comprende los subsistemas natural, social y económico. Es evidente que se requiere un cambio de enfoque que proteja la integridad de los ecosistemas naturales, que es la base de sustentación de la vida sobre la tierra y, por lo tanto, de la economía.

El manejo sustentable enfoca hacia la perdurabilidad del sistema humano total o sistema socio-ecológico, y no hacia el crecimiento económico. Pone el énfasis en el mejoramiento de la calidad de vida, lo cual no depende de un crecimiento económico. El

manejo sustentable busca eliminar el conflicto entre producción económica y conservación de la base natural. Es un verdadero desafío al ingenio humano, que requiere un cambio de actitud con respecto a nuestra relación con la naturaleza, la cual no puede ser la de ubicarnos por encima, en un nivel jerárquico superior, sino más bien por debajo, aceptando que nuestras actividades están limitadas por las condiciones del entorno bio-físico y que nuestra capacidad tecnológica debe ser usada respetando los ritmos y tiempos de la naturaleza, si queremos conservar su integridad.

En este artículo se describe, de manera breve, el largo camino hacia la panarquía (Gunderson y Holling, 2002), que es un modelo novedoso y todavía en discusión, para la comprensión del funcionamiento del sistema humano total (*i.e.*; sistema socio-ecológico). La nueva concepción podría modificar las pautas de manejo, y por ello es importante conocerla. Pero también es importante intentar su aplicación para el análisis de casos. Este es el propósito de la organización "Resilience Alliance", que invita a los interesados a presentar sus estudios y discutir las ideas en un foro internacional permanente (<http://www.resalliance.org>). En esta etapa de formulación de la teoría a partir del estudio de casos regionales, es importante contribuir con experiencias de países subdesarrollados.

Causas de los fracasos

Es obvio que nadie destruye su medio ambiente intencionalmente. Los fracasos surgen de una falta de percepción anticipada, que a veces es debida a falta de conocimientos y otras veces a urgencias por lograr éxitos sociales o económicos, o por una combinación de factores, lo cual convierte a la situación en un sistema complejo.

Uno de los casos más estudiados de fracaso en la gestión de recursos es el de las pesquerías. En

los ejemplos analizados, la pesca comienza como una actividad artesanal; esto es, se recolecta poca cantidad de pescados con tecnología blanda, el recurso cosechado alcanza para el consumo y la comercialización a pequeña escala, para el abastecimiento de una población humana relativamente pequeña. En estas condiciones, se satisfacen los requerimientos del subsistema social local (población reducida y con expectativas económicas modestas) sobre la base de un subsistema económico de subsistencia montado sobre un proceso productivo artesanal y se mantiene la integridad del subsistema ecológico (poblaciones de peces con valor económico y su entorno físico biótico). El sistema "pesca artesanal" mantiene su integridad porque la pesca respeta, sin saberlo, o sin intención, la tasa de reposición del recurso. La abundancia y buena calidad del recurso estimula la inversión, y poco a poco la pesca de subsistencia se convierte en industrial. La recolección va creciendo tanto en cuanto a las cuotas de pesca como en cuanto a la tecnología empleada, hasta que comienza a disminuir la cantidad y calidad del recurso. Al principio esto se solventa incrementando el potencial tecnológico: más barcos y más potentes, redes de malla más pequeña y más profundas), lo cual permite incrementar por un tiempo breve la producción manteniendo la rentabilidad, pero finalmente, el recurso se deteriora irreversiblemente, la calidad y la cantidad ya no son rentables y las empresas colapsan. Para el subsistema social, la catástrofe empieza en los momentos iniciales, cuando la pesca industrial aparece y es incipiente, porque ya desde entonces parte de la población de pescadores y sus familias quedan fuera del sistema. Algunos son incorporados a la pesca industrial, pero cuando la rentabilidad empieza a disminuir, las empresas reducen el personal, tanto jerárquico como obrero, y cada vez son más los pobladores que quedan marginados. Las consecuencias operan a escalas espaciales y temporales mayores: cuando hay un colapso, las familias migran a las ciudades en busca de una vida mejor, que no encuentran porque las condiciones son muy distintas de las que ellos conocían, no se adaptan y generan nuevos problemas adicionales y, prácticamente irreversibles, en las zonas urbanas y periurbanas. Así, el costo social es una carga para el conjunto de la sociedad.

En este ejemplo, no hubo ninguna intención de destruir la base natural de la producción, ni de generar problemas sociales y económicos. Parecería un destino natural, en el que la sociedad se ve involucrada por una secuencia de eventos a largo plazo, oscurecidos por aquellos a corto plazo. La historia se repite en otros sistemas de explotación de recursos naturales renovables, como por ejemplo, en el

manejo de pastizales o sabanas naturales. Este caso, en el cual una sabana productiva termina luego de 60 a 100 años de manejo en un arbustal o un desierto improductivos se analizará en detalles más adelante.

Otros procesos, como el control de las plagas y el control de las inundaciones, aunque muestran secuencias diferentes, tienen similitudes con los ejemplos anteriores. El control de las plagas avanza hacia el uso cada vez más intensivo, en frecuencia de aplicaciones, cantidad de producto aplicado y superficie tratada, hasta que el plaguicida se hace inútil porque la población de la plaga se hace resistente al producto y crece sin control, ni químico ni natural. Los controles naturales que tenía la plaga antes del uso de los productos químicos, fueron destruidas por el plaguicida o por alguna de las acciones del paquete tecnológico de la producción agrícola particular, o por procesos ecológicos de dinámica poblacional en presencia de escasez de recursos para los depredadores.

El cambio de un paquete tradicional (propio de una economía de subsistencia) a uno convencional industrial sigue el patrón del descrito en las pesquerías, con las consabidas fluctuaciones de la rentabilidad. Las consecuencias en el subsistema social son parecidas en cuanto a que la agricultura industrial emplea mucha menos gente que la tradicional, y se produce marginación de parte de la población en el cambio de sistema productivo y también a medida que los campos se agrandan, las maquinarias y la tecnología se hacen más eficaces y los grandes empresarios desplazan a los pequeños y por último, cuando a más largo plazo colapsan las empresas.

En el caso del control de las inundaciones, la ruta al fracaso se inicia cuando la gente comienza a asentarse en los valles de inundación de los ríos y arroyos, probablemente a causa del éxodo producido por el fracaso de pesquerías y empresas agropecuarias, al menos en parte. Inundaciones ha habido siempre, pero cada vez son más dramáticas sus consecuencias porque cada vez es mayor la población radicada en esas zonas y mayor proporción de las tierras protectoras son cubiertas por objetos construidos. A esto se agrega una secuencia histórica de "remedios" al problema. En las etapas iniciales, los individuos afectados primero y el estado después, aplican medidas correctivas: desvío del agua, diques de contención, barreras rodeando las poblaciones. En la planificación de estas infraestructuras no se tienen en cuenta los máximos históricos, ni tampoco se toman medidas para frenar los asentamientos, de modo que cuando hay un pico de creci-

das las consecuencias son cada vez más catastróficas porque el sistema ha perdido la capacidad de respuesta al evento; esto es, antes de las construcciones el agua invadía y se retiraba en corto tiempo, la invasión de agua daba tiempo a que la gente se auto-evacuara, como había poca gente, eran pocos los daños y la catástrofe duraba poco. Con las construcciones se ha estimulado el asentamiento y ha crecido la población, las afectaciones son menos frecuentes, pero cuando se produce una inundación ésta es mucho más dañina, porque entra más agua, el agua no pueda evacuar rápidamente, la entrada de agua es violenta, y hay más gente y en peores condiciones socioeconómicas, el área permanece inundada por más tiempo y los costos de la contención social y de recuperación del área dañada son cada vez más altos.

Parecería que la evolución descrita sigue una secuencia predestinada imposible de revertir. En la búsqueda de soluciones se han hecho muchas propuestas, políticas o técnicas, pragmáticas o científicas, estructurales o funcionales, colectivas o individuales. Todas constituyen parches con efectos positivos en el corto plazo, pero de poco alcance en el tiempo y en el espacio. La solución a largo plazo requiere la comprensión del funcionamiento del sistema naturaleza-sociedad en el largo plazo, el conocimiento de las probables respuestas del subsistema natural a las acciones humanas y de cuáles deben ser las respuestas de los subsistemas social y económico a los cambios del subsistema natural para mantener su integridad.

Percepción de la naturaleza

En la década de 1970 se propuso la analogía topográfica para describir la evolución de los sistemas ecológicos, el cual es representado por un cuerpo esférico que es empujado por la fuerza de la gravedad. La posición del cuerpo luego de su evolución representa su estado final de equilibrio. Cuatro tipos de equilibrio pueden describirse empleando esta metáfora: neutro, estable, inestable y poliestable.

El *equilibrio neutro* se representa como una superficie plana, en la cual el sistema (cuerpo esférico) se mueve poco y aleatoriamente, en respuesta a factores externos o internos que los empujan o atraen haciendo que cambie poco; esto es, nunca pierde su estabilidad. La percepción de la naturaleza como inmutablemente estable nos lleva a creer que las actividades humanas no tienen consecuencias sobre los ecosistemas; que la naturaleza es una cornucopia y que los humanos lo pueden todo. Así, el manejo sigue una estrategia de prueba y error. Este

tipo de manejo era adecuado en épocas pretéritas cuando la población era poca y la tecnología era blanda (de bajo impacto), de modo que cuando la familia o grupo humano se movía hacia otro espacio en búsqueda de mejores resultados para sus acciones sobre los recursos, el sitio abandonado podía recuperar su integridad ecológica porque el daño no había sido severo, la superficie dañada era escasa, y la frecuencia con que se intervenía era muy baja, dando tiempo a la recuperación.

El *equilibrio inestable*, representado por la bolita en la cumbre de una elevación, visualiza a la naturaleza como anárquica, globalmente inestable. El sistema está dominado por procesos de retroalimentación positiva, de modo que pequeños movimientos hacen que la bolita caiga, es decir, pequeños cambios hacen que el sistema se destruya. En términos ecológicos, las perturbaciones provienen del exterior y la biota se adapta pasivamente a las nuevas situaciones causadas por dichas perturbaciones. Esta es la percepción que tienen de la naturaleza aquellos que abogan por el principio precautorio; esto es, ya que no estamos seguros de cuál será el efecto de la intervención humana, no hagamos nada. Es la visión de los ambientalistas y ecologistas, que pregonan que los humanos somos tan dañinos que lo mejor que podemos hacer es privarnos de los bienes y servicios que brinda la naturaleza para no deteriorarla. Esta visión es absolutamente pesimista y desconoce el hecho de que la respuesta de un ecosistema a la intervención depende del tipo, grado, extensión y frecuencia de la intervención y de las propiedades estructurales y funcionales de cada ecosistema, de modo que no necesariamente el uso de los recursos debe terminar en destrucción.

El *equilibrio estable* se representa con la bolita fluctuando en una depresión en el terreno, como metáfora de una naturaleza balanceada, poseedora de estabilidad global. En este caso, se concibe el sistema como regulado por procesos de retroalimentación negativa que mantienen al sistema fluctuando alrededor de un punto (estado) de equilibrio (punto más hondo de la depresión). El área de la cubeta representa la amplitud de fluctuación de las variables del sistema alrededor de su estado de equilibrio. Las variables de estado del ecosistema (biomasa en pie, variedad y cantidad de las especies de flora y fauna, la cantidad de individuos en cada especie, el stock de nutrientes en el suelo, etc.) y las funcionales (tasas de los procesos ecológicos como productividad, circulación de nutrientes, dinámica poblacional) siempre retornan al estado inicial después de una perturbación, gracias a sus mecanismos de retroalimentación negativa. El énfasis se pone en el esta-

do de equilibrio y la resistencia de las poblaciones o de la comunidad a las perturbaciones locales.

Aquellos que perciben a la naturaleza como globalmente estable, propugnan estrategias de manejo que apuntan al mantenimiento de la estabilidad y a la obtención del rendimiento máximo sostenido. Afirman que, siempre que se mantenga al sistema en el estado óptimo de densidad de recursos, será posible mantener eternamente una producción máxima. Se supone que la capacidad de carga de los ecosistemas es fija; esto es, dado que es globalmente estable, puede sustentar eternamente a la misma cantidad de individuos; lo cual conduce a un "determinismo Malthusiano", en palabras de Holling *et al.* (2002a). Esta es una visión muy optimista y muy corta de vista, porque no tiene en cuenta que los procesos y las interacciones raramente son lineales o monotónicos, sino que pueden tener una dinámica en ciclos, con máximos y mínimos y suelen tener umbrales de respuesta que producen cambios bruscos de la variable dependiente con sutiles modificaciones de la variable independiente. Los sistemas ecológicos no suelen tener un equilibrio interno único, sino equilibrios múltiples que definen estados funcionales diferentes, lo cual nos lleva a la idea de los equilibrios poliestables.

El *equilibrio poliestable* se representa por un territorio de relieve irregular, con elevaciones y depresiones, en el cual la bolita fluctúa dentro de una depresión y puede saltar a otra si la fuerza a que está sometida es lo suficientemente grande como para empujarla fuera. La metáfora refleja el hecho de que un ecosistema puede tener más de un estado de equilibrio y puede pasar de un estado a otro manteniendo su integridad estructural y funcional. Cada cubeta o depresión representa un dominio de atracción dentro del cual el sistema fluctúa hasta que una perturbación lo empuja hacia otra. Esto equivale a decir que las variables de estado del sistema se modifican (cambian de cubeta) pero el sistema sigue siendo el mismo sólo que en otro estado funcional. Se considera que el sistema es resiliente, no pierde su identidad pero fluctúa entre dominios de atracción (entre cubetas). Predominan los efectos exógenos y la retroalimentación interna. La hipótesis de los sistemas poliestables surgió por el reconocimiento de ciertas propiedades de los ecosistemas. Esta visión enfatiza un método de manejo que garantice la persistencia de la heterogeneidad espacial y temporal.

La resiliencia

Los ecosistemas, salvo en condiciones extremas, tienen una gran capacidad de adaptación, mante-

niendo su integridad funcional al experimentar grandes cambios. Esta propiedad, llamada resiliencia, es una medida de la amplitud máxima de fluctuación del sistema, de la cual puede retornar al mismo estado de equilibrio (Holling, 1973); en nuestra metáfora, sería el diámetro del borde de la cubeta. La resiliencia se mantiene alta si los ecosistemas tienen controles a muchas escalas espaciales y temporales. A cada escala hay un conjunto diferente de procesos bióticos y abióticos estructuradores que contribuyen a la regulación global del ecosistema. Estos controles son muy robustos debido a la diversidad funcional y heterogeneidad espacial de las especies y variables físicas involucradas en la organización de los patrones en los ecosistemas y paisajes. Esta visión no constituye un reemplazo de los conceptos anteriores de equilibrio, sino que los amplía incorporando la variación inducida por la biota y la auto-organización. A todas las escalas, desde la hoja al paisaje, la biota tiene la capacidad de crear condiciones que soportan los procesos bióticos mismos.

Una consecuencia inmediata es que la capacidad de carga no es una propiedad fija del sistema, sino que fluctúa como resultado de la evolución del propio sistema. Un ejemplo de esto es el proceso de sucesión ecológica. Una parcela desmontada en la que el suelo queda descubierto, es un medio ambiente poco propicio para la vida animal o vegetal porque los factores externos como por ejemplo, humedad y temperatura del suelo y del aire, fluctúan en tiempos cortos (horas); la biomasa vegetal viva es escasa y la capacidad de carga para algunos animales, por ejemplo, mamíferos herbívoros, es muy baja en estas etapas iniciales, porque no hay alimento suficiente para mantener una población abundante. Algunas especies vegetales, que son tolerantes a las fluctuaciones microclimáticas y a las condiciones extremas del medio, y por ello llamadas colonizadoras o pioneras, logran establecerse. Al formar un estrato más o menos denso que cubre el suelo, se incrementa la infiltración de agua en el suelo, se disminuye la tasa de evaporación, se reduce la radiación que llega al suelo, todo lo cual reduce la amplitud de las fluctuaciones microclimáticas y atempera las condiciones microclimáticas y edáficas, creando un medio ambiente adecuado para el establecimiento de especies menos tolerantes a las condiciones extremas. A medida que avanza la sucesión, las comunidades vegetales se reemplazan gradualmente unas a otras, con un aumento paulatino de la biomasa total, de la altura de las plantas y de la densidad del follaje, y si el clima y el suelo lo permiten, en un plazo de entre 40 y 400 años se restablece el bosque. A lo largo de la sucesión, la capaci-

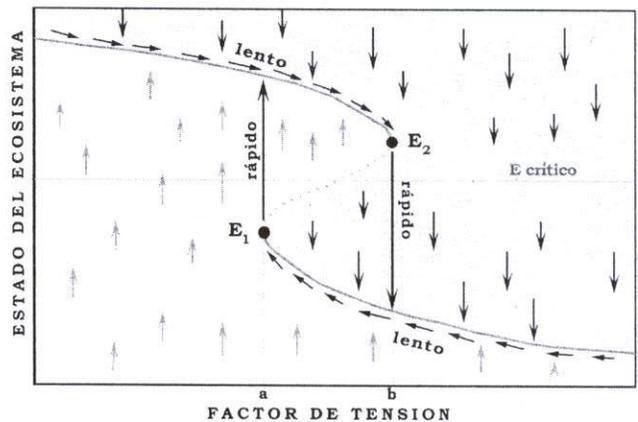
dad de carga para los herbívoros incrementa, y al haber muchos herbívoros, aparecen los carnívoros y también los depredadores de estos. La riqueza de especies se incrementa porque a medida que la vegetación aumenta en altura y en complejidad estructural, se diversifican las condiciones de hábitat; esto es, a través del perfil vertical de la vegetación se genera un gradiente de temperatura, humedad, radiación, velocidad del viento, concentración de dióxido de carbono, y en cada intervalo del perfil este conjunto de variables adopta valores óptimos para una especie o conjunto de especies diferente. Las interacciones intra e interespecíficas (dentro y entre especies) y las tramas tróficas también se hacen gradualmente más complejas. A lo largo de este proceso, los factores externos van perdiendo peso como organizadores y reguladores, mientras que los procesos biológicos se constituyen en los factores de estructuración y organización; la comunidad tiene capacidad de auto-organización.

La visión de la naturaleza resiliente, enfatiza las condiciones en los límites del dominio de atracción, el tamaño del dominio y las fuerzas que mantienen el sistema dentro del dominio. Un cambio en los factores externos (precipitación o la temperatura) o un evento inusual (incendio, plaga) puede modificar el sistema. Perturbación se llama tanto al evento externo como al cambio que sufre el sistema en su desplazamiento alejándose del equilibrio. Dependiendo de la intensidad del evento externo, o de la variación climática, el sistema será desplazado de su equilibrio más allá del límite de la cubeta de atracción y, si tiene la posibilidad (si es poli estable) pasará a otro estado de equilibrio sin dañar su integridad funcional. El sistema no retorna del estado alternativo a menos que ocurra otro cambio de condiciones u otro evento inusual. La probabilidad de que el sistema salte a un estado alternativo de equilibrio depende de la magnitud de la perturbación y de la resiliencia del estado original. Si la resiliencia es modificada por las acciones humanas, la respuesta del sistema puede ser sorpresiva (Matteucci *et al.*, 1977; Matteucci, 2003).

El concepto de la resiliencia modifica las estrategias de manejo: no se busca mantener la estabilidad, sino proteger aquellas características que otorgan resiliencia al sistema, como por ejemplo, la diversidad de especies, la heterogeneidad espacial, la abundancia de estructuras biológicas reservantes, la presencia de organismos o condiciones particulares que respondan rápida y eficazmente a los efectos de perturbaciones externas, etc. Lo importante no es conservar los elementos para lograr la persistencia, sino conservar la capacidad de adaptación

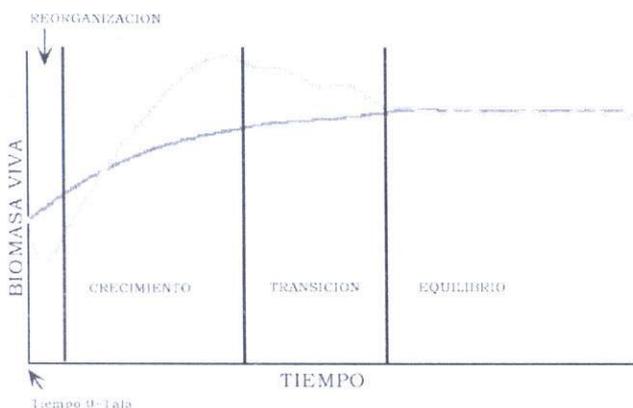
al cambio, de poder responder de manera flexible y creativa a la incertidumbre y las sorpresas, y aún crear sorpresas que incrementen la oportunidad. En lugar de buscar el rendimiento máximo sostenido se enfatiza la sustentabilidad (persistencia a largo plazo de la integridad funcional), aún a costa de la reducción del beneficio económico en el corto plazo.

El manejo de los sistemas de producción considerados como sistemas poli estables resilientes tampoco cumplió con las expectativas de sustentabilidad ecológica. Con esta estrategia se logra la sustentabilidad o recuperación a escala local, pero es posible la ocurrencia de imprevistos estructurales ya que la resiliencia es considerada fija. El sistema siempre llega a algún estado estable; es una visión estática en sentido estructural. No tiene en cuenta que los sistemas están en continuo cambio y por lo tanto, no sólo cambian las variables de estado (biomasa, riqueza de especies, densidad de individuos, composición de especies, etc.), como vimos en el ejemplo de la sucesión secundaria de un bosque, sino también la resiliencia y sus componentes. Los cambios que ocurren en los sistemas ecológicos son episódicos, donde períodos de cambios rápidos alternan con otros lentos, por la alternancia de procesos rápidos y lentos. Además, la estructura y la función no son uniformes ni escala-independientes, sino gruposos; esto es, a cada escala, los atributos (fotosíntesis, biomasa, nutrientes, geformas, etc.) son controlados por conjuntos específicos de procesos bióticos y abióticos y las variables no cambian gradualmente al cambiar de escala sino que se producen saltos en los valores de las tasas de los procesos o de las variables de estado. Las respuestas a fuerzas externas pueden ser sorpresivas y catastrófica (cambio brusco en el estado del ecosistema cuando la intensidad de la perturbación externa pasa un umbral dado) (Figura 1).



El ciclo adaptativo

En la sucesión ecológica se reconocen tres etapas: reorganización, explotación y conservación. La etapa de reorganización abarca el período desde el desmonte o limpieza del terreno hasta el establecimiento de las plantas colonizadoras. En esta etapa, la biomasa que queda en el suelo como resultado de la muerte de plantas y animales en el proceso de destrucción del ecosistema, se degrada por acción de los organismos descomponedores (hongos, bacterias) y se mineraliza, retornando en parte al suelo como nutrientes disponibles para los futuros ocupantes de la parcela. Algunos recursos salen del sistema: los compuestos volátiles que se pierden en forma gaseosa, los nutrientes muy solubles que se lavan del suelo, las semillas y propágulos que se deterioran o son comidos por fauna edáfica o visitantes ocasionales. La etapa de explotación comprende el establecimiento de las colonizadoras y el crecimiento inicial de la cobertura vegetal. El suelo contiene las semillas y otros propágulos, y restos de plantas que rebrotan, que constituyen el capital inicial para el comienzo de la etapa de crecimiento de la biomasa. Los nutrientes liberados en el suelo en la etapa anterior también forman parte del capital inicial, así como semillas que provienen de ecosistemas vecinos. La etapa de conservación comprende el crecimiento exponencial de la biomasa; los factores externos comienzan a perder importancia como reguladores del ecosistema, las especies colonizadoras comienzan a ser reemplazadas por especies menos tolerantes a condiciones extremas y los factores bióticos comienzan a convertirse en los reguladores y estructuradores del ecosistema. La etapa finaliza cuando el ecosistema alcanza un equilibrio dinámico en que los procesos ecológicos cumplen un rol de mantenimiento sin crecimiento; las variables de estado y las funcionales fluctúan levemente alrededor del estado de equilibrio (Figura 2). ¿Hasta cuando se mantiene el ecosistema en este estado de equilibrio dinámico?

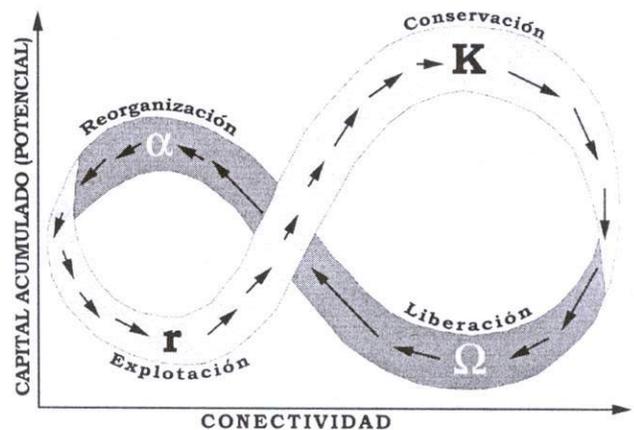


La acumulación de evidencia acerca del comportamiento de los sistemas naturales en respuesta a las acciones humanas, llevó al concepto de ciclo adaptativo, y a la generalización de patrones de comportamiento cíclico en sistemas naturales, sociales y económicos de características diversas (Gunder-son y Holling, 2002). El modelo propone que los ecosistemas, naturales o manejados, y también las empresas industriales y comerciales evolucionan en ciclos que pueden describirse en cuatro etapas: reorganización (a), explotación (r), conservación (K) y liberación (W). Las tres primeras etapas son las ya descritas en la sucesión ecológica y se agrega una cuarta, que cierra el ciclo. La etapa de liberación se inicia con el colapso del sistema desencadenado por un evento externo, con la liberación de gran cantidad de materia, la cual se reorganiza en la etapa siguiente de reorganización. La liberación es una destrucción creativa porque el capital almacenado durante el crecimiento y desarrollo del sistema no se pierde totalmente sino que genera la oportunidad de reorganización innovadora.

Tres variables fundamentales se modifican a lo largo del ciclo: el capital acumulado, la conectividad y la resiliencia. El capital acumulado en un ecosistema es la biomasa, la estructura física, los nutrientes; en un sistema social es la red de relaciones, la amistad, la confianza y respeto mutuos; en un sistema económico es el conocimiento práctico, las invenciones, las destrezas, la capacidad de previsión. En los tres sistemas se trata de todo aquello que se generó, creció y se acumuló desde el inicio de la reorganización hasta el final de la etapa de conservación. Representa un potencial para el cambio, ya que cuanto mayor es el capital acumulado, mejores son las perspectivas para el cambio en un ciclo futuro. La conectividad se define como la cantidad e intensidad de las asociaciones entre elementos y procesos en el sistema. Es una medida del grado de control interno sobre la variabilidad exterior, ya que cuanto mayor es la conectividad menor será la influencia de los cambios externos y mayor la auto-organización (la regulación interna). La resiliencia ya fue definida. Es una medida de la posibilidad de que ocurran saltos entre estados alternativos del sistema.

A partir de un capital inicial mínimo, el sistema comienza su ciclo con el establecimiento de especies colonizadoras o pioneras o de relaciones comerciales o sociales, en la etapa de explotación (r). El capital inicial es un legado biótico o económico de la fase de conservación del ciclo anterior, y sobrevivientes de la fase de reorganización (a). Es una etapa de innovación: aparecen muchas especies o

muchas nuevas relaciones o muchos productos y técnicas, pero sólo algunas sobreviven y se establecen. El capital acumulado comienza a incrementar y también comienza a incrementar la conectividad. Gradual y lentamente el sistema pasa a la fase de conservación (K), en la cual sigue creciendo el capital acumulado y la conectividad, ya que se afianzan las interacciones entre especies, los vínculos entre actores sociales, las relaciones entre trabajadores y funciones en la empresa. En esta etapa hay poca cabida para la innovación; los experimentos son descartados, no pueden sobreponerse a la competencia de las especies o actores sociales o técnicas, establecidas. Disminuye la influencia de factores exógenos porque se han desarrollado una serie de controles internos reforzados por las múltiples y cada vez más intensas relaciones entre los elementos y los procesos (por ejemplo, especificidad entre planta y polinizador; multiplicación de CEOs en la empresa y de líneas jerárquicas) y porque incrementa la capacidad de predicción a corto plazo. La resiliencia va disminuyendo gradualmente: a medida que el sistema se hace más rígido tiene menos posibilidades de modificarse para adaptarse a los cambios del entorno; el sistema se hace más vulnerable a eventos exógenos sorpresivos. Cuando el sistema alcanza el máximo de rigidez y de vulnerabilidad, un evento imprevisto desencadena su destrucción y colapso, entrando en la fase de liberación (W). El evento imprevisto puede ser un incendio, remoción de un gerente poderoso, la muerte del padre director de la empresa, una nueva norma comercial o legal, etc. En la etapa de liberación, disminuye el capital acumulado, la conectividad; incrementa la influencia de los factores exógenos y la resiliencia. El proceso de liberación termina cuando los recursos que alimentan el evento imprevisto se agotan (materia orgánica seca en un incendio). El legado biótico (materia orgánica remanente) o socioeconómico (técnicas y recursos monetarios, algunas relaciones sobrevivientes) de la fase de acumulación sirven de templete para la fase de reorganización. Durante la reorganización parte del capital acumulado disminuye (la materia seca se degrada en el suelo; los nutrientes liberados lixivian o se vaporizan; el dinero se consume). Pero es una fase con muchas posibilidades de innovación; se abren posibilidades para el establecimiento de nuevas especies, nuevas técnicas, nuevos productos y nuevas relaciones humanas, en la fase siguiente. Durante la explotación, estas innovaciones tienen posibilidades de éxito, hay oportunidades para el ingreso de especies exóticas y de individuos foráneos, algunos de los cuales logran establecerse en la etapa siguiente y se reinicia el ciclo (Figura 3).



Claramente se observa la alternancia de procesos lentos con procesos rápidos. La fase de liberación es muy rápida, así como la de reorganización. En cambio, la fase de conservación es muy lenta. En los experimentos de Borman y Likens (1979), por ejemplo, los modelos de simulación basados en los datos de campo, mostraron que la reorganización del material orgánico e inorgánico se produce en unos 20 años, desde la tala de la parcela de bosque, mientras que la etapa de conservación es mucho más lenta y puede durar entre 200 y 300 años, hasta alcanzar el estado de equilibrio del bosque. En el caso de empresas comerciales o industriales, los plazos son más cortos, pero la secuencia y tiempos relativos se mantienen: la reorganización es rápida, la etapa de acumulación de capital y estructuración de la empresa es muy lenta hasta alcanzar el grado máximo de conectividad y vulnerabilidad (resiliencia mínima) y el colapso, en general es muy rápido.

La Panarquía

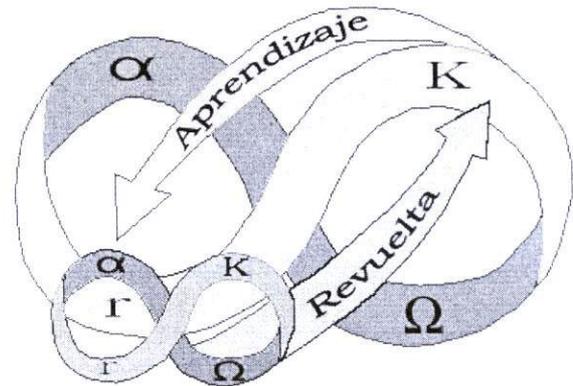
Un aporte crucial en esta nueva visión de los sistemas ecológicos y humanos es el concepto de estructura anidada de los ciclos adaptativos. Cada entidad ecológica o social está inmersa en una entidad de escala mayor que lo contiene. Cada entidad es a su vez un sistema; todas las entidades tienen funcionamiento cíclico a la escala temporal y espacial en que operan (Holling, 1992). Por ejemplo, en una ecorregión, que puede analizarse como un ciclo adaptativo, pueden describirse muchos ciclos adaptativos en las diferentes partes de ella, cada uno representando a un ecosistema o uso de tierra particular; y dentro de cada ecosistema o uso de la tierra habrá un conjunto de ciclos adaptativos de cada elemento del ecosistema o uso de la tierra. La idea no difiere del concepto de subsistemas inclui-

dos en un sistema y sistemas incluidos en un macrosistema, excepto por el hecho de que cada porción se visualiza como un ciclo cuyas propiedades cambian en el tiempo. La escala temporal y espacial depende del nivel: ciclos en espacios pequeños son más rápidos que los ciclos que representan espacios extensos. La gran diferencia entre el concepto de sistemas jerárquicos y los ciclos anidados se refiere a las interacciones entre niveles jerárquicos. En el primer caso, según la Teoría de las Jerarquías, los niveles superiores imponen restricciones al funcionamiento de los niveles inferiores. En los casos analizados se observa que los niveles inferiores también pueden tener impacto sobre los superiores. Por ejemplo, un proceso relativamente rápido, como es la aparición de un mutante resistente a un plaguicida, genera en poco tiempo una población resistente que ataca en un ciclo del cultivo a un campo, en dos a una localidad, en tres a una región, y puede afectar la economía de un país. Algo similar ocurre con la propagación del fuego, que se inicia por un proceso local (caída de un rayo sobre un árbol) y se expande a un bosque entero.

El reconocimiento de la existencia de impacto de un ciclo pequeño de corto plazo sobre uno mayor de largo plazo constituye uno de los avances más importantes en la concepción del mundo. Se creó un término nuevo como antítesis a la Jerarquía, ya que ésta significa literalmente "reglas sagradas", y está ligada al concepto de flujo descendente en la escala de poderes. El vocablo Panarquía, deriva del Dios griego de la naturaleza, "Pan", de aspecto grotesco y que representa el poder creativo y a la vez desestabilizador de la naturaleza; es el controlador y ordenador de los cuatro elementos: tierra, agua, aire y fuego (Holling *et al.*, 2002b). Panarquía se define como el conjunto de ciclos anidados a través de escalas.

Las interacciones entre los ciclos adaptativos a diversas escalas pueden ocurrir en cualquiera de sus etapas. Sin embargo, hay etapas clave, en las que los efectos de un nivel sobre otro son más poderosos. Por ejemplo, un ciclo rápido y pequeño que colapsa al entrar en la fase de liberación tiene más chances de influir en el nivel más grande y lento con el cual interactúa desencadenando una crisis en la fase de Conservación. Este efecto es conocido como "Revolta", situación en que eventos pequeños y rápidos saturan a los grandes y lentos; como un movimiento de un grupo de ciudadanos organizados que inducen cambios en la normativa municipal o provincial. Otra interacción importante es el Aprendizaje, en que la fase de Conservación del ciclo grande y lento brinda oportunidades y restricciones al nivel

inferior cuando éste entra en su etapa de reorganización (Figura 4). Por ejemplo, si una empresa colapsa, un municipio en crecimiento u otra empresa de mayor envergadura, puede ofrecer alternativas técnicas o financieras para su re-ingeniería; estos aportes pueden ser oportunidades pero también restricciones si es que condicionan, por ejemplo, el establecimiento de innovaciones prometedoras o de asociaciones espontáneas entre actores sociales.



Resiliencia, ciclo adaptativo y panarquía, en acción

La resiliencia es una variable que puede medirse, y sirve como indicador de la posible evolución de un sistema ecológico-social en un escenario particular. Sin embargo, no es un indicador del tipo media numérica, como el PBI o de la huella ecológica, sino que es una función de equilibrio entre una variable rápida y otra lenta. El desafío es encontrar las variables cuyo equilibrio permite definir la resiliencia de un sistema. Estas dependen de la escala de análisis; esto es, a cada escala, el par de variables indicadoras es diferente.

Un ejemplo ayudará a comprender los conceptos volcados arriba. De los 30 estudios de caso analizados en el proceso de elaboración de la base teórica (Gunderson y Holling, 2002), he elegido el del sistema de producción de lana sobre sabanas naturales de Nueva Gales del Sur, Australia (Carpenter *et al.*, 2001), para ejemplificar los conceptos. Con respecto al funcionamiento del subsistema ecológico, esta región es parecida a la de las sabanas templadas áridas y semiáridas de nuestro país.

Este sistema pastoril está compuesto por un subsistema ecológico que es la sabana arbustiva, un subsistema social que es el de los actores sociales involucrados en el rodeo de ovejas y ambos están inmersos en el sistema de producción de lana.

El subsistema ecológico es una sabana de pas-

tos perennes con arbustos dispersos, en un clima semiárido, que está sometido a sequías prolongadas impredecibles (no tienen un ciclo regular). El fuego es un factor natural de perturbación. En el estado natural de sabana arbustiva, sin pastoreo, existe un equilibrio entre los pastos perennes y los arbustos, que está mantenido por el fuego. Los pastos perennes crecen y se acumula mucha materia orgánica seca; cada 4 ó 5 años se producen incendios naturales que son favorecidos por esa biomasa muerta seca, la eliminan y, al mismo tiempo, mantienen una baja población de los arbustos. Después del incendio, los pastos rebrotan a partir de los órganos reservantes subterráneos; también hay repoblamiento a partir del banco de semillas del suelo. Estas semillas latentes enterradas sólo germinan y se establecen al desaparecer la cubierta de materia orgánica seca por efecto del fuego. Como el crecimiento de los pastos es relativamente rápido, pronto se establece una competencia entre especies de gramíneas y de arbustos en detrimento de éstos últimos. Se restablece la cubierta de pastos perennes, éstos crecen y se acumula otra vez la materia seca. Puede decirse que este es un anillo adaptativo, en un sistema altamente resiliente, ya que después de cada incendio la sabana se recupera. Si enfocamos en el pasto como el servicio ecológico de interés, esta forma del ciclo adaptativo de la sabana a escala del lote o del paisaje puede ser visto como una serie de pequeños ciclos repetidos de relativamente corta duración. La fase W (liberación) es muy rápida (1-2 meses), con pequeña pérdida de la memoria de especies, y la fase a (reorganización) ofrece una pequeña pero importante oportunidad para el restablecimiento de varias especies de pastos.

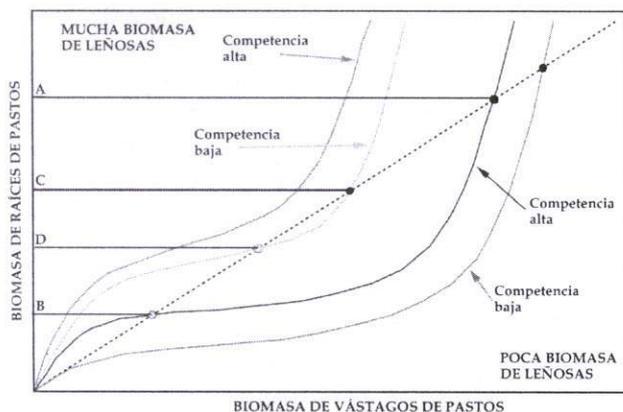
El subsistema socio-económico está representado actualmente por la comunidad de pastores criadores de ovejas para la producción de lana. El pastoreo se realiza en tierras que son fiscales, reclamadas por los aborígenes que defienden su propiedad sobre los paisajes naturales. Los ovejeros arriendan las tierras, que pueden usar exclusivamente para pastoreo. Antes de la llegada de los pastores europeos, los aborígenes habían utilizado el fuego, raleando algo la cobertura de las gramíneas.

Al ingresar los productores de ovejas desplazan a los pueblos originales en el siglo XIX, la sabana, que ya estaba intervenida por el incremento de la frecuencia del fuego por los aborígenes, es sometida a dos fuentes de tensión: por un lado el control de los incendios y por otro el sobrepastoreo. El cese de los incendios, en un estado abierto de la sabana, facilita el crecimiento de la población de

arbustos por la disminución de la competencia de los pastos perennes. Por sobrepastoreo, disminuye la biomasa en pie de los pastos, con lo cual disminuye el almacenamiento en los órganos subterráneos y la producción de semillas, disminuyendo aún más la competencia para los arbustos. Estos van ganando espacio, invaden el territorio y se convierten en dominantes. El arbustal no puede brindar un servicio ecológico como pastura natural, pierde su capacidad productiva. El estado arbustivo es estable, pero no es un estado deseable para la sociedad. Quiere decir que la introducción de las ovejas y la eliminación de los incendios cambia el sistema hacia una nueva trayectoria. Progresar de la fase r de pastos a la fase K de un estado arbustivo. Los arbustales persisten hasta que se establecen árboles, los de mayor porte controlan la densidad de los arbustos y, con el envejecimiento de los arbustos, se forman parches en los cuales se restablecen los pastos perennes. Esta condición permite que el fuego reinicie la fase de reorganización en la cual los arbustos son reemplazados por los pastos, seguida de la fase de explotación. La dirección de la trayectoria hacia sabana con un régimen de incendio en pocos años o hacia arbustal en muchas décadas depende de la densidad del ganado y de la política de manejo de incendios por parte del organismo de gestión.

A través de estudios de campo se determinó que el equilibrio entre la parte aérea (vástagos) y la parte subterránea (raíces y corona, que son los órganos reservantes) de los pastos perennes es un indicador de la resiliencia del sistema sabana arbustiva natural. Tanto la arbustificación como la inflamabilidad dependen de este equilibrio. Cuando el sistema se aleja del equilibrio entre estas variables, disminuye la resiliencia e incrementa la arbustificación, quiere decir que la resiliencia se mide como el grado de alejamiento del equilibrio vástago/raíz. Cuando la biomasa de arbustos es baja y compite poco con las gramíneas, se puede mantener el estado sabana con cantidades relativamente baja de vástago y raíz; esto es, la relación vástago/raíz puede fluctuar ampliamente sin que el sistema salte al estado arbustivo: la resiliencia es alta. Cuando la competencia de arbustos es alta, sólo con cantidades grandes de vástagos y raíces se podría mantener el estado de sabana. Con bajas cantidades de vástago y raíz, un pequeño alejamiento del estado de equilibrio vástago raíz vuelca el sistema hacia el estado arbustivo; es decir, la resiliencia es baja (Figura 5).

Si se reduce la presión de pastoreo a tiempo, los pastos se recuperan, se puede re-iniciar el manejo del fuego y la cubierta de leñosas se reduce. La cu-



bierta de leñosas en crecimiento es vulnerable al fuego hasta un umbral de biomasa leñosa, pero por encima de este nivel, aún en la ausencia de ganado, la cubierta de pastos resultantes es insuficiente para alimentar el fuego.

La sustentabilidad ecológica al nivel de la sabana arbustiva, al igual que en todos los sistemas sujetos a perturbaciones naturales, depende del régimen de las mismas. El sobrepastoreo tiene un doble efecto porque altera el equilibrio entre pastos y arbustos e interfiere con la intensidad de los incendios. Las variables importantes son la biomasa del vástago de los pastos (tallos y hojas de los que depende la producción de lana), las reservas de las raíces y coronas de los pastos (de los que depende la biomasa aérea) y la cobertura de los arbustos. La variable que cambia más rápido es la biomasa de los vástagos (parte aérea), que tiene un tiempo de recambio anual, seguido por las raíces-coronas, con un tiempo de recambio de 2 a 5 años, y finalmente los arbustos (tiempo de recambio de décadas). En presencia de pastoreo, el sistema natural fluctúa entre dos estados: la sabana arbustiva y el arbustal. Con un manejo adecuado, con control de la carga animal (cantidad de animales y frecuencia de pastoreo) y permitiendo el incendio periódico, el sistema podría ser mantenido en el estado sabana arbustiva. Sin embargo, la percepción humana no alcanzó para comprender las consecuencias a largo plazo de la arbustificación (variable lenta), o bien porque no se pensó que podía avanzar tanto o bien porque se desconocían las causas; por ejemplo, nunca se asoció el crecimiento de los arbustos con el cese de los incendios. Cuando se percibió el efecto dañino, ya era tarde para lograr la recuperación ya que el costo de eliminar los arbustos hace poco rentable la producción de lana. Además, si el estado de degradación es extremo, no bastará con eliminar los arbustos porque si las reservas del suelo están muy

disminuidas, los pastos no recuperan la biomasa aérea suficiente como para ganar en la competencia con los arbustos, ni como para sostener un incendio capaz de controlar a las leñosas.

Este sistema sabana arbustiva está inserto en el sistema humano total (sistema de producción de lana), del cual forman parte los subsistemas cultural, social y económico o productivo. El sistema total, con un ciclo adaptativo grande y lento, influye en y es influido por los pequeños ciclos de la sabana.

La alta presión de pastoreo se originó de la necesidad de los productores de mantenerse económicamente viables. Durante 90 años, hasta un cambio de estrategia en 1968, una política de asentamientos cerrados subdividió las tierras y reasignó las subdivisiones a otros concesionarios. Los campos más pequeños sólo eran viables si se cargaban mucho. Más tarde esa política fue revertida y se promovió el amalgamamiento. Las tendencias adversas en los precios de la lana y los altos costos de producción hicieron que la sustentabilidad financiera se convirtiera en un objetivo móvil. Hacia fines de la década de 1980, muchos campos eran todavía muy pequeños para ser rentables y esto redobló los incentivos para incrementar la carga animal. La alta presión de pastoreo es también consecuencia del pastoreo de otros animales (canguros, conejos, y cabras salvajes). El pastoreo total es el doble del producido por las ovejas solamente. En términos de la producción de lana, ha habido una reducción de la productividad de ciertas áreas de la sabana debido a la pérdida de los pastos perennes y la expansión de los arbustos. El costo del lucro cesante por dejar que se acumulen pastos combustibles para la quema periódica sería muy superior a la ganancia proveniente de la lana producida con el mantenimiento del fuego en el sistema. Actualmente grandes extensiones en la región están infectadas con arbustos. Una vez que ocurre este estado, las opciones para salir de él son muy limitadas. El proceso de dejar que los arbustos envejecen y mueran, reducir la carga de ganado y permitir la reintroducción del manejo del fuego lleva mucho tiempo para obtener una renta.

Se comprueba que la arbustificación y sus consecuencias sobre el sistema humano total, se originaron en el ciclo lento socio-ecológico. La restricción de los servicios del ecosistema a la producción de lana se debió al sistema de derechos de propiedad establecido en el siglo XIX, cuando se establecieron los europeos. La región fue designada como de propiedad pública, y así permanece. Se garantizó a los pastores un arrendamiento a largo plazo, exclusivo para pastoreo. El derecho para cultivar es un trámite largo y costoso, y debe demostrarse ca-

pacidad financiera. La madera es propiedad de la sociedad; para usarla hay que obtener un permiso y pagar regalías. Los habitantes no pueden desmontar la tierra por las normas del patrimonio natural, que pertenece a los aborígenes. Sin limpiar la tierra es difícil mantener el pasto o diversificarse hacia la producción de carbón. Para producir carbón también hay que pagar derechos. La diversificación hacia usos no agrícolas requiere acuerdos con los aborígenes reclamantes de la propiedad. Finalmente, aunque se pueden adquirir licencias para matar los canguros, los trámites son complejos y costosos y un monopolio de mercado fuerte limita sus posibilidades de vender la carne. En términos de la capacidad de los pastores para sobrevivir a sacudones del mercado, las condiciones restrictivas del arrendamiento reducen la resiliencia de la empresa pastoral en una escala de tiempo generacional.

Se observa también una situación de oportunidad. Mientras los precios de la lana se mantuvieron altos, las restricciones a la diversificación no se discutieron, pero los precios bajaron durante la década de 1990. Los precios declinantes de la lana, exacerbados por la reducción de la productividad a escala local y por el incremento de los costos de producción, ha expulsado a algunos pastores de las tierras. Sin embargo, recientemente ha habido una tendencia hacia la conversión hacia la producción de cabras para carne, por las diferencias relativas de precios de lana y carne. Debido a la demanda de carne de cabra, tanto dentro de Australia como en el exterior, en la última década las cabras pasaron de no tener ningún valor comercial a valer más que una oveja. Además, aunque las leñosas tienen un efecto negativo sobre la lana, no lo tienen sobre la carne de cabras dado que las cabras ramonean el follaje de las leñosas palatables. El ramoneo ayuda a controlar a los arbustos manteniendo la resiliencia.

Según los autores (Carpenter *et al.*, 2001), actualmente hay tres formas de ciclo adaptativo en aquellas partes de la región en que existe el problema de la arbustificación:

- a. En los sistemas de tierra en que la competencia de los arbustos es baja, el sistema se movió de una fase r inicial con una razón pasto/arbusto alta (condición de la época de los aborígenes) hacia una fase K dominada por arbustos en la cual continua la producción de lana, aunque a un nivel inferior. El costo de volver al estado sabana arbustiva es más alto que el incremento futuro de la producción de lana.
- b. En muy pocos casos, se mantuvo reducida la carga animal, y el ecosistema permanece en el estado sabana arbustiva mediante fa-

ses omega más pequeñas, inducidas (uso deliberado del fuego), seguido de una reestructuración y mantenimiento subsiguiente de la fase r mediante descanso y quema, junto con ramoneo por cabras salvajes.

- c. Los sistemas de tierra en que la competencia de los arbustos es sustancial, se están ahora desplazando de la fase omega a la alfa de colapso financiero (precios de la lana más pérdida de pasto), seguido por la innovación de pasar de producción de lana a carne de cabra. Debido a las tendencias negativas en los precios de la lana y a los altos costos de producción, las tierras arbustificadas permanecerán así y no habrá un retorno a la producción de lana a menos que ocurra un incremento imprevisto de la demanda de lana.

Si se considera el sistema pastoril globalmente, emergen dos indicadores de la resiliencia socio-económica: los derechos de propiedad y las condiciones de mercado. Las condiciones restrictivas de arrendamiento reducen la capacidad innovadora de los productores en tiempo generacional. Si hubiesen podido diversificar y cosechar la madera para fabricar carbón, vender carne de canguro, cultivar aprovechando oportunidades transitorias, la resiliencia económica hubiese sido mayor. Aunque existía la posibilidad de pasar de ganado ovino a caprino, esto no se hizo hasta que los precios de la lana en el mercado internacional disminuyeron e incrementó la demanda de carne caprina.

De este ejemplo, y de todos los casos de sistemas socio-ecológicos regionales estudiados, se desprende que la resiliencia ecológica del sistema global es mayor cuanto más diversificado es el sistema. La diversificación se refiere a la variedad de ciclos adaptativos en la escala inferior, es decir, más rápidos y pequeños que el sistema socio-ecológico en cuestión, y también a la asincronía entre ciclos similares en sitios diferentes. Esa diversidad es lo que da al sistema la capacidad de adaptarse a los nuevos escenarios. La mejor manera de lidiar con la sorpresa es a través de la resiliencia: mantener un dominio de atracción amplio para el estado del ecosistema preferido socialmente y la flexibilidad social suficiente como para cambiar y adaptarse si ocurre una alteración inesperada de los servicios ecológicos.

¿Y por casa como andamos?

Hasta donde sé, en la Argentina no se ha hecho un análisis de ninguno de los sistemas socio-ecológicos regionales para planificar un manejo sosten-

table. El futuro que se percibe a la luz del modelo de la Panarquía es alarmante.

Si se toma por caso el sistema de producción de la soja, puede verse que no se cumple ninguno de los requisitos para un manejo sustentable. El establecimiento de un monocultivo en la pampa ondulada contradice el principio de la diversidad. Desde este punto de vista el sistema es sumamente vulnerable y, ante la aparición de un evento inesperado, como puede ser una plaga, o la reducción del precio en el mercado internacional, el sistema pampa ondulada colapsaría.

El avance de la frontera agrícola sobre los ecosistemas naturales reduce notablemente la resiliencia del sistema global argentino. Al reducir la biodiversidad natural de especies, ecosistemas y paisajes, varias ecorregiones están perdiendo la capacidad de respuesta ante un evento extraordinario, como los ya mencionado en el párrafo anterior, o un ciclo de sequías prolongadas. Este avance se está produciendo sobre suelos de baja capacidad productiva gracias al incremento de la humedad edáfica durante el presente ciclo húmedo. Frente a una reducción de la humedad, en un período seco, esos suelos no pueden sustentar el cultivo de soja, y puede ser difícil el res-

tablecimiento de la vegetación natural en condiciones de sequía y con un suelo empobrecido en nutrientes. El destino más probable es la desertificación, con grandes pérdidas para la economía nacional, y más problemas para la sociedad.

El sistema socio-ecológico de producción de soja está alcanzando el punto de máxima rigidez y vulnerabilidad. La conectividad es alta y no hay cabida para innovaciones en este momento, debido a la alta rentabilidad de la soja y al establecimiento de un paquete tecnológico rígido y redes comerciales inamovibles. Las bifurcaciones posibles son varias, dependiendo de los escenarios futuros en diversas escalas. Si disminuye gradualmente el precio de la soja en el mercado internacional, se abriría una posibilidad de diversificación de los cultivos antes del colapso. Si apareciera otro cultivo tan rentable como el de la soja, también habría esperanzas. Pero sin duda, un cambio profundo estructural hacia la sustentabilidad requiere o bien la voluntad política de asumir la responsabilidad de una planificación regional seria y controlada en la acción, o bien una movilización de parte de grupos sociales y ONGs que logran la presión suficiente para modificar la estrategia de desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- BORMANN, F.H. and E. LIKENS. 1979. Pattern and process in a forested ecosystem. Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin.
- CARPENTER, S.; B. WALKER; J.M. ANDERIES and N. ABEL. 2001. From metaphor to measurement: resilience of what to what? *Ecosystems* 4: 765-781
- GUNDERSON, L.H. and C.S. HOLLING (Eds.) 2002. Panarchy. Understanding transformations in human and natural systems. Island Press, Washington.
- HOLLING, C.S. 1973. Resilience and stability in ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 1-24.
- HOLLING, C.S. 1992. Cross-scale morphology, geometry and dynamics of ecosystems. *Ecological Monographs* 62(4): 447-502
- HOLLING, C.S.; L.H. GUNDERSON and D. LUDWIG. 2002a. In quest of a theory of adaptive change. *En: Gunderson, L.H. y C.S. Holling (Eds.) Panarchy. Understanding transformations in human and natural systems. Island Press, Washington. Pp.: 3-22.*
- HOLLING, C.S.; L.H. GUNDERSON and G.D. PETERSON. 2002b. Sustainability and panarchies. *En: Gunderson, L.H. y C.S. Holling (Eds.) Panarchy. Understanding transformations in human and natural systems. Island Press, Washington. Pp.: 63-102.*
- MATTEUCCI, S.D. 2001. Dinámica de los sistemas áridos y semiáridos: implicancias para un manejo sustentable de los recursos; Jornadas «Desarrollo Sustentable en Zonas Áridas y Semiáridas», organizadas por PAN-Argentina, Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental de la Nación e Instituto de Geografía; Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Presentación Power Point en: www.gepama.com.ar/matteucci/downloads.htm.
- MATTEUCCI, S.D.; A. COLMA y L. PLA. 1977. Informe preliminar sobre el relevamiento ecológico de la zona semiárida de Falcón. Publicaciones del Departamento de Investigación del Instituto Tecnológico de Coro, Venezuela.

BONANZA RURAL, FRONTERA AGROPECUARIA Y RIESGOS SOCIO-AMBIENTALES EN EL MERCOSUR

Jorge Morello¹; Andrea F. Rodríguez² y Walter Pengue³

¹ CONICET, Univ. de Buenos Aires, morello@gepama.com.ar

² Univ. de Buenos Aires, rodriguezaf@gepama.com.ar

³ Univ. de Buenos Aires, wapengue@gepama.com.ar

En este trabajo analizamos las modalidades de cambios de usos del suelo que ocurren en 5 países vinculados al MERCOSUR y que comparten numerosas eco-regiones: Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay. Comparten también la segunda cuenca hidrográfica de Sudamérica y la posibilidad cierta de articular estrategias de desarrollo rural y normas de preservación de ecosistemas y culturas tradicionales en peligro de extinción. Nuestra hipótesis es que el conocimiento de la dinámica de los cambios recientes de uso del suelo (últimos 25 años) y sus tendencias, es una herramienta fundamental para que el conjunto de los países elabore propuestas de ordenamiento territorial y desarrollo rural armónicas y complementarias, y cada país y cada región hagan otro tanto sabiendo lo que está pasando en territorios similares transfronterizos.

La urgencia del tema aparece cuando revisamos algunas visiones prospectivas del mercado de granos y derivados como las de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE) que indican que en la década 2003-2013, las exportaciones argentinas de soja aumentarán 4.700.000 tn y las de Brasil 6.000.000 (La Nación, 12/06/04) y que la producción de soja en el mundo aumentará en 36.000.000 tn; que Brasil será el primer exportador de oleaginosas y que Argentina alcanzara al 21% de la producción (Andreani, 2004).

Frontera agropecuaria (FA) y modalidades de desarrollo

En los foros argentinos vinculados a la producción agropecuaria y los agronegocios, comienzan a

instalarse cada día con más fuerza, propuestas y estrategias que promueven el objetivo de que nuestro país alcance niveles de producción de "100 millones" de toneladas de granos y oleaginosas con incorporación tecnológica, reconversión de cultivos y sobre todo conversión de ecosistemas naturales, pero todo ello en un marco de **sustentabilidad aparente**.

En trabajos recientes se considera que "con la adopción de funciones de producción asociadas con el nivel tecnológico alto, se requeriría la incorporación de unas 5 millones de hectáreas al actual stock de área cultivada"... y agregan que "... si se mantuviera inalterada la situación tecnológica actual, esa cifra se elevaría a más de 10 millones de hectáreas..." (Cap y González, 2003).

Hablamos de **sustentabilidad aparente** porque en Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay hay baja e imprecisa información sobre usos históricos de la tierra y cambios de cobertura del suelo (Zak *et al.*, 2004) y ambos componentes son fundamentales en cualquier consideración de la sustentabilidad.

El avance de la frontera sojera es un ejemplo paradigmático de procesos de cambio de uso del suelo tan rápidos (Adámoli *et al.*, 2004) que se requiere monitoreo constante en base a imágenes satelitales para tener una idea de la evolución espacial de la frontera agropecuaria. Eso se está haciendo por parte de organismos públicos especializados como el INTA y EMBRAPA (Adámoli y Fernández, 1980) y grupos de trabajo de universidades nacionales (Adámoli *et al.*, 2004; Zak y Cabido, 2002) pero todavía no tenemos la información suficiente para evaluar adecuadamente el impacto ambiental de la desaparición de poblaciones, especies comunidades y hábitats de ecosistemas naturales y seminaturales y las consecuencias de la fragmen-

tación, disección, achicamiento y desaparición de los mismos.

Los cinco países tienen numerosas eco-regiones con matriz de pastizales y pajonales de potencial para soja-trigo, algodón-soja, arroz, pasturas y plantación de cítricos con fronteras consolidadas o en proceso avanzado de ocupación como La Pampa, los Campos correntino-paraguayos, los Campos Cerrados de Brasil y Bolivia y las Sabanas de Santa Cruz la oferta de ecosistemas naturales y seminaturales de pastizales y pajonales y sabanas ya está casi cancelada. Esto significa que tanto en nuestro país y como en los países limítrofes que persiguen similares objetivos de expansión utilizando estándares tecnológicos semejantes (Paraguay, Brasil, Bolivia y Uruguay) la tierra a incorporar debe salir de ecosistemas boscosos y selváticos, es decir los que prestan mayores servicios ambientales al hombre y poseen mayor riqueza de especies y de hábitats (Tole, 1998; Adamoli *et al.*, 2004).

En los últimos 20 años varios investigadores de eco-regiones tropicales y subtropicales (ver por ejemplo, Morello *et al.*, 1995; Leonard, 1985; Barraclough y Ghimire, 1995; Adamoli *et al.*, 2004) han comenzado a preocuparse crecientemente en desentrañar las causas estructurales del desmonte y otras formas de degradación ambiental porque sobran evidencias que la deforestación es una amenaza que compromete el futuro del patrimonio natural y la viabilidad del desarrollo socio-económico de los países del MERCOSUR.

Lo anterior indica que es imprescindible que se organice el espacio nacional para ubicar geográficamente aquellos territorios que potencialmente y con riesgos socio-ambientales conocidos y controlables, podrían convertirse en áreas domesticadas para producción agropecuaria porque: a) no sean ecológicamente frágiles, b) que no sean consideradas de biodiversidad sobresaliente como objetivo de conservación (Bertonati y Corcuera, 2000), c) que posean superficies significativas de Áreas Naturales Protegidas (ANP) (por ejemplo, Demaria *et al.*, 2003; Karez *et al.*, 1999) y que por otro lado los instrumentos de planificación del desarrollo regional sirvan para la definición de políticas de desarrollo rural sustentable (Comins *et al.*, 2002; Morello y Daniele, 1996). A nivel local, provincial, nacional y de complementariedad entre los países del MERCOSUR.

Los patrones de ocupación en la frontera agropecuaria pueden ser clasificados en **dirigidos** y **espontáneos**, en términos de la intervención o no del Estado en el desarrollo del asentamiento, tanto orga-

nizando la colonización cómo aportando la infraestructura (Gligo y Morello, 1983). En el único país del MERCOSUR donde la colonización dirigida como sistema de planificación y ordenamiento del territorio sigue vigente y es administrativa y técnicamente fuerte es en Brasil (Mueller, 1983).

En los países grandes hay fronteras abiertas activas en varios territorios o eco-regiones simultáneamente, mientras que países con menos de 600.000 km² como, Uruguay, tienen sólo uno o dos fronteras de alto dinamismo y muy localizadas en el espacio. En los cinco países hay tres tipos de fronteras activas: la agropecuaria (FA), la urbana (FU) y la litoral-portuario-turística (FL) tanto fluvial como marítima. Si no se especifica otra cosa, nuestros comentarios aluden a la FA. Las fronteras urbanas (FU) de ciudades de 50.000 habitantes o menos que son los tamaños habituales de las cabeceras administrativas y de servicios rurales de los territorios de FA muy activos y en consolidación avanzan ocupando áreas que se miden en decenas de km² por quinquenio, mientras que la FA lo hace sobre cientos (Uruguay y el Oriente de Paraguay) y miles de km² por quinquenio (Chaco Paraguayo, Bolivia, Argentina y Brasil). Las tres clases de fronteras avanzan sobre ecosistemas naturales seminaturales y agroproductivos en distinta proporción según el tipo de frontera y de eco-región. La FU ocupa en un 80% o más tierras domesticadas de uso agropecuario, y el 20% restante corresponde a bosques degradados por extracción de madera, leña, fabricación de carbón, sobrepesca, defaunación y sobrepastoreo. La frontera litoral (FL) avanza en un 50% o menos sobre agroecosistemas, y el resto lo hace sobre ecosistemas seminaturales o con estructura y funcionamiento de bosques que son plantaciones forestales cuyo objetivo es fijación de dunas, creación de sombra y sólo residualmente producción de coco, cajú y madera y resina. La FA históricamente avanzaba sobre ecosistemas que generalmente eran presionados por actividades extractivas que llamamos de cosecha ecosistémica como pesca, caza, recolección y extracción de madera de ley, gomas, resinas, frutos, y látex.

En territorios con litoral fluvial, la etapa pionera de la frontera agropecuaria dinamiza tanto la FA como las FU y FL. En costa marítima, no hay FA en sentido estricto esos territorios tienen una historia de medio siglo de ocupación antrópica y Brasil, único país del MERCOSUR con bosques cercanos y contiguos a la costa está desarrollando una vigorosa política de restauración y conservación de los fragmentos sobrevivientes de la Mata Atlántica. Los tres tipos de frontera, cuando avanzan sobre territorio de ecosistemas vírgenes o semivírgenes presionan sobre:

- a. Ecosistemas, comunidades, especies, y poblaciones de gran valor patrimonial (por ejemplo endemismos, especies de importancia biomédica, poblaciones disyuntas, con germoplasma de importancia para trabajos de bioingeniería, etc.) conocido y evaluado; que son la excepción por el monumental esfuerzo que ese trabajo requiere (ejemplos de conocimiento avanzado pueden buscarse en bosques de Centroamérica y el Caribe, en Puerto Rico, Cuna y Costa Rica) pero no en el MERCOSUR.
- b. Ecosistemas mal conocidos cuyo valor para el hombre ha sido parcialmente inventariado pero no estudiado que es el 99% de los casos.
- c. Funciones de los ecosistemas fundamentales para la vida humana como control climático, biodiversidad, producción de alimentos, regulación de inundaciones o sequías y desastres ambientales.
- d. Plantas y animales con compuestos químicos productores de materiales desconocidos o conocidos localmente y de potencial valor y aprovechamiento futuro.

Grandes eco-regiones

Hemos elaborado un mapa esquemático que orienta sobre la ubicación de los territorios de alto dinamismo fronterizo. De cada uno describimos las eco-regiones donde se "convierten" (transforman o domestican para agricultura y ganadería). Incluye eco-regiones donde se concentran el capital e infraestructura básica para los procesos de producción, almacenaje, transformación y transporte de carne vacuna, granos y oleaginosas provenientes de fronteras agropecuarias activas. En muchas de ellas la tierra, la creación y propiedad de germoplasma, la producción y comercialización de insumos agroquímicos y la infraestructura de almacenaje y los medios de transporte están en manos del capital privado, en muchos casos multinacionales. Las vías de penetración, la construcción y mantenimiento de ejes viales y fluviales, la educación, la salud y la seguridad la proporciona el Estado. Las grandes obras hidroeléctricas y el transporte de energía a veces están en manos del Estado y otras en sociedades mixtas, o concesiones privadas.

BRASIL

Participación muy activa del Estado Nacional en la organización del espacio fronterizo basada en el hecho de que como la tierra a colonizar es pública ello permite orientar la migración, dirigir el desarrollo y vender o ceder las parcelas, orientar el desmonte. Desde 1960 el ordenamiento del territorio en eco-regiones con amplios territorios de ecosistemas naturales y la política de conservación ha sufrido profundos cambios sobre la base de una estrategia que podemos caracterizar por: primero ocupar, luego ordenar y después conservar. Estos cambios refuerzan el concepto de que Brasil ordena y planifica constantemente su territorio fronterizo (Adamoli y Fernández, 1980).

1.- (el mapa) **Eco-región Amazónica (EAM)**. frente de ocupación consolidado entre 1976 y 1981) en los estados de Rondonia, Pará, Maranhao y Amazonas. Frente pionero en avance 1985-2000 en los Estados de Amazonas, Mato Grosso do Norte, Río Branco y Amapá.

Actividades dominantes, ganadería en pasturas africanas implantadas, soja y arroz, acompañan cultivos estratificados de agricultura multiestrato, incluyendo cacao, café, ananá, maderas nobles y enredaderas para bebidas sin alcohol (guaraná, mburucuya, coca, cola). Hay ANP federales de más de 1.000.000 de ha, con conflictos muy serios con los aborígenes asentados en la ANP, con los ocupantes y dueños de la tierra contigua, con los "seringueiros" o colectores de látex, con los cazadores furtivos y con los exploradores de yacimientos de metales de alto valor y piedras preciosas y semipreciosas. Los aborígenes pueden ser tanto aliados como enemigos de la aplicación de una estrategia de conservación, todo depende de cómo se organice la relación interétnica y se superen conflictos históricos siempre resueltos con violencia donde sólo excepcionalmente el perdedor era el blanco o el mestizo.

En el 2004 se puede considerar una *frontera migratoria* es decir con grandes masas de colonos que venden sus tierras en su sitio inicial y van a otra área ofrecida por el Instituto de Colonización y Reforma Agraria, sin salir de la eco-región (ver eco-región de Los Campos). Dominan actividades silvoagropecuarias y agricultura multiestrato, la soja no es el cultivo principal.

2.- **Eco-región de los Campos Cerrados (ECC)**. Frente de ocupación consolidado de antiguo en Minas Gerais, Goiania, Pará, Maranhao y parte de Mato

Groso (ex Mato Grosso do Sul). Frente pionero mas joven, Mato Grosso y Mato Grosso Do Norte, en todo el entorno de la eco-región del Gran Pantanal. Las características de sus suelos con toxicidad de aluminio y la formación de costras ferruginosas frenaron durante largo tiempo el desarrollo de la agricultura. Hasta los '70 la actividad dominante y casi única en los interfluvios fue la ganadería, y muy localmente el arroz en las "varzeas" o valles de inundación de los grandes ríos.

Actualmente las actividades dominantes: incluyen soja, ganadería y arroz, este último restringido a las "varzeas" fluviales. Los campos cerrados ricos en fragmentos de bosques son explotados por la dureza y calidad de algunas maderas y por el tanino de otras. Las ANP de gran tamaño entre las que se destaca el Parque Nacional de Emas no están alambradas y la actividad ganadera es compartida entre la tierra privada y la pública de las ANPs. La Capital de la República posee un ANP alambrada en contacto con el aglomerado urbano. Actualmente la soja se expande velozmente en los Cerrados, desplazando a la ganadería y a campos vírgenes, de la mano de nuevas variedades adaptadas a la siembra directa. Cada estado tiene una estrategia de apoyo y control de la expansión de la FA.

En cuanto a cambios dominantes de usos de suelo se trata de un tipo de *frontera mutante o de sustitución y complementación*, es decir donde la soja sustituye y complementa a la ganadería de alta calidad.

La soja y la ganadería son las actividades principales.

3.- Eco-región de los Campos (ECA). FA casi totalmente consolidada de antiguo. Es un espacio expulsor de población rural precarizada (los Sin Tierra) a varios frentes pioneros particularmente a Rondonia en el Centro Oeste de la Eco-región Amazónica. Desde los '70 en Paraná, Santa Catarina y Río Grande Do Sul, se producen migraciones masivas a la eco-región Amazónica que consolidan frentes pioneros jóvenes y una década más tarde se vuelven a poner en movimiento por haber perdido o vendido su parcela al poco tiempo de comenzado el desmonte. Esas migraciones "secundarias" y hasta terciarias al interior de la eco-región Amazónica (ECA) son una característica de la misma y los agricultores que se resignan al perder su tierra no siempre pueden conseguir tareas rurales y muchas veces se concentran en amplísimos cinturones de pobreza periurbana en ciudades como Porto Velho, Belem do Pará, Iquitos, Santaren, Manaos.

Estos colonos inmigrantes de la Amazonia también se desplazan del campo al poblado y se instalan en centros de servicios rurales de crecimiento vertiginoso que alcanzan los 10.000 habitantes y en poco más de una década. En el 2004 se trata de una *frontera consolidada expulsora* en Brasil y que avanza en los Campos de Paraguay y Argentina (Corrientes y sur de Misiones).

Domina abrumadoramente el sistema trigo-soja de muy altos insumos tecnológicos.

4.- Eco-región de la Mata Atlántica Interior (EMA). Frente histórico de avance de la frontera cafetera y de caña de azúcar hasta el Estado de Paraná consolidado en los 60-70 en São Paulo y Paraná y frente maicero, triguero antiguo en Santa Catarina. Frente sojero pionero en los 75-90 en el occidente de Paraná, Santa Catarina y gran parte de Mato Grosso do Norte. Frentes pioneros como parches con parcelas de más de 2.000 ha alrededor de las grandes presas en construcción sobre los afluentes del Alto Paraná y alto Uruguay y que avanzan en Paraguay y Argentina como se indicó en la Eco-región de los Campos. Actividades dominantes soja-trigo y ganadería sobre pasturas implantadas. La construcción de Itaipu produjo movimientos migratorios fuertes y exceptuando Mato Grosso do Norte se puede hablar de una *frontera orientada por la construcción de un abigarrado sistema de presas hidroeléctricas*.

5.- Eco-región del Gran Pantanal (EGP). Histórico desarrollo de enormes estancias (fazendas) con ganado vacuno asilvestrado semisalvaje de una raza autóctona llamada "tucura" originada en razas europeas. La construcción de la "rodovía Transpantaneira" en su porción Cuiaba-Corumbá inició un poderoso frente de avance de la FA caracterizado por la creación de grandes "fazendas" polderizadas como la São Joao en el pantanal de Poconé, de hasta 30.000 ha, desmontadas y desarbustadas con capacidad de evacuar con bombas tipo arroceras excedentes de grandes lluvias, donde se practica ganadería altamente tecnificada sobre pastizales implantados de origen africano y australiano. El recurso natural inicial de las fazendas modernas de la década del '70, fue el ganado tucura. El territorio tiene frentes agroganaderos consolidados entre Cuiaba y Poconé y en Campo Grande, y frentes pioneros en Bolivia. La soja, el arroz, y la ganadería de razas indicas (cebuinos) y sus mezclas con razas europeas son las actividades dominantes. El cultivo de plantas productoras de materias primas para sustancias psicotrópicas no tiene mayor importancia todavía.

Los graves problemas de producción surgen de la invasión acelerada de malezas en pastizales perennes de más de dos años de instalados y el moteado de suelos homogeneizados con maquinaria pesada que se refleja en manchones de muy distinto rendimiento. El recurso de alto valor que caracteriza todavía la actividad extractiva es la caza para obtención de cueros de lagartos y grandes loros vivos, llamados "arara"⁴ y la colecta, que también es un esfuerzo de caza de ganado "tucura". El tucura de cornamenta semejante a la de los toros de lidia enfrenta con éxito a los grandes predadores como el yaguararé y el puma.

En el 2004 es una frontera ganadera en tierra susceptible de anegamiento y sojera en sus bordes.

Se trata de una de las eco-regiones donde se encuentran simultáneamente tanto las etapas precursoras como todas las de avance de la FA. Un fazendero puede engordar ganado raza Nelore en pasturas implantadas en el polder y cazar vivos a lazo ganado tucura fuera del territorio endicado, mientras sus peones están autorizados a cazar y vender cueros de yacaré y yaguararé. Cubre más de 100.000 km² en una depresión geotectónica en el centro de Sudamérica con superficies compartidas por Brasil, Paraguay y Bolivia. El colector principal del sistema hidrológico es el Río Paraguay. Inundaciones estacionales de gran desarrollo conectan parches de humedales permanentes en una topografía muy plana de desagüe tan lento como los de los otros 5 grandes humedales del MERCOSUR: que son las eco-regiones de los Esteros del Iberá (EUI) en la Argentina, de los Esteros de Ñeembucú (EEN) en el Paraguay y las subregiones de La Mar Chiquita (Argentina) y de los Baños de Izozog (Bolivia) de la eco-región del Chaco, y la cuenca del Salado en las eco-región de la Pampa (EPA) en la Argentina.

El territorio recibe lluvias anuales entre 1.100 y 1.300 mm con una estación seca que dura entre 4 y 6 meses. Existen todos los tipos de vegetación descritos para el trópico de llanura desde la selva pluvial tropical en los amplios albardones fluviales, pasando por palmares, y una pequeña superficie con ecosistemas claramente chaqueños de unas 80.000 ha, hasta el bosque estacional y pastizales y pajonales alternando con sabanas tipo "cerrado". Ecológicamente llama la atención la presencia de adaptacio-

nes a inundaciones y a incendios recurrentes. Se trata pues de un ecosistema pulsativo de doble origen. Las fluctuaciones del nivel de inundación producen cambios profundos en los ecotonos de vegetación acuática de las lagunas de gran tamaño y en la fenología de los árboles siendo importantes las especies que florecen antes de desarrollar su follaje tipo lapacho (*Tabebuia* sp.).

BOLIVIA

Igual que Brasil, Bolivia planifica el ordenamiento del territorio y posee enormes espacios de propiedad del Estado pero con varias diferencias: la inestabilidad política ha determinado que cada gobierno haya tenido una estrategia diferente con respecto a temas muy importantes como el cultivo de coca, la sustitución de los ingenios azucareros y el cultivo de caña por soja e incluso con respecto a combustibles derivados de hidrocarburos que es considerada la segunda riqueza nacional después de la minería de metales. Hay proyectos de construcción de rutas paralelas a los ferrocarriles internacionales que unen el país con Argentina, Brasil y Chile, que pueden alterar la dinámica de FA con extrema rapidez en las eco-regiones del Chaco, el Chapare, las Sabanas de Santa Cruz y en menor medida la Amazónica.

1.- **Eco-región Amazónica (EAM).** La integran el conjunto de afluentes formadores del río Madeira que incluye al Beni, el Mamoré y el Guaporé. Frente pionero más importante que el frente consolidado, Dptos. de Beni, Pando y Santa Cruz. Actividad dominante ganadería en tierras anegadizas, y no avanza mucho la soja por ausencia de carreteras de uso permanente. El animal abatido para carnicería se lleva los grandes centros de consumo por avión no refrigerado por lo que los mataderos están muy próximos a los aeropuertos, acompañan los cultivos de subsistencia que incluyen la caña de azúcar, mandioca, camote, maíz, y el cultivo de la llamada coca del Alto Amazonas o coca ipadú (*Erythroxylum coca* var. *ipadu*). La presión de control y eliminación de los cultivos en áreas cocaleras tradicionales empuja a cultivar también la coca boliviana (*E. coca* var.

⁴Usamos los nombres locales entre comillas de las especies, de los tipos de vegetación y de algunos elementos y procesos generalizados en cada región. Por ejemplo total es el de la palma *Acrocomia aculeata* en las Sabanas de Santa Cruz en Bolivia y chonta o chunta el de *Acrocomia chunta* de las yungas; "varzea" para valle de inundación en las eco-regiones Amazonica, del Campo Cerrado y de Los Campos, "tucura" para el ganado europeo asilvestrado en el Gran Pantanal en Brasil, y "chaqueño" para el de igual origen asilvestrado en el Gran Chaco.

BRASIL

1. Amazónica (EAM)
2. de los Campos Cerrados (ECC)
3. de los Campos (ECA)
4. de la Mata Atlántica Interior (EMA)
5. del Gran Pantanal (EGP)

BOLIVIA

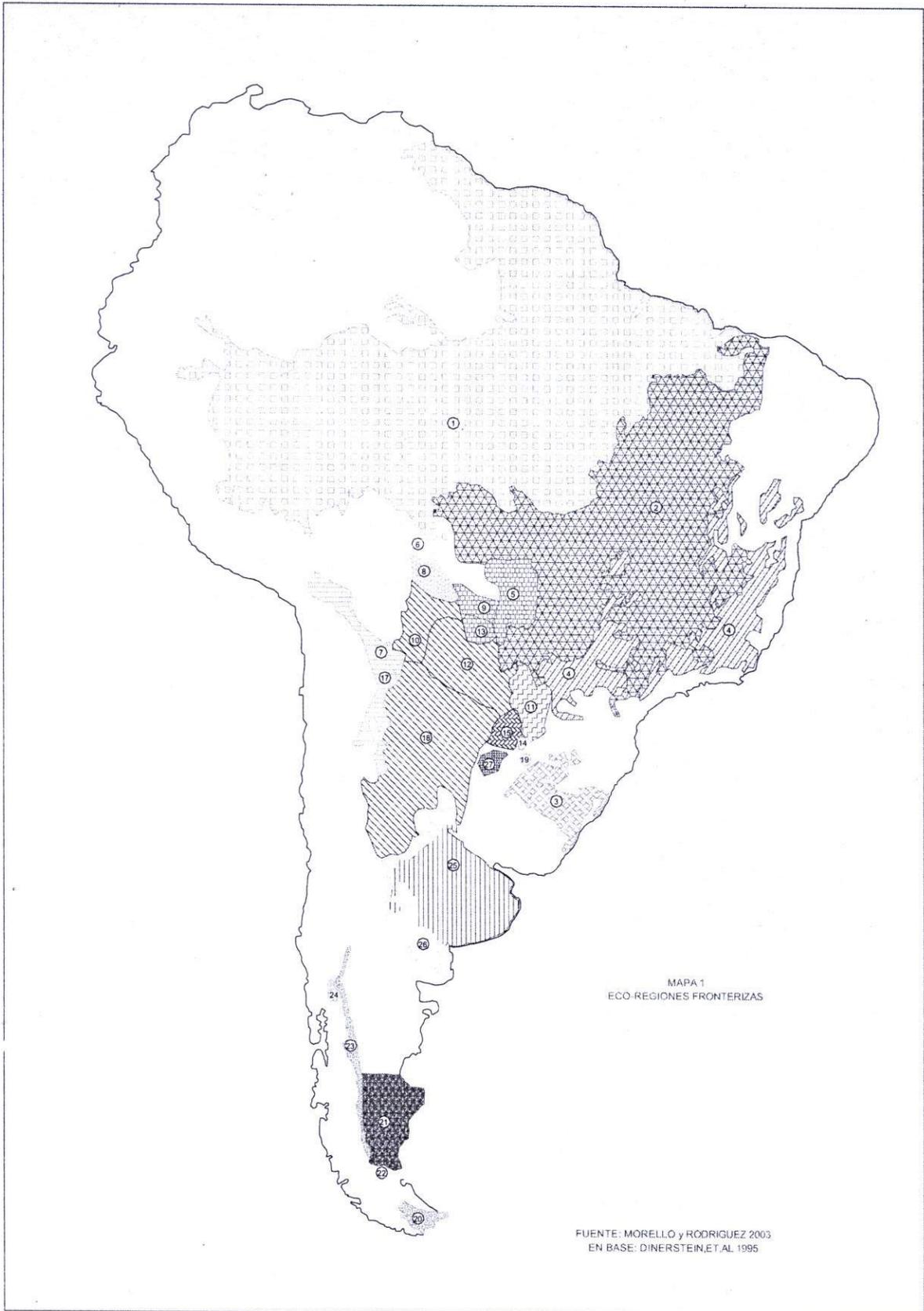
6. Selvas del Chapare (ESC)
7. de las Yungas (EYU)
8. de las Sabanas de Santa Cruz (SSC)
9. del Gran Pantanal (EGP)
10. del Chaco (ECH)

PARAGUAY

11. de la Mata Atlántica Interior (EMA)
12. del Chaco (ECH)
13. del Gran Pantanal (EGP)
14. de los Campos (ECA)
15. de los Esteros de Ñeembucu (EEN)

ARGENTINA

16. de la Mata Atlántica Interior (EMA)
17. de las Yungas (EYU),
18. del Chaco (ECH)
19. de los Campos (ECA)
20. de los Bosques de Lengua Fueguinos (EBL)
21. Meseta Central Patagónica (EMC)
22. de la Estepa Graminosa (EEG)
23. de los Pastizales Subandinos (EPS)
24. de los Bosques Patagónicos (EBP)
25. de la Pampa (EPA)
26. del Espinal (EES)
27. de los humedales del Ibera (EHI)



Mapa 1. GRANDES ECO-REGIONES FRONTERIZAS

coca) con el más alto contenido de cocaína y más fácil extracción de todas las especies transformándose en un potente estímulo de abertura de nuevos frentes de FA, con desmonte parcial.

Son selvas con alta diversidad de especies productoras de látex y la mejor productora (*Castilloa elastica*). Requiere ser abatida para extraer el látex lo que la ha transformado en uno de los gigantes arbóreos más valiosos en vías de extinción.

Hay enormes territorios con alguna categoría de uso especial como Reserva de la Biosfera y las ANP se conservan por inaccesibilidad.

Se trata de una *frontera incipiente* por inaccesibilidad terrestre. La ganadería es esencial y hay estancias con ganado de alta calidad de razas de origen índico que caracterizan lo que llamamos FA.

6.- Eco-región Selvas del Chapare (ESC) y del Dpto La Paz, su capital comercial, Villa Tunari está a 150 al NE de Cochabamba. La FA tiene enormes territorios consolidados que se establecieron hace medio siglo como colonización dirigida y en los 75-80 son convertidos en un 70% en cocales. El 30% restante de cada predio incluye tierras de cultivos de "panllevar" (subsistencia campesina) como yuca (mandioca), poroto, ñame, arroz de secano y maíz, parches de selva secundaria en espera de reconversión y algún cultivo comercial "autorizado", como cítricos y banano. Los llamados regionalmente cultivos autorizados son casi siempre de "disimulo" de la actividad real que es la producción de hoja de coca para industrializar. Se trata de campesinos cocaleros con muy poca tierra, muy bien organizados y con liderazgo tan fuerte como el del sindicato de los mineros. El lote familiar de los cocaleros raramente llega a 10 ha. La actividad dominante es la coca, cuya erradicación parcial transforma el área en frente en movimiento constante abertura de nuevas fronteras pioneras. Lluve más de 3.000 mm y en su entorno más cercano a Cochabamba la antigua colonización dirigida para ubicar campesinos del Altiplano comenzó en los '40 y se aceleró entre los '70 y los '80 época en que se transformó en el área productora de hojas de coca para producir pasta y extraer clorhidrato de cocaína más importante de América, junto con el valle del Huallagas en Perú. El monitoreo por imágenes demostró que el grueso del desmonte para coca en el Chapare ha sido ejecutado sobre bosques secundarios de granjas abandonadas productoras de arroz, banana, cítricos y maíz.

Es importante indicar que en el período 78-90 de las 45.000 ha dedicadas a producción de coca el

85% provino de reconversión de parcelas previamente cultivadas y solo el 15% de deforestación de selva virgen.

Se trata de una ecoregión con exceso de lluvias donde el empobrecimiento del suelo afecta la biodiversidad de los bosques secundarios que se restauran naturalmente al abandonar el cultivo. Una selva secundaria es dominada por árboles pioneros o cicatrizantes como el ambiabo (*Cecropia*), la balsa (*Ochroma lagopus*), asociados al cuchi (*Astronium* sp.) y el copaibo (*Copaifera langsdorfi*). En estos bosques faltan muchas maderas duras de crecimiento lento como el coloradillo (*Lecythis* spp.) y el verdolago (*Terminalia amazonica*).

En el 2004 domina lo que llamamos *frontera cocatera y de cultivos de pan llevar*.

7.- Eco-región de las yungas (EYU). Ubicada en las laderas orientales de los Andes es uno de los territorios con mayor complejidad de relieve y riqueza biológica de Sudamérica, posee excelentes suelos en los paisajes planos y valles bajos llamados mesotérmicos. En la región se separa una Yunga de baja altura o "Yunga verdadera" originalmente cubierta por una selva muy rica en elementos de la eco-región Amazónica y con variedades y especies nativas de plantas de excepcional valor para la humanidad, como el cacao, la coca y la quina. Su límite altitudinal llega a los 2.000 m, coincidiendo con el límite del cultivo de la coca y la bananera. Reciben entre 3.000 y 5.000 mm de precipitaciones por año, y las temperaturas medias anuales oscilan entre 22 y 33 grados. Con esa oferta biofísica, sumada a una colección de maderas nobles de alta calidad y demanda, es la FA más antigua del territorio boliviano. Allí se desmontaba en épocas *prehispanas* para cultivar coca y frutas tropicales. Se trata del territorio donde se cultiva la coca para cosechar sus hojas para consumo directo es decir para masticación e infusiones. El avance de la caña de azúcar es de época de la colonia y recientemente la soja compite y suplanta a la caña de azúcar por soja. Las tierras domesticadas tienen tremendos problemas de erosión en cárcavas. Hay inversiones importantes en fabricas de alimentos balanceados y aceiteras, lo que presiona para garantizar el abastecimiento de materia prima a punto de que al deteriorarse por erosión en la yunga boliviana se busca el grano de soja en la Argentina.

Las "medio Yungas" son selvas de neblina, superhúmedas se extienden de los 2.000 a los 2.800 m y fueron desmontadas parcialmente para cultivo de café bajo sombrío, tanto en Bolivia como en Perú.

Las plantas que marcan con cierta exactitud sus límites altitudinales son los helechos arborescentes. La FA está consolidada y la erosión es menos violenta que aguas abajo pero hay desplomes en masa por la particular estructura de los sedimentos de las sierras Subandinas, mucho más evidente en la Argentina.

El piso altitudinal superior es el de los bosques de Ceja, donde además de la demanda de leña para la minería que hace descender el límite altitudinal del bosque hay alta demanda del pino del cerro para la industria del papel, la que en la Argentina ha puesto en peligro de extinción a la especie (*Podocarpus* sp.).

La eco-región asienta en una de las cuencas petroleras más importantes de Bolivia y Argentina.

En el 2004 hablamos de una FA consolidada en las medio yungas sin cambios de cultivo salvo parches de marihuana mezclados y disimulados en los cafetales. En las yungas verdaderas se puede hablar de una FA también *consolidada pero con áreas de conversión de cultivos*: caña por soja y con grave deterioro de sus suelos.

8.- Eco-región de las Sabanas de Santa Cruz (SSC). Con varias cabeceras fluviales que envían sus aguas al Amazonas es un territorio hidrológicamente ecotonal con amplias superficies que drenan al Paraguay-Paraná. Biogeográficamente es un amplísimo deslinde de muy baja energía del relieve, entre la eco-región Amazónica (EAM), el Chaco (ECH) y el Pantanal (EGP). En la estación de las lluvias ese amplio ecotono entre las dos cuencas más importantes de Sudamérica, Amazonas y Del Plata, se inunda y en muchas áreas la lámina de agua permite no sólo el traslado en canoa de una cuenca a otra sino el intercambio florístico y faunístico entre la selva pluvial Amazónica y los bosques estacionales del Chaco Boreal. En Trinidad llueve 1.740 mm y en toda la eco-región las lluvias pasan de 1.200 mm cerca del Chaco Boreal, y a 1.800 entrando en la eco-región Amazónica (EAM). Hay porciones con clima de fuerte estacionalidad donde durante 3 meses (junio, julio y agosto) llueve menos de 50 mm. Hay caídas importantes de temperatura cuando entran masas de aire frío de la Argentina que afecta también al Chaco (ECH). Esas caídas llamadas "surazos" afectan temporalmente cultivos muy sensibles, pero no a la soja.

Hay un amplio territorio de frontera que fue consolidándose rápidamente entre los años '50 y los '60 promovido por los precios del azúcar y los alcoholes de caña. En los '90 y actualmente las activida-

des dominantes están pasando de caña de azúcar y ganadería en pasturas implantadas a soja

Hay mucho territorio cubierto por ecosistemas naturales: domina la sabana de puro pastizal llamada localmente "campo abierto", y bosques en isletas en una matriz de pastizal, y hay bosques deciduos, bosques semideciduos en la transición con Chaco Boreal y sabana inundable y selva pluvial tropical hacia la eco-región Amazónica (EAM).

La transición biogeográfica se refleja no sólo en achicamiento de las selvas hacia el sur sino en la desaparición muy al norte de especies amazónicas características como la seringueira (*Hevea brasiliensis*) y la castaña (*Bertholletia excelsa*). Desprendimientos florísticos amazónicos que llegan más al sur, hasta el aglomerado urbano de Santa Cruz incluyen a la mara (*Swietenia* sp.) y la balsa (*Ochroma lagopus*).

Se trata de una *frontera en ampliación y con reconversión de cultivos*, dominada casi totalmente por la soja

9.- Eco-región del Gran Pantanal (EGP). Frontera pionera de arroz, ganadería y soja en la porción de borde de humedales. Lagunas permanentes de hasta 1 km de diámetro semejantes a las de Mato Grosso do Sul, llueve entre 1.100 y 1.300 mm al año y hay una estación seca de 4 a 6 meses. Los tipos fitonómicos más importantes son pastizales, pajonales, ecosistemas anfibios, palmares solos, palmeras con árboles, y manchones de selva que raramente sobrepasan los 20 m. La organización de la FA sojera actual está subvencionada por capitales mixtos brasilero-bolivianos, es de alta inversión, tecnificada y las unidades de producción son de miles de ha. Las haciendas tratan de desmontar los altos para soja y el resto se usa para ganadería en campo natural o en pasturas implantadas con o sin endicamiento tipo "polder" del Pantanal brasilero.

Como se indicó para el Pantanal brasilero las estrategias adaptativas de la fauna y la flora están vinculadas a dos pulsos el del fuego y el de las inundaciones.

Se trata de una *frontera pionera en ampliación*, con gran presión participativa de capitales brasileros y bolivianos.

10.- Eco-región del Chaco (ECH). La porción plana, llamada Chaco de llanura aluvial por año recibe entre 400 y 650 mm y fue formada por los desplazamientos laterales de los cauces del Parapetí y el Grande. Hay amplios arenales cubiertos de una es-

pecie endémica del Chaco boreal el "penaco" (*Schinopsis cornuta*) mientras que los suelos menos friables soportan el tipo de bosque más extenso de la eco-región tanto en Bolivia como en Paraguay y Argentina: regionalmente se lo llama quebrachal de caña y quebracho colorado (*Aspidosperma quebracho-blanco* y *Schinopsis quebracho-colorado*). Las otras subregiones planas incluyen el Chaco ribereño con los bañados de Izozog y el valle de inundación del Parapeto.

Esta área de llanura se completa con el Chaco transicional que ocupa los piedemontes de las sierras donde las lluvias oscilan entre 650 y 800 mm/año y allí hay un frente sojero tan dinámico como en ecosistemas equivalentes de la Argentina, sumado a la existencia de acuíferos explotables tanto para producción de granos como de carne. En las restantes hay acuíferos de variada potencia que admiten agricultura bajo riego en situaciones localizadas. En la llanura la FA más activa es la de la entrada de menonitas del Chaco Paraguayo utilizando tecnología de desmonte y modalidades de producción mucho más degradantes que las que se manejan en su área de origen en Filadelfia y su entorno en el Chaco paraguayo (Cuellar, 2004, comunicación personal).

Históricamente en el Chaco Boliviano donde existían o se podían construir abrevaderos o aguadas se desarrolló la ganadería extensiva privilegiando las "pampas" es decir los manchones de pastizales de la matriz de bosque. La sobrecarga ganadera desencadenó el proceso de invasión de leñosas pioneras que mejoran su germinación y supervivencia pasando por el tracto digestivo de animales silvestres y de vacuno y caballo⁵.

La arbustificación de las pampas es el problema más grave de la entrada del blanco en la eco-región. El manejo de los ecosistemas naturales por las tres etnias del Chaco boliviano, isoseños, ayoreo y chiquitanos aparece como sustentable.

La FA ocurre en dos espacios principales teniendo distinto dinamismo, la de la transición predominantemente sojera y de muy alto dinamismo y la del llano es de actividades múltiples, ganadería de carne y leche en pasturas implantadas, extracción de esencia de palosanto, y madera, avicultura, etc. En el 2004 la FA es pionera y en consolidación, pero la eco-región conserva enormes superficies de ecosistemas vírgenes y semivírgenes.

PARAGUAY

Sus rasgos singulares son el control militar de varias eco-regiones, la existencia de variado tipo de FA (consolidada, en proceso de consolidación, pionera e incipiente). El gobierno nacional mantiene el control estatal del ordenamiento del territorio y orienta la colonización hacia territorios estratégicos entre los que el Chaco es prioritario.

11.- Eco-región de la Mata Atlántica Interior (EMA), (en Paraguay se la llama Selva del Alto Paraná). Frente consolidado en la faja vecina a Brasil avanzó hasta las "cordilleras" que son las serranías del oriente paraguayo y allí se ubica el frente pionero de los departamentos Alto Paraná e Itapúa. Las actividades dominantes giran alrededor del complejo soja-trigo en doble cultivo típica agricultura empresarial de altos insumos con amplio acceso al crédito y ganadería a campo también de altos insumos en pasturas cultivadas africanas, australianas, y mejoradas en Brasil.

En la eco-región las selvas ocuparon casi el 95% del paisaje plano, y colinado, mientras que en las "cordilleras" (serranías bajas) aparecen ecosistemas de la eco-región del Campo Cerrados, es decir sabanas con distinto porcentaje de leñosas resistentes al fuego. Los relictos actuales de selva están como manchas o corredores de riberas fluviales en matrices de actividad agrícola y asientan en suelos de alta fertilidad. Esa situación es similar en los 3 países que ocupa la eco-región. Los desmontes en la porción brasilera obedecieron al avance hacia el sur de la antigua FA de la caña de azúcar y luego de cafetera y desde hace 30 años al potencial de los estados del sur de Brasil para producir granos de cultivos de termoclima templado, como el trigo, y la soja. Este avance es muy antiguo, hace casi 80 años el estado de Paraná entregaba 1.300.000 ha a una compañía colonizadora que adjudicó parcelas de 10 ha por familia, logrando fijar 58.000 personas dedicadas en un 80% a producción de café. En la porción Argentina la demanda de deforestación fue para producción de cultivos perennes subtropicales, básicamente yerba mate, té y tung y para plantaciones forestales con especies subtropicales de rápido crecimiento. En Paraguay la FA alojó un muy alto

⁵En el Chaco boliviano de llanura los grandes diseminadores silvestres de semillas de leñosas invasoras de pastizales naturales son: 3 chanchos silvestres, dos venados y el guanaco chaqueño

porcentaje de la colonización programada para satisfacer demandas de tierra de minifundistas del entorno de las grandes ciudades, de colonos extranjeros dedicados principalmente a producción de granja y más recientemente a la entrada de capital y productores brasileiros que se instalaron utilizando ventajas crediticias de doble origen: paraguayo y brasileiro. La facilidad de acceso vial rápido y la cercanía a centros educativos y servicios rurales en Foz do Iguazú, y Cascabel, completó un panorama favorable para la instalación productores brasileiros, llamados "brasi-guayos" en la porción paraguaya de esta eco-región (Matteucci *et al.*, 2004). En Paraguay se trata de una frontera agrícola en expansión *casi totalmente consolidada* en el Departamento Alto Paraná.

12.- Eco-región del Chaco (ECH). FA consolidada en el Chaco Paraguayo Oriental y Central alrededor de las colonias menonitas desde la Guerra Paraguayo-Boliviana. Frontera Pionera hacia el límite con Bolivia en el Norte y en el Sur. Actividades dominantes ganadería y soja-trigo.

Desde el punto de vista de la economía forestal el Chaco paraguayo y el boliviano son las subregiones de bosques más importantes de la eco-región. La Argentina posee mayor superficie con bosque nativo pero su degradación alcanza niveles mucho mayores que en aquel país Paraguay. En las FA consolidadas la producción de hortalizas y lácteos se industrializa "in situ" y abastece la Capital y los grandes centros urbanos del oriente del país. En el 2004 la soja es menos importante en esta eco-región que en la de la Mata Atlántica Interior.

El tipo de FA dominante es muy particular: está consolidada en un amplio territorio menonita donde las colonias tienen alta cohesión religiosa y socio-cultural, avanza en sus márgenes y ha enviado agricultores pioneros a conquistar amplias porciones del norte del Chaco Paraguayo penetrando en el boliviano tecnología de desmonte que deteriora. El gobierno ofrece facilidades para la instalación de campesinos del oriente (ver eco-región de Los Campos).

13.- Eco-región del Gran Pantanal (EGP). Igual que Brasil pero con FA en una etapa pionera y con grandes superficies disponibles con dominancia de la ganadería y el arroz, y acompaña ecoturismo. Donde dominan suelos arenosos no anegadizos se practica ganadería en pasturas implantadas. La vecindad al Paraguay y la posibilidad del transporte con barcas abrió FA en todos los suelos no anegadizos. La anegabilidad discrimina entre producción

de carne y arroz por un lado y de soja y pasturas implantadas en suelos no inundables.

14.- Eco-región de los Campos (ECA). Igual que Brasil en el sentido de ser expulsora de población rural pero con dominancia de parcelas o propiedades de menos de 50 ha originadas en varios programas antiguos de colonización dirigida. Donde no hay suelo rocoso se ha consolidado una vieja FA para poliproducción, desde cítricos, hasta lácteos, pasando por producción de subsistencia con un producto para mercadeo: yerba mate, té, caña de azúcar.

En el 2004 es una FA casi totalmente ocupada, que en algunos territorios expulsa población joven con experiencia campesina hacia la colonización dirigida por el gobierno en las nuevas fronteras abiertas en los bosques de bordes de las serranías insulares y los medanos del Chaco.

En el 2004 en una FA *consolidada con expulsión de población rural*.

15.- Eco-región de los Esteros de Ñeembucú (EEN). Se trata de la eco-región anegadiza contigua al Chaco de Paraguay y Argentina que sumando los esteros de Ñeembucú con los del Iberá hacen una superficie de 60 a 65.000 km² ocupados históricamente por actividades de ganadería extensiva y cosecha de cueros para exportación de carpincho y yacaré. Sus bordes fueron usados para una rotación de arrocería con ganadería. Las actividades dominantes en tierra anegadiza ganadería alternando con arroz, acompañada de ecoturismo siguen ampliándose y podemos considerar que la FA *está consolidada en grandes áreas pero sigue en expansión de bordes y coexiste con un crecimiento acelerado del ecoturismo*.

Se trata de cuerpos de agua pluvidependientes que mantienen un equilibrio entre precipitaciones y evapotranspiración y con vías de desagüe reguladas por masas de vegetación flotantes llamadas "embalsados". La vecindad a la gran presa hidroeléctrica de Yaciretá parece no afectar el nivel de aguas por movimientos laterales de la napas. Los altos son cordones arenosos o de suelos francos donde se consolidó hace casi medio siglo una FA de citricultores conviviendo con plantaciones forestales y horticultura de "primicia" particularmente la frutilla.

En el 2004 hay una fuerte conversión de estancias de ganadería extensiva en residencias para alojamiento de turistas. La FA *esta consolidada*,

ARGENTINA

Junto con Uruguay conforman un amplio territorio de termoclimas regionales subtropical templado, y grandes espacios de pastizales con suelos de alta fertilidad donde hace un siglo se cancelaron las FA en los espacios que admitían agricultura tradicional de secano. Lo esencial radica en que es un país donde la FA avanza exclusivamente sobre bosques y selvas que originalmente cubrieron 100.000.000 de ha y hoy ocupan apenas 32.000.000 (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2003, comunicación personal).

16.- Eco-región de la Mata Atlántica Interior (EMA) (en la Argentina Selva Paranense). Actividades dominantes, silvicultura, té, yerba mate y tabaco, acompaña ganadería. La frontera pionera avanza en los faldeos de la sierras de Misiones y sobre el Río Uruguay.

El desmonte para plantación de árboles de madera de crecimiento rápido particularmente coníferas ha motorizado el desarrollo de una industria de pasta, papel y cartón en la costa del Paraná que no existe en la porción paraguaya de la eco-región, cuyo desarrollo reciente está asociado con la agricultura de altos insumos del sistema trigo-soja y la ganadería sobre pasturas tropicales introducidas.

La plantación forestal avanza sobre las serranías y en los valles interserranos se desmonta para ganadería altamente tecnificada.

Es una eco-región sin FA en llanuras y piedemontes de la cuenca del Paraná y con FA en desarrollo en los faldeos serranos y los piedemontes y llanuras de la cuenca del Uruguay. En el 2004, hay crecientes espacios para usos turísticos y esa actividad está asociada con el patrimonio natural y el cultural (ruinas jesuíticas) igual que en Paraguay. Es la eco-región con mayor número de áreas protegidas de la Argentina.

FA cancelada en la cuenca del Paraná activo en la serranía y la cuenca del Uruguay.

17.- Eco-región de las Yungas (EYU). Originalmente cubierta por selvas de muy alta diversidad de hábitats, especies y comunidades de plantas y animales. Hoy las producciones fundamentales son: caña de azúcar, cítricos, tabaco, y hortalizas de primicia. La frontera pionera es controlada por las grandes empresas "cañeras". No se cultiva coca, y la soja es del deslinde con el Chaco.

La superficie original de la selva de piedemonte de relieve suave y suelos fértiles fue 2.100.000 ha de las que 1.500.000 ya están convertidas en cultivos de caña de azúcar, quedando 160.000 de valor para la conservación (Fundación pro Yungas, 2004). La frontera sojera avanzó durante los últimos 15 años a una tasa de 1.000 ha/años.

Hay 100 especies arbóreas de las que 40 son exclusivas de la selva pedemontana y 10 de alto valor maderero (Fundación pro Yungas, 2004).

El sector salto-jujeño de la subregión pedemontana es llamado bosque de paloblanco y palo amarillo (*Calycophyllum multiflorum*) y el tucumano bosque de tala y mistol (*Celtis tala* y *Zizyphus mistol*). Los pisos superiores incluyen la selva alta de neblina y más arriba los bosques de pino del cerro (*Podocarpus parlatorei*) y aliso (*Alnus jorullensis*).

La FA ha ocupado casi todo el piedemonte pero avanza sobre los relieves enérgicos de los faldeos con plantación de cítricos.

18.- Eco-región del Chaco (ECH). Es una FA casi totalmente boscosa. Se trata de la más importante frontera pionera del país apoyada sobre el centro oeste de Formosa, y del Chaco el norte de Córdoba y el Chaco Salteño y una amplia faja del límite entre Santiago del Estero, Santa Fe y el Chaco. En Salta la frontera consolidada acompaña la ruta Nacional 31 hacia el Bermejo y los languidecientes pueblos de obrajes de la década del '50 como las Lajitas, Apolinario Saravia, y Martínez de Tineo se han convertido en aglomerados urbanos de servicios rurales de muy alto dinamismo.

Actividades dominantes: trigo/soja y ganadería. Hay procesos de sustitución de cultivos importantísimos como algodón por trigo-soja o algodón-soja, o soja de primera. Hay notables procesos de conversión de poroto a soja: en el 2001 se sembraron 200.000 ha entre alubia y negro y en el 2004 solo la mitad. En la eco-región preocupa el hecho de que "la soja devora" otros cultivos característicos de las economías regionales como el algodón, el poroto, y el garbanzo.

Se puede documentar una secuencia de frentes de avance del blanco en el territorio que hoy es FA: a) la explotación de mieles, ceras y cueros por "meleros fronterizos"; b) la entrada de los "puesteros" con sus pequeños rodeos mixtos siguiendo los paleocauces del Bermejo-Pilcomayo y del Juramento; c) llegada del FFCC y explotación forestal; d) exploración y petrolera y la FA actual. Hay que pensar que en 1975 no había otra soja en el Chaco que no fuera de los lotes de experimentación del INTA.

En el 2004 es una frontera *sojera-citrícola en avance con conversión de otros cultivos* e industrias procesadoras instaladas en la eco-región: concentrado de jugos cítricos y subproductos de la soja.

19.- Eco-región de los Campos (ECA). Se trata de la última FA Argentina desarrollada sobre ecosistemas de pastizales y pajonales, y "malezales" sobre suelos con restricciones y fértiles, con precipitaciones que superan los 1.000 mm/año. En los '80 fuerte avance en Corrientes de empresas sojeras y ganaderas desde Brasil. Actividades dominantes: las antedichas y plantaciones forestales. La frontera consolidada es la vecina al río Uruguay y la pionera está en los bordes del Iberá. Hay grandes plantaciones de té, yerba y los arrozales se rotan con varios años de ganadería. La ganadería sobre pastura implantada y la soja son los cultivos dominantes en el frente pionero, le acompañan las plantaciones forestales y los cítricos. Igual que en el Chaco hay conversión de arrozales en soja-trigo. En Entre Ríos en 5 años la soja pasó de 324.000 a 1.142.000 ha (1999-2004) y el avance de la FA ocurre también sobre bosques de la eco-región del Espinal habiendo inducido a la provincia a prohibir por ley el desmonte (Fiorott, 2004).

27.- Eco-región de los humedales del Iberá (EHI). Ocupada originalmente por pastizales, gramíllares, pajonales y malezales tienen una estructura productiva complementaria a la eco-región de Neembucú con desarrollos ecoturísticos más numerosos y articulados y grandes áreas protegidas privadas y del Estado nacional. La FA se instaló hace medio siglo en el borde de humedales de grandes dimensiones. Entre los grandes bañados hay amplias lomas arenosas de producción forestal, citrícola y hortícola, bajo cubierta y a campo, que está sufriendo las consecuencias del ascenso de la freática que compromete no sólo las cosechas citrícola y silvícola sino la propia supervivencia de las plantaciones. El fenómeno es atribuido al lento desplazamiento de infiltraciones de la presa de Yaciretá. En los '60 y hasta el '80 se consolidó una frontera pionera de ganadería en campo natural y arroz en un modelo de rotación agro-ganadera. Frontera con poco territorio susceptible de apropiación.

26.- Eco-región del Espinal (EES). Originalmente ocupada por ecosistemas de pastizales, sabanas y bosques abiertos donde dominaban distintas especies del género *Prosopis*. Hoy no quedan ecosis-

temas naturales apropiables excepto fragmentos de algarrobales (dominan *Prosopis alba* y *P. nigra*), ñandubaysales (*P. affinis*) y selva de Montiel (*Aspidosperma quebracho blanco*, *Tritrinax campestris* y *Prosopis alba* y *P. nigra*) en Entre Ríos; caldenales y algarrobales en La Pampa y algarrobales-chañarales en San Luis. Hay si una fuerte conversión de campo ganadero en cultivo de soja. Por otro lado el lino también cede lugar a la soja. La conversión es casi irreversible porque al pasar al cultivo de soja se elimina el sistema de apotreramiento y provisión de bebida animal y se levantan muchos alambrados, corrales e infraestructura de carga de vacunos.

En el 2004 se están desmontando los últimos caldenales para implantar pasturas en la provincia de la Pampa. Es una FA *en cancelamiento* y con muy pocas áreas protegidas.

25.- Eco-región de la Pampa (EPA). Fronteras canceladas excepto en la Pampa Deprimida donde la sustitución es de pastura natural por implantada. El proceso de reconversión más importante desde el '80 fue el de campo ganadero a cultivo de cereales y oleaginosas liderado por la soja como en la eco-región del Espinal.

En el 2004 la situación descrita por Giberti (2004) se caracteriza por "sesgo general hacia la gran empresa y una muy insatisfactoria distribución del ingreso, las ventajas naturales y mejor estructura de la región hicieron que alcanzara niveles extraordinarios de producción peligrosamente centrada sobre pocos granos, y estos en la soja "... En pocos años la siembra directa, la soja transgénica con aplicación de un herbicida total, el doble cultivo trigo-soja, el silo bolsa y los albores de la agricultura de precisión delinean un nuevo panorama...". La sojización resultante plantea un doble peligro económico y ecológico. Respecto del primero tanto los agricultores como buena parte de las economías nacional quedan sometidos a una peligrosa dependencia de una casi única producción. Una caída de precios o un percance de cosecha pueden deteriorar seriamente los ingresos. Desde el punto de vista ecológico una casi monocultura conduce irremediablemente al agotamiento y degradación de los suelos aunque la siembra directa proporcione cierto alivio. Además el uso indiscriminado de agroquímicos afecta otras actividades.

20.- Eco-región de los Bosques de Lengua fueguinos (EBL). Domina la actividad de cosecha ecosistémica tradicional del bosque nativo, entresaca de rollizos maderables de lenga (*Nothofagus pumilio*), y crece aceleradamente el ecoturismo y los deportes invernales. La explotación es exclusi-

vamente de masas nativas y las especies introducidas no juegan ningún papel en la industria maderera. Un proyecto importante de una multinacional de la madera para dar valor agregado a la producción de lenga está en discusión. La frontera en el sentido de cambio del uso del suelo la producen los deportes invernales; la ganadería vacuna es importante en antiguas talas rasas alrededor de Ushuaia. No es una frontera agropecuaria activa, por lo menos hasta que se decida si comienza o no el proyecto de explotación de los lengales por la multinacional. Desde hace 4 décadas el cultivo de hortalizas en invernáculo y la ganadería vacuna estabulada en invierno, aparecen como opciones asociadas al enorme impulso turístico de la región.

Conviene tener claro que la diferencia que hay con la eco-región de los Bosques patagónicos donde la industria maderera se apoya en especies introducidas de rápido crecimiento.

21.- Eco-región meseta Central Patagónica (EMC). Ejemplo siempre citado de máxima erosión eólica y disminución de la biomasa forrajera para ovinos en Santa Cruz. No es frontera agropecuaria pero las actividades productivas están tomando un sesgo ecoturístico, tipo turismo de estancia y hay prometedores ensayos de sustitución de oveja por guanaco para producción de fibra animal de alta calidad. Hay programas de aumento del bombeo de agua de ríos cordilleranos para regar mallines que son los parches de alta bioproductividad de la estepa patagónica. Hay proyectos hidroeléctricos y exploración y explotación minera y de construcción de presas hidroeléctricas que prometen grandes cambios y sobre todo la ampliación de los oasis de riego. Actividad dominante: cría de ovejas. *FA asociada al aumento de pasturas implantadas riego.*

22.- Eco-región de la estepa gramínea (EEG) del sur de Santa Cruz y norte de tierra del Fuego. Pasturas naturales de excelente calidad, hay posibilidad de mejoramiento y prácticas de manejo sostenible de las comunidades naturales. No hay frontera agropecuaria en sentido estricto y la explotación petrolera crea manchones desprovistos de cobertura vegetal.

23.- Eco-región de los Pastizales Subandinos (EPS). Se trata de una angosta faja de los Andes patagónicos con un gradiente de aumento de lluvias hacia el oeste. Es una FA consolidada desde hace 2 décadas sustituyendo pastizales húmedos degra-

dados por forestación con coníferas en modalidades ingeniosas de utilización de matorrales como guardavientos.

Con protección de cercos vivos se implantan forrajeras y cereales de clima frío bajo riego. La ganadería de alta calidad es la actividad dominante y en el 2004 hay establecimientos que producen simultáneamente novillos gordos para carne y reproductores de exposición en un sistema de predio de cría, engorde y cabaña. Gran desarrollo de pasturas bajo riego para vacuno y ovino, y restauración de pastizales y riego en mallines. Hay inversiones internacionales importantes. Hay modelos de producción ecológicamente sostenibles. *No hay FA sino tecnificación de la producción.*

24.- Eco-región de los Bosques Patagónicos (EBP). Se trata de la frontera agropecuaria más activa de la Patagonia y hay frentes pioneros abiertos en las 4 provincias continentales. Se sustituye bosque nativo por plantación forestal de coníferas de rápido crecimiento, básicamente Pinus y pino douglass (*Pseudotsuga* sp.) siguiendo el modelo chileno. Fronteras relativamente consolidadas incluyen las plantaciones de pino y araucaria de Neuquén o pehuén (*Araucaria araucana*) sobre desmonte de bosque de roble pellín (*Nothofagus obliqua*), pehuén y coihue (*Nothofagus dombeyi*) en todo el entorno de vocación forestal de los Parques Nacionales y, Áreas Naturales Protegidas (ANP) provinciales. Hay una creciente inquietud sobre las consecuencias de sustituir un bosque de coníferas nativo, el ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) por introducidas que se transforman en invasoras y compiten exitosamente con el bosque de coihue allí donde se abren claros.

CONCLUSIONES

Investigadores, técnicos, ONGs y el sector público vienen preocupándose por las dimensiones que alcanza, y la rapidez con que avanza la FA cerealera sin que puedan preverse sus consecuencias. Analizando el estado del conocimiento en las eco-regiones donde se desmantela el patrimonio natural puede verse que es bajo, que no se sabe cuántas especies de seres vivos hay allí, que potencial de domesticación tienen algunas de ellas, si son endémicas, si ya se usan en medicina popular, etc.

Nuestras conclusiones son: a) Que la FA avanza sobre sistemas ecológicos cuyo conocimiento antecedente es muy bajo, las floras eco-regionales están en ejecución, los catálogos de flora y fauna incorpo-

ran constantemente nuevas especies. b) Que se conocen muy poco los efectos de grandes manchones desmontados y usados para ganadería y agricultura de altos insumos sobre todo en cuanto a ciclo de nutrientes, sensibilidad a los agrotóxicos, comunidades, especies, poblaciones bióticas y hábitats, regulación climática, y contaminación. c) Que hay poca información sobre los efectos sociales del avance de la FA en las etnias locales, los puesteros criollo, el agricultor de subsistencia y las pequeñas y medianas empresas agropecuarias del entorno, y la reconversión de cultivos tradicionales. Que en la Argentina más del 90% de las tierras incorporadas a la FA son bosques, el 75-85% en Paraguay, el 60-65% en Brasil y con valores monetarios totales por ha que pueden superar más de 10 veces el de un cultivo y que en la ecuación que promueve el desarrollo agrícola no se incluye el valor de "opción" (valor futuro), el valor directo de los bienes que produce el bosque y su valor indirecto derivado de los servicios ambientales que presta (regulación del clima, formación de materia orgánica, control de plagas), (Schlichter, 2003). d) Que las experiencias y los saberes técnicos

y científicos de los 5 países permiten una planificación adaptativa de sus respectivas fronteras agropecuarias. e) Que los 5 países pueden controlar las consecuencias de visiones sectoriales y enfoques economistas y promover los enfoques integrados y el fluido intercambio de información que permita ir corrigiendo comportamientos degradantes del avance de la FA en sus respectivos países.

No se trata de los transgénicos, logro de enorme potencial para la salud y la alimentación mundial, ni de la soja, ni de la siembra directa, ni de los herbicidas totales sino del significado ambiental del desmonte de enormes superficies, de las consecuencias socioeconómicas y ecológicas de la homogeneización del paisaje rural, de la dependencia de la exportación de muy pocos cereales y oleaginosas. El problema pasa por conocer y evaluar las consecuencias ecológicas y ambientales del desmonte y establecer estímulos a modalidades sostenibles de manejo de la tierra y sus recursos y ponerse de acuerdo para que en el MERCOSUR haya una política de planificación adaptativa del proceso de FA.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ADAMOLI J. y P. FERNÁNDEZ. 1980. La expansión de la frontera agropecuaria en la Cuenca del Plata: antecedentes ecológicos y socioeconómicos para su planificación. FCEN-UBA
- ADAMOLI J.; S. TORRELLA y P. HERRERA. 2004. Expansión de la frontera agrícola en la región Chaqueña y conservación de la biodiversidad, FCEN-UBA, inédito.
- ANDREANI, P. 2004. Avance de la soja en el NOA. *En: La Nación*, Sec. Campo, 06/12/2003
- BARRACLOUGH S. and K. GHIMIRE. 1995. Forests and livelihood: the social dynamics of deforestation in developing countries. UNRISD, Ipswich Book Co, Ipswich, 229 pp.
- BERTONATTI, C. y J. CORCUERA. 2000. Situación ambiental Argentina 2000, FVSA, Argentina.
- CAP, E. y P. GONZALES. 2003. Argentina: una exploración de la frontera de posibilidades productivas del sector de granos y oleaginosas. INTA, Instituto de Economía y Sociología.
- COMINS, J.; J. MARTINEZ VEGA y M. A. MARTÍN LOU. 2002. Necesidad de un Marco Jurídico para el desarrollo rural en España. Instituto de Economía y Geografía, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 127 pp. Madrid.
- DEMARÍA, M.; W. MCSHEA; K. KOY and N. MACEIRA. 2003. Pampas deer conservation with respect to habitat loss and protected area considerations in San Luis, Argentina. *Biological Conservation*, www.sciencedirect.com.
- DINERSTEIN, E. 1995. Una evaluación del Estado de conservación de las Eco-regiones terrestres de América Latina y el Caribe. Banco Mundial, USA
- FIOROTT, D.T. 2004. Testimonio. *La Nación*, sección Campo, 02/mayo/2004
- FUNDACIÓN PRO YUNGAS. 2004. Las Cifras de la selva Pedemontana. Mimeo.
- FUNDACIÓN VIDA SILVESTRE ARGENTINA-IAMA. 2003. Sustentabilidad Ambiental de la cosecha de los 100 millones. Informe de J. Corcuera, inédito
- GIBERTI, H. 2004. Modernizado e insatisfactorio sector agropecuario. *Realidad Económica*, Número 200:103-129.

- GLIGO, N. y J. MORELLO. 1983. Perspectiva de la expansión de la frontera agropecuaria en el espacio sudamericano. En CIFCA-CEPAL, Expansión de la frontera agropecuaria y medio ambiente en América Latina: 21-36, Madrid.
- KAREZ, C. DANIELE y A. RODRIGUEZ. 1999. El rol de la investigación científica en las reservas de la biosfera. *Interciencia*, vol. 24, número 1.
- LA NACIÓN. 12/06/04
- LEONARD H.J.(ed.). 1985. *Divesting natural capital*. Holmes and Meier, New York, 229 pp.
- MATTEUCCI, S.D.; J. MORELLO; A. RODRIGUEZ y N. MENDOZA. 2004. El Alto Paraná encajonado argentino paraguayo: mosaicos de paisaje. UNESCO-EUDEBA-Editorial FADU, en prensa.
- MORELLO J.; B. MARCHETTI; A. RODRIGUEZ y A. NUSBAUM. 1995. El ajuste estructural argentino y los cuatro jinetes del Apocalipsis ambiental. CEA-EUDEBA, 261 pp.
- MORELLO, J. and C. DANIELE. 1996. A system of protected natural areas along the Paraguay-paraná waterway. En DRCLAS, Harvard University, *Hidrovia: Bright, future or development nightmare?*, Cambridge, :59-69.
- MUELLER Ch. 1983. El estado y la expansión de la frontera agrícola en la Amazonia. En CIFCA-CEPAL, Expansión de la frontera agropecuaria y medio ambiente en América Latina :37-78-35 Madrid
- SCHLICHTER, T. 2003. *En La sustentabilidad ambiental de la cosecha de los 100 millones*. FVSA-IAMA.
- SUNKEL y N. GLIGO eds. *Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina*, Fondo de Cultura Económica, México DF.
- TOLE, L. 1998. Sources of deforestation in tropical developing countries. *Environmental management*, vol. 22, número 1:19-34.
- ZAK M. and M. CABIDO. 2002. Spatial patterns of the Chaco vegetation of central Argentina: integration of remote sensing and phytosociology. *Applied Vegetation Science* 5; 213-226.
- ZAK, M.; M. CABIDO and, J.G. HODGSON. 2004. Do subtropical seasonal forests in the Gran Chaco, Argentina, have a future? *Biological Conservation*. en prensa.
-
-

ECORREGIONES Y PAMPEANIZACIÓN

Walter A. Pengue

GEPAMA, FADU; UBA
wapengue@gepama.com.ar

Desde principios de los noventa y continuando en la actualidad, Argentina delimitó la estructura de un nuevo perfil agropecuario y exportador de materias primas, apoyada en una fuerte intensificación agrícola, especialmente en la Región Pampeana.

Condiciones agroclimáticas, nueva genética adaptada a las distintas condiciones agroecológicas, disponibilidad de mano de obra adecuada, un aceitado sistema de comercialización, estructura portuaria y agroindustrial, simplificación técnica y de manejo sumados a una favorable paridad cambiaria que facilitó la importación de tecnología (especialmente agroquímicos y maquinaria, junto a la sistemática caída de la producción de la industria nacional de maquinaria agrícola) favorecieron la capitalización de una parte del campo y el desplazamiento hacia la agricultura continua, en un proceso conocido como *agriculturización*. La llegada a mediados de la década de la soja transgénica *RG* (resistente al herbicida glifosato) y de la siembra directa simplificó aún más todo ese proceso e instaló al cultivo de soja en el punto central de todo el sistema productivo.

Por otro lado, durante el último año la demanda siempre creciente por proteínas de base vegetal, especialmente soja, la caída de la producción sudamericana sumada a la fuerte demanda y los bajos stocks de los EE.UU., el aumento sostenido de la demanda china y su posible apertura incluso al ingreso de soja transgénica del Brasil, facilita un proceso expansivo hacia el cultivo de soja en países del Cono Sur, como Brasil, Argentina, Paraguay y Bolivia, con grandes espacios vírgenes disponibles para el crecimiento de la agricultura extensiva. Un estímulo muy distinto al del productor norteamericano, que por contar con precios sostenidos por el estado, reducen su interés por trasladarse masivamente hacia la soja, cuando intrínsecamente han sido históricamente productores de maíz. Sin embargo, en el propio EE.UU. y teniendo en cuenta los precios favorables y sus resultados en la campaña 1996/97 (donde la siembra creció un 7,6%) se hace prever una expansión también de la

siembra de soja hasta los 31,6 millones de hectáreas.

En el caso del Brasil, que junto con la Argentina se ha convertido en el conjunto productivo sojero más grande del mundo, la expansión se produce especialmente hacia la zona de los Cerrados, un conjunto de sistemas ecológicos de más de 200 millones de hectáreas de las cuales la mitad, según las previsiones del propio Ministerio de Agricultura brasileño, podrían transformarse hacia agricultura, pero donde aún también son muy pobres las evaluaciones holísticas sobre los impactos socioambientales del proceso. Nuevas sojas, preparadas para áreas subtropicales y tropicales están siendo desarrolladas y disponibles próximamente para los productores brasileños desde el EMBRAPA.

La situación argentina no es diferente. La expansión de la frontera agrícola en áreas marginales, tanto hacia el NOA y el NEA, ciertas áreas de la región mesopotámica, la ecorregión del espinal o provincias como Catamarca o La Rioja perciben ya fuertemente este proceso de transformación. El modelo pampeano se expande de la mano de nuevas sojas, adaptadas a los vírgenes ambientes junto con la siembra directa, una técnica con indudables características conservacionistas pero de impacto no neutro, en procesos de transformación de ambientes naturales. Estamos enfrentando un proceso de "pampeanización" (Hoffman, 2004) que exporta un modelo exitoso en cierto sentido en Las Pampas y en el corto plazo, hacia áreas totalmente diferentes en sus formas naturales, climáticas, sociales y culturales.

La cara oculta de este *boom*, es el modelo de agricultura industrial intensivo que seguimos y que produce impactos ecológicos y sociales, muchos de ellos quizás, irreversibles. El paradigma de la eficiencia y la incorporación tecnológica de cultivares de soja transgénica adaptados a las ecoregiones argentinas facilitó el desplazamiento de sistemas productivos enteros. Tanto las economías regionales,

como muchas otras producciones vieron ocupados sus espacios por el avance de la soja. En el quinquenio 96/97 -01/02, el arroz se redujo un 44,1%, maíz un 26,2, girasol el 34,2 y el trigo un 3,5% mientras del sector lechero desaparecieron el 27,3% de los tambos. La producción porcina se redujo un 36% y la economía algodonera decreció 10 veces (de 700.000 a 70.000 hectáreas). La demanda por nuevas tierras para soja es muy fuerte y sigue sostenida, estimándose que se agregarán hasta el año 2008, unas 3.660.000 ha en el país a las ya destinadas para el cultivo, con lo que se llegarán a sembrar más de 16.000.000 en total, con una producción de alrededor de los 44.000.000 de toneladas (Gráfico 1). La escasa cosecha norteamericana (la más baja desde 1996, hoy de 65,6 millones de toneladas) y los reducidos stocks mundiales aceleran el proceso. Seguir exclusivamente el modelo de agricultura industrial, respondiendo a las demandas globales, afecta y sobreexplota todos nuestros recursos naturales (Luzzani, 2004).

También las *pymes* (pequeñas y medianas empresas) agropecuarias pueden, a pesar de los buenos precios, verse afectadas. Podríamos preguntarnos si más allá de la búsqueda por el incremento en los rendimientos, muchos agricultores o el gobierno no perciben los daños que manejos altamente intensivos, sin regulación ni control, pueden generar. Es muy probable que estos productores, vean año tras año, que sus bolsillos se engrosan con atrayentes pagos por arrendamiento y que sus propios campos -explotados ahora por terceros y por la negativa influencia de grandes *pooles* de siembra- se degradan cosecha tras cosecha. El aumento de la escala, base del nuevo modelo agrícola es una realidad incontestable. En poco más que una década, la unidad económica agropecuaria en la *Región Pampeana* aumentó de 250 a 538 hectáreas, mientras que el número de explotacio-

nes se redujo un 24,5% a nivel país, y aún más en esta región, un 30,5% (alrededor de 102.000 establecimientos menos).

En términos ambientales, los economistas ecológicos hablamos de externalidades, cuando no se incluyen en los costos los impactos producidos. El cultivo demanda una gran cantidad de nutrientes que extrae del suelo y que de no mediar una adecuada rotación, no recompone adecuadamente. Su siembra recurrente, lo degrada y facilita una pérdida de minerales cuyos costos no son incluidos en las cuentas y ponen un horizonte finito a la agricultura (Pengue, 2003). La deuda ecológica (Pengue, 2002) con *nuestras Pampas* aumenta con cada cosecha. La aparición de malezas tolerantes, que obligan a un consumo de herbicidas aún mayor, no se ha hecho esperar. El riesgo relativo por contaminación con plaguicidas ha mostrado una evolución destacada, especialmente durante los últimos quince años (Viglizzo *et al.*, 2002), asociado posiblemente al notable incremento en el uso de herbicidas y agroquímicos vinculados a la producción de soja (Pengue, 2004).

Es claro que el problema no está en un determinado cultivo sino en la falta de políticas ambiente territoriales y productivas que operen de manera integrada hacia la producción y la construcción de capacidades internas para lograr que todos los argentinos accedan a los alimentos, asegurando beneficios tanto desde el mercado externo como interno. De no mediar la rápida instrumentación de una planificación estratégica de la agricultura argentina (y no una mera reglamentación en el ordenamiento territorial que sólo facilitaría una expansión en el uso de un territorio aún rico y diverso) que propenda a un desarrollo rural integrado, posiblemente estemos avanzando hacia una importante pérdida y dilapidación de recursos humanos y naturales. Además de

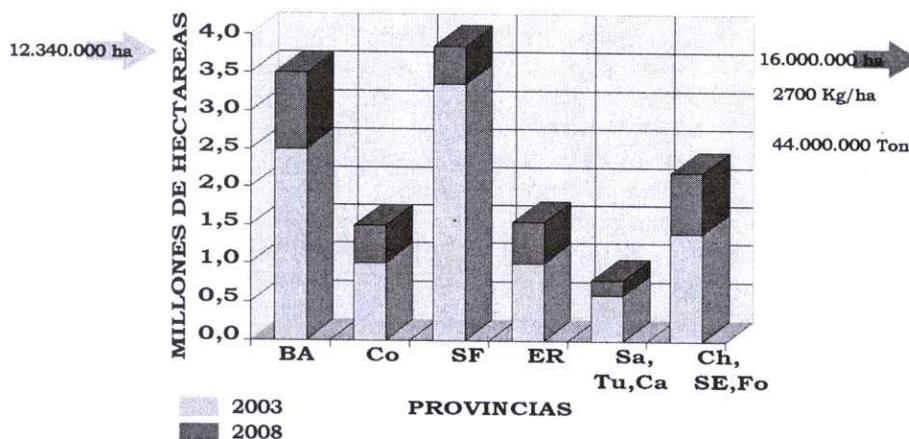


GRÁFICO 1.

las políticas necesarias, es necesario reinstalar, organismos de resolución de conflictos, que pongan orden y control en un mercado que, especialmente en los granos principales y las carnes, sigue siendo fuertemente oligopólico.

Todas las producciones desplazadas, la destrucción casi sistemática de las economías regionales y de los sistemas de producción locales, ameritan decisiones de política estratégica que aprovechen los dos recursos más importantes del país: la disponibilidad de territorio y de mano de obra calificada, a las que se debe sumar el capital productivo necesario, pero en un ámbito regulado y sustentable.

Apoyarse en la acumulación de riqueza actual pro-

ducida por la soja pone en tela de juicio la sustentabilidad de un modelo que sólo se sostiene en los buenos precios internacionales de esta commodity, pero cuya volatilidad, fluctuación y dependencia del mercado y actores externos nos hace muy susceptibles. La experiencia histórica y las relaciones de otras monoculturas y la agroexportación (azúcar, café, caucho, cacao, algodón y otros) demuestran que no es en absoluto suficiente sustentar los planes de desarrollo en estos modelos, cuando la transferencia de los beneficios ha sido siempre positiva exclusivamente para ciertos sectores propios locales y especialmente otros alejados de los centros de producción, donde tanto ni el desarrollo local ni regional, jamás lograron plasmarse.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- HOFFMAN, A. 2004. Pampeanización y deuda ecológica. Entrevista a W. Pengue. *Diario Uno*, Paraná, Entre Ríos. Abril 4, 2004, Pag. 13.
- LUZZANI, T. 2004. Según la ONU, el neoliberalismo degradó a América Latina y al mundo. *Suplemento Zona. Diario Clarín*, Buenos Aires. Abril 4, 2004. Pag. 36.
- PENGUE, W.A. 2002. Lo que el Norte le debe al Sur. Comercio desigual y "deuda ecológica". *Le Monde Diplomatique*, Buenos Aires. Abril, 2002. Pag. 6-7.
- PENGUE, W.A. 2003. El vaciamiento de "las pampas". Argentina: Síntomas de un país desquiciado. *Le Monde Diplomatique*, Buenos Aires. Mayo, 2003. Pag. 11.
- PENGUE, W. A. 2004. Environmental and socio economic impacts of transgenic crops in Argentina and South America: An ecological economics approach en Risk Hazard Damage Proceedings, Schriftenreihe Landschaftspflege NaturschutzBundesamt für Naturschutz, Federal Agency for Nature Conservation, Bonn. Pp: 49-61.
- VIGLIZZO, E.; A. PORDOMINGO; M. CASTRO y F. LÉRTORA. 2002. La sustentabilidad ambiental del agro pampeano. Ediciones INTA. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires.

CÁLCULO DE ÍNDICES Y MÉTRICAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAISAJE a partir del tratamiento cuantitativo de imágenes satelitales

Gustavo D. Buzai¹ y Nora E. Mendoza²

¹CONICET, GEPAMA, FADU, UBA, JNL, buzai@gepama.com.ar

²GEPAMA, FADU, UBA, mendoza@gepama.com.ar

Se presentan en este escrito los resultados correspondientes al estudio conceptual y de aplicación técnica del procesamiento digital de imágenes satelitales para el cálculo de índices y métricas de la estructura del paisaje.

El área de aplicación corresponde al sector de las ciudades de tamaño intermedio Zárate-Campana con sus áreas naturales y seminaturales circundantes, y para el estudio se ha trabajado con una imagen satelital Landsat 7 (sensor ETM+) obtenida el 7 de noviembre de 2002 correspondiente a las coordenadas Path/Row 225-084.

El procesamiento digital y conceptual de la imagen lleva al trabajo de composición multispectral y de clasificación automática. Mediante esta tarea han sido captadas las configuraciones espaciales continuas en las cuales es posible aplicar diferentes índices contextuales a través del uso de ventanas móviles. La posterior aplicación de un procedimiento de generalización conceptual permite la delimitación de unidades homogéneas a partir de las cuales las mediciones se realizan principalmente considerando el área de estudio como cobertura de mosaicos territoriales.

El paisaje en la imagen satelital

Desde un punto de vista geográfico, la noción de paisaje encuentra su marco en los estudios correspondientes a las características psíquicas de la percepción del espacio, pues se la considera inicialmente una manifestación visible, para luego convertirse en una manifestación sensible total que se produce en el individuo debido a la combinación de los elementos dispuestos en el entorno.

De acuerdo al párrafo precedente, los colores verde y azul son aquellos que dominan el paisaje, el primero en la parte terrestre y el segundo en los

cuerpos de agua y el cielo. Otros colores también se les asocian en diferentes condiciones que aparecen de forma estacional.

Surge entonces, que el paisaje en cuanto a totalidad perceptiva, nunca podrá ser captado en una imagen satelital ni podrá ser representado por procedimientos cartográficos, en el mejor de los casos se podrá tener una aproximación con diferentes grados de detalle.

La definición de paisaje debe ser adaptada a la exigencia metodológicas y pasa a ser considerado como área homogénea compuesta por cúmulos de ecosistemas interactuantes que se repiten de forma similar en el espacio.

Resoluciones

Al utilizar imágenes satelitales deben considerarse cuatro tipos de resoluciones:

Spectral: corresponde a la cantidad de canales de anchos de banda que el sensor puede captar. Landsat 7 ETM+ tiene una resolución de 8 canales (3 en el visible, 3 en el infrarrojo, 1 en el térmico y 1 en la pancromática).

Radiométrica: es la cantidad de niveles de gris a partir de los cuales se registra la información recibida para ser luego procesada. Landsat 7 ETM+ cuenta con 256 niveles, del negro pleno (0) al blanco pleno (255).

Espacial: tiene que ver con el tamaño de píxel a partir del cual se representa la información espacial. Landsat 7 ETM+ tiene una resolución de 30x30 metros en las bandas 1 a 5 y 7, de 120x120 metros en la 6 (térmica) y de 15x15 en la 8 (pancromática).

Temporal: es la frecuencia con la que el satélite toma imágenes de una misma zona. Landsat 7 ETM+ lo hace cada 15 días.

Etapa I: Análisis de bandas

Las ocho bandas recibidas llegan originalmente con muy bajo nivel de contraste, esto significa, que en las posibilidades que brinda la resolución radiométrica la mayoría de los píxeles se representan en gris medio.

Se han aplicado procedimientos de aumento de contraste por *modificación de histogramas* con una saturación del 5% a ambos lados. Con este procedimiento muchos más píxeles de la imagen se han acercado al blanco y al negro, por lo cual cada una de las imágenes tratadas han adquirido un mayor contraste visual.

Etapa II: Imágenes multiespectrales

Cada una de las bandas obtenidas por el satélite se ven originalmente en tonalidades de gris. Con la finalidad de generar composiciones en color que adquieran utilidad para el análisis visual se han realizado una serie de combinaciones en las cuales las distintas bandas son vistas a través de filtros de color primario (azul, verde, rojo).

Considerando el orden de filtros mencionados anteriormente, estas combinaciones generan productos de diferentes tipos ante las posibles combinaciones:

- Bandas 1-2-3 (CR)
- Bandas 2-3-4 (FCCS)
- Bandas 3-4-5 (FCC-1)
- Bandas 3-5-4 (FCC-II)

CR (Color Real), FCCS (Falso Color Compuesto Estándar), FCC-1 (Falso Color Compuesto 1) y FCC-2 (Falso Color Compuesto 2).

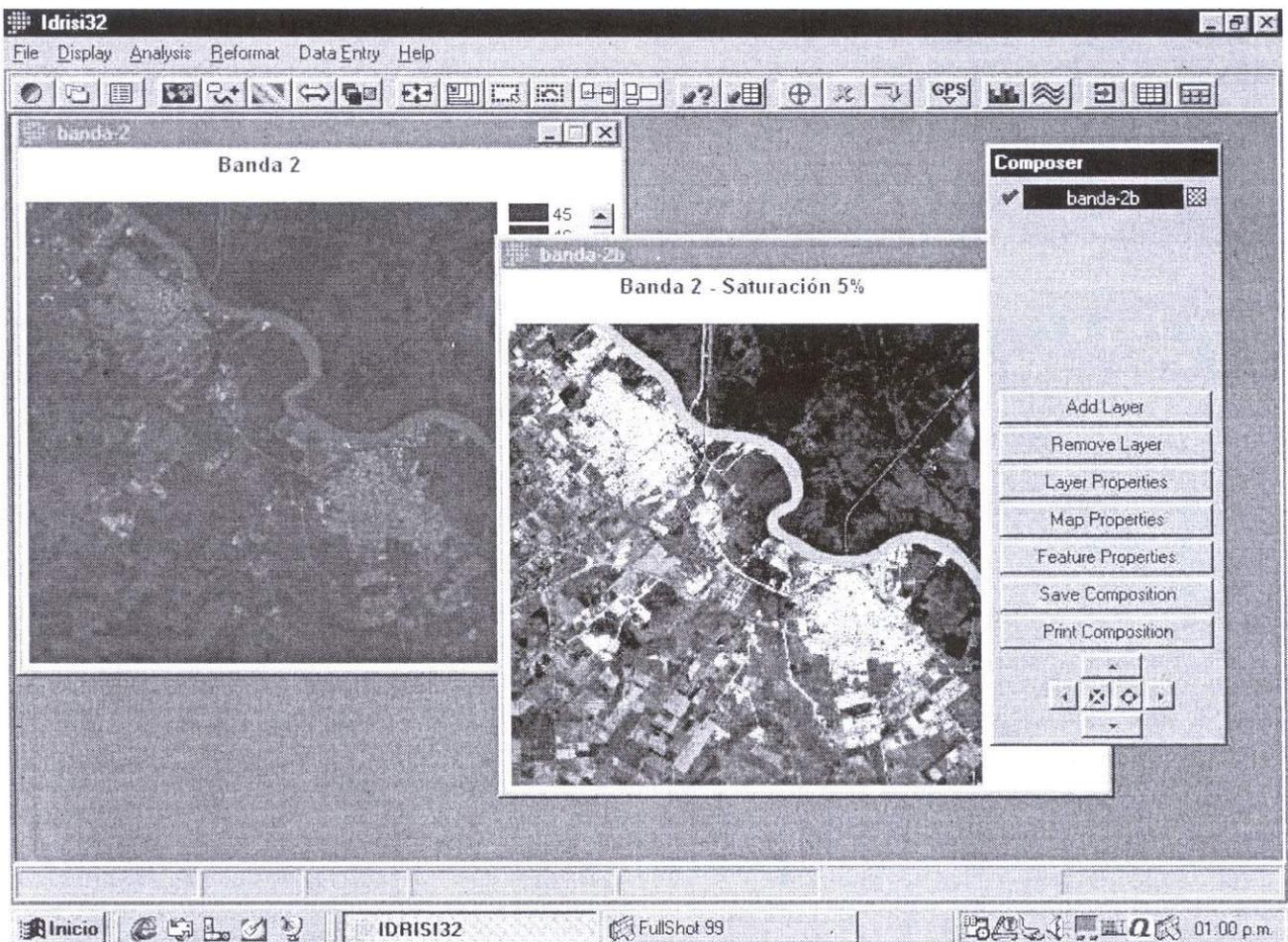


FIGURA 1. Resultados en la modificación del histograma de la banda 2 (verde). A la izquierda la imagen original y a la derecha la imagen resultado con 5% de saturación.

Clasificación y determinación de coberturas

La clasificación representa un procedimiento metodológico a partir del cual cada píxel de la imagen se le asigna un valor correspondiente a una clase. Esta asignación se realiza en base a los valores de los números digitales contenidos y no por la localización espacial que tiene cada uno de ellos.

El procedimiento clasificatorio realizado en el presente trabajo corresponde a una *clasificación no-supervisada* y sus resultados aparecen en seis clases de coberturas definidas:

1. Vegetación A
2. Vegetación B
3. Vegetación C
4. Urbano A
5. Urbano B
6. Agua

La características principales de cada clase indica para A una vegetación vigorosa con alto grado de humedad, B una vegetación vigorosa con medio conte-

nido de humedad y C vegetación en zonas anegadizas, en cuanto a lo urbano, A muestra una estructura compacta y B una estructura dispersa (periurbano), mientras que el agua se aparta de las tonalidades estándares debido a la gran cantidad de sedimento en suspensión, lo cual puede llegar a ser asociado con valores de reflectancia encontrados sobre el terreno.

Generalización

El resultado obtenido en la clasificación generó áreas bien definidas, aunque acercamientos a las zonas de frontera muestra una marcada fragmentación entre los valores en los píxeles limítrofes.

Con la finalidad de aminorar este efecto y mejorar la homogeneidad de las áreas se han llevado a cabo procedimientos de generalización a través de dos modalidades:

1. *Aplicación de ventanas móviles*: procedimiento automático a partir del cual se ha solicitado la representación del valor de la *moda* en el mapa de resultado.



FIGURA 2 . Resultado de la clasificación en seis agrupamientos y del cálculo de la riqueza relativa mediante el uso de ventana móvil.

2. *Generalización conceptual*: procedimiento de digitalización manual en pantalla a través de la interpretación visual y considerar la imagen clasificada como *backdrop* (telón de fondo).

Cálculo de estructura

Los cálculos que brindan como resultado la definición de la estructura de mosaicos está estrechamente relacionado a los procesos de generalización descritos en el punto anterior.

Por un lado, una cartografía por ventanas móviles, donde la ventana no es utilizada como filtro, sino como marco a partir del cual se realizan cálculos que tienen a captar la heterogeneidad espacial, un análisis de la dimensión textural.

Pueden incluirse aquí los cálculos de *Riqueza Relativa* (R), *Diversidad* (H), *Dominancia* (F) y *Fragmentación* (F).

Por otro lado, para las variables de tipo nominal, a partir de las cuales se obtiene un mapa temático de cobertura de la tierra se divide el espacio geográfico en elementos estructurantes como su *matriz* (cobertura de mayor superficie y tiene máxima cohesión), *parches* (unidades ecológicas homogéneas) y *corredores* (elementos lineales que actúan como conductores o barreras).

En este nivel es posible realizar cálculos comunes como los de superficie, forma, aislamiento/proximidad y contraste, en las *clases* puede medirse la conectividad y para el área de estudio total también la diversidad. Se incluyen aquí cálculos locales (categorías) y globales (paisaje).

Pautas para la interpretación de resultados

Los resultados obtenidos en el nivel de las composiciones son de gran utilidad para un análisis visual del área de estudio, ya que cada composición resaltará aspectos particulares y en conjunto resultan ser de gran utilidad para caracterizar el área. Esta es una etapa conceptual en la que se le prestará principal atención a las relaciones espaciales, a diferencia del trabajo de procesamiento digital tradicional que se basa en las posibilidades de cálculo en base a los ND de cada píxel sin importar los patrones de contexto.

A partir de allí, con cada una de las combinaciones pueden realizarse procedimientos de clasifica-

ción. En el presente trabajo hemos optado por el resultado de *clasificación no supervisada* producida a partir de la composición 123 ya que ha brindado un pequeño número de clases de fácil reconocimiento y definición. Posteriores procedimientos de generalización han permitido eliminar la alta fragmentación en los límites de cada categoría y sobre estos productos se han aplicado los cálculos de índices y métricas de la estructura del paisaje.

La aplicación de cálculos en ventanas móviles en datos de tipo intervalo genera altos valores de fragmentación únicamente en las zonas de límites, en cambio el cálculo sobre datos nominales puede captar la verdadera diversidad espacial en cada uno de los índices utilizados. Si bien se ha privilegiado una ventana de cálculo de 7x7 píxeles (210x210 metros) en cuanto al índice de fragmentación (F) debió achicarse a 3x3 píxeles (90x90 metros) debido a que la amplitud inicial no proveía variación en los resultados.

Los resultados de distribución espacial de índices genera estructuras que tienen relación con la funcionalidad del área y con el desplazamiento de especies animales y vegetales en su interior. Al mismo tiempo, la configuración espacial de elementos antrópicos tiene relación con la funcionalidad socio-económica: por ejemplo los bordes urbanos amplían su fragmentación por una especulación basada en los valores del suelo.

También es necesario considerar que se debe prestar particular cuidado con las interpretaciones y conclusiones que se generan a partir de los resultados obtenidos en una determinada escala, distinto de lo que ocurre con el concepto de *autosimilitud fractal*. La funcionalidad socio-natural generalmente presenta variación de escala y es en este punto en el cual puede verificarse la utilidad de considerar aspectos de la *teoría de los sistemas complejos*, sistemas generales en los cuales diferentes teorías serán de utilidad para brindar explicación a los procesos que se manifiestan en diferentes escalas.

Finalmente, consideramos que este tipo de procedimientos muestran la bondad de trabajar con estructuras territoriales generalizables en una visión *modelística* (nomotética) de la realidad y la posibilidad de realizar trabajos científicos que tienden a la comparación de realidades diversas en la búsqueda de mayores elementos para el entendimiento del funcionamiento conjunto en el binomio sociedad-naturaleza.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- CHUVIECO, E. 1996. El empleo de las imágenes de satélite para medir la estructura del paisaje: análisis cuantitativo y representación cartográfica. *Serie Geográfica*. (Universidad de Alcalá de Henares). 6:131-147.
 - FORMAN, R.T.T. 1995. *Land Mosaics: The ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press. Cambridge.
 - GERGEL, S. and M.G. TURNER. 2002. *Learning landscape ecology: a practical guide to concepts and techniques*. Springer-Verlag. New York.
 - MATTEUCCI, S.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.
 - ROMERO, H.; A. VÁSQUEZ y F. ORDENES. 2003. *Ecología de Paisajes y sustentabilidad en ciudades intermedias de Latinoamérica*. 9° Encuentro de Geógrafos de América Latina. (CD ROM). Mérida. México.
-
-

Notas

Software: Los procedimientos de procesamiento digital de imágenes y de modelado cartográfico por ventanas móviles han sido realizados con IDRISI 32 (*Clark University*). El procedimiento de generalización conceptual por digitalización en pantalla con CARTALINX (*Clark University*). El cálculo de métricas paisajísticas con FRAGSTATS (*University of Massachusetts*).

Versión completa: La versión completa de esta presentación ha sido publicada en *Gerencia Ambiental* (año 11, número 104 de Abril de 2004). Su versión PDF con todas las imágenes en color se encuentra disponible en: www.gepama.com.ar/buzai

RELEVAMIENTO DE COBERTURAS Y USOS DEL SUELO EN EL ÁREA PERIURBANA DE LA CIUDAD DE ROSARIO

Nora Mendoza¹ y Mariana Lípori²

¹GEPAMA, FADU, UBA, mendoza@gepama.com.ar

²Pasante UBA,

Dentro del marco del proyecto de investigación *Crecimiento urbano y modalidades de apropiación de ecosistemas rurales y costeros en la Pampa Ondulada y borde de la Pampa Deprimida*, financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica de la Nación, se ha realizado el trabajo de campo correspondiente a la tesis ***Ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe: Análisis de la distribución de parches verdes en el área periurbana desde el enfoque de la ecología del paisaje.***

Dicho trabajo de campo fue realizado por Nora Mendoza (autora de la tesis) y Mariana Lípori.

El recorrido fue realizado entre el 29 de marzo y el 1 de abril de este año, con el objetivo principal de verificar si la identificación de ciertas coberturas del suelo realizada sobre una imagen satelital se correspondía con la realidad observada a campo. También resultaba de gran interés realizar un análisis de mayor detalle sobre los contenidos de ciertos parches; controlar los límites de las coberturas y examinar si se habían producido cambios tanto en cobertura como en usos del suelo en las áreas rurales y en aquellas zonas que, aunque muy cercanas al amanzanamiento, aún no han sido objeto de construcción urbana (amanzanamiento regular con alta densidad de edificación).

Para dicho objetivo se tomaron como base una imagen satelital Landsat 7 ETM+ 226/83 de febrero de 2001 con resolución espacial de 30 m para las bandas 1; 2; 3; 4; 5 y 7 (formato digital), complementándola con una impresión en papel para la pancromática, de la misma imagen; una impresión en papel de Spot 1986 pancromática con resolución de 10 m y con planos de accesos y amenidades. También se

utilizó bibliografía que pudiera ser de utilidad para el reconocimiento de las coberturas del suelo.

En gabinete se realizó el análisis visual de las imágenes, categorizando las coberturas y los usos del suelo. Luego, se eligieron muestras entre aquellas categorías de difícil caracterización o que fueran de especial interés por su contenido. También se tuvo en cuenta la accesibilidad de estos sitios, ya que muchas veces al trabajar solo sobre una escala media, se puede dejar de lado el hecho de que en el terreno existen obstáculos difíciles de salvar como caminos inadecuados, alambrados de propiedades privadas, villas donde no se comparten los mismos códigos, etc.

Finalmente, las muestras seleccionadas serían los sitios a visitar en el campo.

Con la finalidad de realizar el análisis de mayor detalle, se llevaron a cabo censos que permitieran obtener mayor información sobre vegetación, microrelieve, características socio habitacionales de las áreas vecinas a los parches verdes, vías de acceso, etc. También se realizó un recorrido exhaustivo del área de estudio para obtener una caracterización general de la zona y puntos de control para la georreferenciación de la imagen satelital de base.

En ambos casos se tomaron fotografías no solo como forma de ilustrar a una escala fácilmente asimilable lo que se observa en la imagen satelital, sino también para complementar y cotejar la información obtenida de las notas de campo.

Este análisis de campo se complementó con la entrevista a informantes claves. Ellos fueron de especial importancia para dar cuenta de los procesos

de cambio de coberturas y usos del suelo y su influencia en la actualidad; para dar a conocer características hidrológicas enmascaradas bajo la edificación de la ciudad; para informar sobre proyectos en curso relativos a las áreas verdes; datos para sumar información sobre la flora actual y las dimensiones de parches y además, datos estadísticos que fueron obtenidos de las oficinas públicas correspondientes.

Como resultado preliminar, se observó que la mayoría de los espacios verdes que se habían registrado en la imagen satelital de base, se correspondían con lo observado en el terreno, tanto en dimensiones como en coberturas. No obstante se identificaron algunos casos de modificación de coberturas y de usos del suelo: de cobertura vegetal a edificada; de uso industrial a servicios. Cabe destacar el caso del predio perteneciente al Aeropuerto, en don-

de parte del terreno es alquilado, transformándose en un área destinada a la plantación de soja. De acuerdo a ciertos informantes, este proceso se estaría iniciando en las zonas de las banquetas, generando una zona de cultivo lineal a lo largo de las vías de comunicación.

Para finalizar, se puede decir que la importancia de la salida a campo radica en la posibilidad de verificar y corregir las clasificaciones realizadas en las imágenes satelitales y en la cartografía que servirá para el trabajo en curso y como modelo de coberturas y usos para futuros análisis; en poder obtener información de mayor detalle a fin de realizar una posterior generalización y modelado de la estructura del área de estudio a partir de los casos particulares y en la posibilidad de reconocer el área de estudio a una escala que permita observar la relación cotidiana entre los habitantes y el entorno.

Ciudad de Rosario.
Trayecto recorrido a campo y
ubicación de los censos de vegetación realizados.



RELACIONES ENTRE CONFIGURACIÓN DEL TERRITORIO Y ESTRUCTURA SOCIOECONÓMICA EN LA PAMPA ONDULADA, ARGENTINA

Mariana E. Silva¹ y Silvia D. Matteucci²

¹ Becaria, GEPAMA, FADU, UBA. marianasilva23@yahoo.com

² CONICET-GEPAMA, FADU, UBA. smatt@gepama.com.ar

Con el objetivo de evaluar las consecuencias del avance de la aglomeración sobre las tierras agrícolas y naturales, se eligió como área de estudio una transecta Este-Oeste que incluye un gradiente de conversión de alto a bajo en esa dirección, sobre la pampa ondulada. Comprende siete partidos: Zárate, Campana, Exaltación de la Cruz, Carmen de Areco, San Antonio de Areco, San Andrés de Giles y Chacabuco (Figura 1). El trabajo contiene una descripción del área de estudio sobre la base de variables ecológicas, sociales y económicas seleccionadas; una base de datos cartográfica y alfanumérica, y el análisis de las interrelaciones horizontales entre procesos ecológicos y sociales que producen los mosaicos de usos de la tierra.

Métodos

Mediante la digitalización manual de las cartas imágenes 1:50000 del Instituto Geográfico Militar, se obtuvo el mapa de cobertura de la tierra, con 12 categorías. Por reclasificación se obtuvieron los mapas de Uso y de Limitaciones. A partir de las tres capas se calcularon 79 índices de paisaje a nivel de la transecta, de cada partido y de las categorías. Los índices de paisaje, calculados con el programa Fragstats Versión 2.0 de 1994, cuantifican la configuración espacial: grado de fragmentación, de conexión, de intrincamiento del mosaico. Las variables sociales se obtuvieron del censo de 1991 de INDEC. Las variables económicas se calcularon a partir de datos de producción de la Bolsa de Cereales y de FAO. Cada grupo

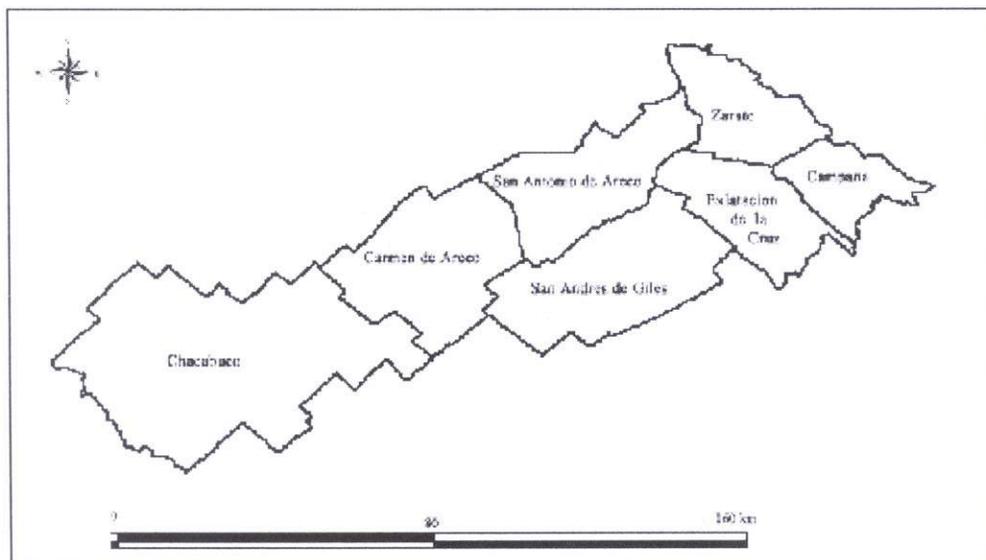


FIGURA 1. Mapa político obtenido a partir de la digitalización de cartas topográficas del IGM.

de variables fue sometido a análisis de correlación para eliminar la información redundante. La existencia de asociaciones entre los grupos se constató con la prueba de rangos de Spearman. Una vez realizado el análisis de correlación entre los pares de variables se realizó un análisis de agrupamiento para estudiar cómo se agrupan los diferentes partidos.

Resultados

Se identificaron y digitalizaron 908 polígonos en toda el área de estudio. El área de estudio se encuentra dominada por una matriz agrícola o agrícola-ganadera ocupando aproximadamente el 60% del área total estudiada y que en cada partido ocupa más del 48% de la superficie. La matriz agrícola es internamente heterogénea, ya que está conformada por parcelas de forma homogénea y de tamaño medio y grande, pero heterogéneas en cuanto al color, dependiendo del estado fenológico del cultivo.

De los 908 parches delimitados en el área de estudio, 80% contienen ecosistemas naturales o seminaturales, correspondiendo a sólo 15% de la superficie. Esto demuestra que los parches naturales son mucho más pequeños que los antrópicos.

Se observa que los partidos estudiados presentan diferentes situaciones asociadas al tamaño de

la población y al grado de urbanización. Dependiendo del desarrollo urbano interno y de la cercanía e influencia de otros partidos vecinos altamente urbanizados e industrializados se modifican variables del paisaje, de producción y sociales. Las actividades que se llevan a cabo en cada partido y la manera en que se dispone del espacio producen cambios importantes en la estructura de los mosaicos.

Los partidos pueden agruparse en dos categorías: aquellos donde todavía predominan las actividades agropecuarias como San Antonio, San Andrés de Giles, Carmen de Areco, Chacabuco y los más urbanizados como Campana, Zárate y Exaltación de la Cruz (Figura 2). El primer grupo presenta una matriz menos fragmentada, conformada por grandes parches irregulares, un mayor Índice de productividad primaria y mejores condiciones en la calidad de vida por lo que podría pensarse que estos partidos se encontrarían en mejores condiciones en cuanto a sustentabilidad ecológica. Los partidos más urbanizados, cercanos al área metropolitana de Buenos Aires, a zonas portuarias y a otros partidos altamente urbanizados como Pilar o Luján, presentan un ambiente con un incremento en la heterogeneidad de coberturas y por consiguiente una mayor fragmentación de la matriz agrícola-ganadera, con una mayor densidad de parches impermeabilizados lo que trae aparejado una disminución en la extensión y calidad de las tierras con potencial agrícola. A medida que aumenta la densidad poblacional más regu-

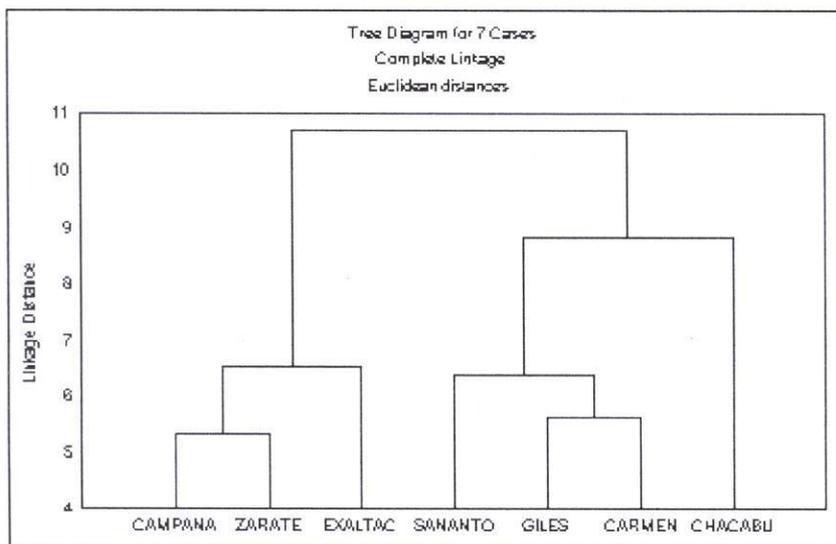


FIGURA 2. Análisis de agrupamiento obtenido para los 7 partidos estudiados.

lar se torna la estructura del mosaico, menores son las producciones animal y vegetal. Con respecto a las áreas naturales, el nivel de detalle no permite evaluar algunos aspectos y fenómenos que operan a un nivel de percepción más detallada. Si bien se han identificado parches de ecosistemas naturales y seminaturales, no puede saberse a esta escala de trabajo el estado actual de los mismos.

CONCLUSIONES

El método resulta promisorio ya que se han podido detectar asociaciones entre variables que ayudan a explicar las relaciones patrón-procesos. Las explicaciones propuestas constituyen hipótesis que deberán verificarse con nuevos datos.

Actualmente nos hemos abocado al estudio multiescala que comprende el área ampliada y también la subdivisión del territorio en fracciones censales. De este modo buscamos la generalización hacia el nivel de detalle superior y el detalle hacia el inferior.

Nota: Este trabajo es un breve resumen de la Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA "Efectos Ecológicos de la expansión urbana sobre las tierras agrícolas de la pampa ondulada, Argentina" 2003 y forma parte del proyecto Crecimiento urbano y modalidades de apropiación de ecosistemas rurales y costeros, financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica y UABCYT.

*** TALLER DE ECOSISTEMAS TERRESTRES – SELECCIÓN DE OBJETOS Y METAS DE CONSERVACIÓN, Y EVALUACIÓN DE VIABILIDAD**

En un evento histórico, varios de los especialistas más importantes de Argentina, Bolivia y Paraguay, que trabajan o trabajaron en el Gran Chaco, se reunieron para indicar las áreas más críticas para la conservación de la biodiversidad en el Gran Chaco Americano. Este encuentro se desarrolló en el marco del Proyecto Evaluación Ecorregional del Gran Chaco Americano, impulsado por The Nature Conservancy (TNC) y con la participación de la Fundación Vida Silvestre Argentina, la Fundación DeSdelChaco de Paraguay y Wild Life Conservation Society de Bolivia.

Entre los expertos argentinos, se contó con la participación de Jorge Morello (GEPAMA-UBA-CONICET), Carlos Saravia Toledo (FUNDECHA), Juan José Neiff (CECOAL-CONICET), Jorge Adámoli (UBA-CONICET), Darién Prado (UNR), Eduardo Martínez Carretero (CRICYT-IADIZA).

*** RED IBEROAMERICANA DE ECONOMÍA ECOLÓGICA – RIEE**

Durante el Congreso Iberoamericano de Desarrollo y Medio Ambiente, celebrado en Quito, Ecuador, del 9 al 12 de abril de 2003, se decidió el establecimiento de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica (RIEE). Como miembros del GEPAMA y representantes de la ASAUUE ofrecimos como propuesta que tanto los objetivos como los fundamentos de la nueva Red fueran utilizando la base aquella que sienta los fundamentos de la Asociación Argentino Uruguay de Economía Ecológica, situación que fuera aprobada por la mayoría, con muy pequeños cambios. Asimismo, se promovió y próximamente estará disponible el número 1 de la Revista Iberoamericana de Economía Ecológica.

*** V ENCUENTRO DE LA SOCIEDAD BRASILEÑA DE ECONOMÍA ECOLÓGICA – ECO ECO**

Entre el 3 y el 6 de Septiembre se realizó en Caxias do Sul, Brasil, el encuentro sobre Brasil y Conosur. Walter Peñgue, en nombre del GEPAMA, presentó una ponencia sobre el Análisis de los Impactos del Modelo Agrícola Extensivo. Se instalaron, además, el importante aporte que la Economía Ecológica, desde la potencialidad de los instrumentos económico ecológicos y de políticas disponible puede realizar para arribar a una agricultura más sustentable, y las diferentes y exitosas alternativas que desde la agroecología pueden hacerse en países con situaciones tan conflictivas de pobreza y desnutrición como en el Brasil o la Argentina.

*** PRIMER FORO NACIONAL DESARROLLO SUSTENTABLE: BIODIVERSIDAD, SOBERANÍA ALIMENTARIA Y ENERGÉTICA. El papel del Sector Agropecuario.**

Durante los días 4 y 5 de Septiembre de 2003, el GEPAMA participó activamente de las Conferencias Plenarias y los Talleres de este encuentro, organizado por las Universidades Nacionales de Entre Ríos y de Córdoba, en la localidad de Oro Verde, cercana a Paraná, Entre Ríos. Como resultado de ello se elaboró un importante documento de discusión.

Primer Seminario Argentino de Geografía Cuantitativa (1° SEMAGEC)

Planetario de la Ciudad de Buenos Aires "Galileo Galilei"
Buenos Aires, 26 y 27 de Agosto de 2004

Coordinador: Dr. GUSTAVO D. BUZAI

Asesoría Técnica: Prof. GRACIELA CACACE

Prof. LUCÍA SENDON DE VALERY

Las actividades académicas correspondientes a la estructuración del Seminario dieron comienzo en Octubre de 2003 con una convocatoria amplia para la presentación de trabajos sobre Geografía Cuantitativa a fin de ser divulgados en una publicación en formato de CD ROM (por "GeoRed" y "Noticias del CeHu).

La convocatoria ha sido un éxito. Hemos recibido trabajos de diversas universidades nacionales (Buenos Aires, Centro de la Provincia de Buenos Aires, Luján, Mar del Plata, Nordeste, San Juan, Sur y Tecnológica Nacional) e internacionales (Alcalá de Henares, Autónoma de Baja California, Autónoma de Madrid, Autónoma de México, Castilla-La Mancha, IEA Venezuela, Rio Grande do Sul y Ryerson), y con ellos será publicado un material de más de mil páginas en estudios de Geografía Cuantitativa.

El 1° SEMAGEC se compone de dos días de exposiciones. El primero contará con conferencias de los siguientes especialistas nacionales:

- Dra. Susana Aneas (UNSJ): Una técnica novedosa para el análisis de la estructura poblacional.
- Dr. Gustavo D. Buzai (UNLu): Análisis multivariado aplicado al análisis de la estructura socio-espacial urbana.
- Dr. Juan C. Gamba Schwarzbäck (UTN): Métodos cuantitativos de planeamiento del transporte para la planificación urbana y regional.
- Dra. María Celia García (UNICEN): Análisis Cluster y automatización cartográfica en áreas urbanas como base de muestreo de un censo diferencial de consumo.
- Mag. Patricia I. Lucero (UNMDP): Medidas de concentración y segregación espacial aplicada al estudio de la redistribución de la población
- Dra. Silvia D. Matteucci (UBA): Los índices de configuración del mosaico como herramienta para el estudio de las relaciones patrón-procesos.
- Prof. Oscar R. Olivares (UBA): Soluciones cuantitativas en estudios hídricos.
- Dr. Germán Poblete (UNSJ): El Análisis Factorial en la discriminación del régimen interanual de precipitaciones.
- Lic. Mirta Liliana Ramírez (UNNE): Modelo multiatributo (MAUP) para el cálculo de la demanda según necesidades y problemas sanitarios.
- Dr. Julio A. Uboldi (UNS): Las imágenes satelitales y la cuantificación de la dinámica de la desertificación.

Durante el segundo día se realizarán presentaciones de tesis de licenciatura y maestría mostrando diferentes metodologías de análisis cuantitativo de datos espaciales, y los resultados de la encuesta nacional sobre el Estado de la Geografía Cuantitativa en la Argentina en las instituciones de enseñanza actual.

A lo largo del 1° SEMAGEC se dispondrá de un stand para la exposición y venta de libros y revistas sobre Geografía Cuantitativa.

El apoyo académico a la realización del evento está dado por el Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente (GEPAMA) de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires y del Laboratorio de Cartografía Digital (LaCaD) del Departamento de Ciencias Sociales de la UNLu.

INFORMACIÓN

Sitio WEB del GEPAMA: www.gepama.com.ar

Sección Extensión

Solicitud de la encuesta a: gigra@ciudad.com.ar

Consultas específicas y comentarios al coordinador: buzai@sinectis.com.ar

Curso de Postgrado: ECOLOGÍA ESPACIALMENTE EXPLÍCITA (ECOLOGÍA DE PAISAJES)**SILVIA D. MATTEUCCI****MODULO I: TEORÍA Y PROCEDIMIENTOS CUALITATIVOS****MÓDULO II: TÉCNICAS MATEMÁTICAS Y ESTADÍSTICAS**

La asignatura se dicta en el marco del **PROGRAMA DE FORMACION E INCORPORACION DE DOCENTES INVESTIGADORES (FOINDI)**, destinado a todos aquellos que deseen completar su capacitación en epistemología, metodologías y aspectos específicos de la investigación en los diferentes diseños.

Es de cursado gratuito y el ingreso es abierto a todos los alumnos, docentes e investigadores de la FADU, así como a docentes, investigadores y profesionales de otras carreras y universidades.

El Módulo I se dictará del 18 de agosto al 8 de septiembre (cuatro clases), de 17 a 20 hs

MODULO I: TEORÍA Y PROCEDIMIENTOS CUALITATIVOSObjetivos específicos

Introducir a los participantes en la teoría y aplicaciones de la ecología espacialmente explícita

Capacitar a los participantes con las herramientas básicas para la delimitación y descripción de unidades territoriales

Discutir los principios que rigen las relaciones entre configuración del paisaje y procesos ecológicos y sociales

Analizar las causas y consecuencias de los cambios estructurales y funcionales durante la humanización de los territorios.

- Temario**
1. MARCO CONCEPTUAL Y EVOLUCIÓN DE LA DISCIPLINA
 2. DELIMITACIÓN DE UNIDADES HOMOGÉNEAS
 3. ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DEL MOSAICO
 4. CAMBIOS TEMPORALES DE ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

Destinatarios. Curso de postgrado dirigido a estudiantes de doctorado o maestría en disciplinas vinculadas a la evaluación, gestión o planificación territorial (geógrafos, biólogos, planificadores). Se aceptan estudiantes avanzados de carreras afines.

Certificados. Se otorgará certificado de asistencia. Los alumnos que requieran créditos para el doctorado serán evaluados y deberán cursar el Módulo II

Duración. 12 horas presenciales: 4 clases de 3 horas cada una

Evaluación. Se evaluarán los informes con los resultados de los ejercicios, y la participación en clase

Consultas e inscripción. foindi@fadu.uba.ar; ldangeli@fadu.uba.ar

NUEVO LIBRO

Buzai, G.D. 2003. MAPAS SOCIALES URBANOS Lugar Editorial. Buenos Aires

Reproducción del comentario aparecido en Gerencia Ambiental (Año 11, N° 103, página 158)

La obra aborda las posibilidades actuales para el estudio de la diferenciación social de la población en el espacio urbano, poniendo su mayor atención en los modelos para las ciudades de América Latina.

La metodología del análisis espacial cuantitativo desarrollada en el ámbito de la Geografía se encuentra hoy disponible a través del uso de las modernas tecnologías digitales, por tal motivo se hace necesaria una importante base teórico-metodológica para la interpretación útil de los resultados. El libro contiene once capítulos distribuidos en cuatro partes, a través de los cuales intenta responder a dicha necesidad.

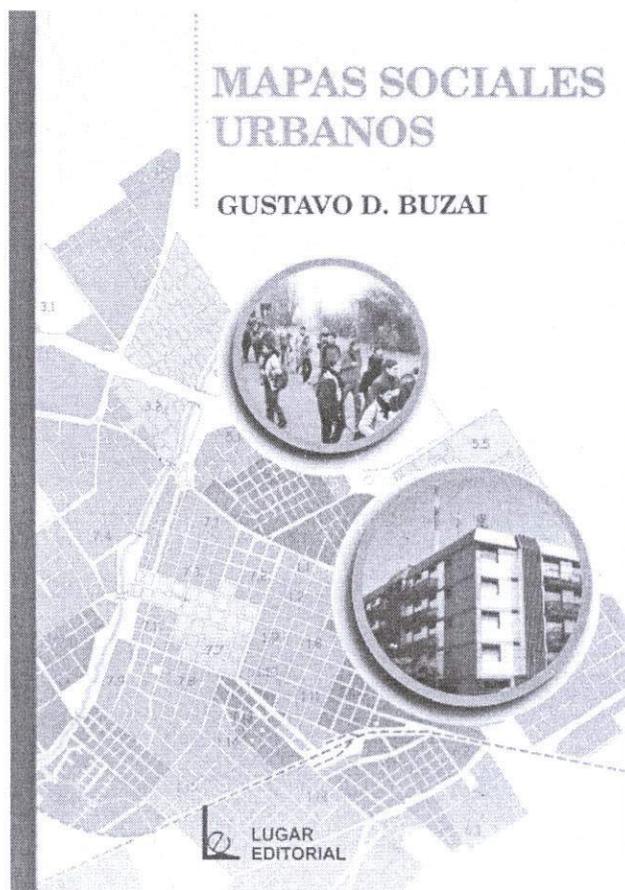
La primera parte, denominada "Aspectos teóricos de la diferenciación socio-espacial urbana, está formada por los capítulos I y II, "Paradigmas" y "Modelos". La segunda "Metodología del análisis espacial cuantitativo", consta de cuatro capítulos: "Datos, cartografía e índices", "Asociaciones", "Clasificaciones" y "El análisis espacial multivariado". La tercera se designa "Aplicación metodológica a la situación socio-habitacional urbana" y está formada por cuatro capítulos más, "La información inicial", "Análisis de segregación y concentración espacial", "Procesamientos del análisis espacial multivariado" y "Modelización y verificación en el terreno". Estas tres primeras partes cuentan, además, con un sumario correspondiente a cada una de ellas; la última de las nombradas presenta también numerosos mapas, tablas, cuadros, gráficos y fotografías.

El cuarto apartado es denominado "Perspectivas en los estudios geográficos de la estructura socio-espacial urbana" y lo conforma un último capítulo, "Consideraciones finales en cuatro líneas de reflexión".

En esta edición los mapas sociales urbanos son considerados una importante herramienta a la hora de encarar la comprensión y planificación socio-espacial de toda una ciudad.

Comentario bibliográfico crítico,
por el Dr. Guillermo A. Velázquez,
publicado por la Universidad de
Barcelona en:
www.ub.es/geocrit/b3w-499.htm

Lugar Editorial: Castro Barros
1754 (1237) Buenos Aires. Tel/Fax:
4921-5174/4924-1555.
E-mail: lugared@elsitio.net



PUBLICACIONES 2002-2004

(Se excluyen las publicaciones del 2002 ya listadas en Fronteras 2)

BARRAGÁN, JOSÉ; JOSÉ DADON; SILVIA D. MATTEUCCI; JORGE MORELLO; CLAUDIA BAXENDALE Y ANDREA RODRÍGUEZ. 2003. Preliminary Basis for an Integrated Management Program for the Coastal Zone of Argentine. *Coastal Management* 31:55-77.

BUZAI, G.D. 2002. Perspectivas geodigitales del siglo XXI. En: G. Molina de Buono (comp.) **IX Jornadas Cuyanas de Geografía. La geografía frente a lo efímero y lo permanente.** Editorial FFyL-UNC, Mendoza. (ISBN 987-1024-25-8).

BUZAI, G.D. Y J.O. MORINA. 2002. Análisis de los patrones de localización socio-habitacional de la ciudad de Luján, provincia de Buenos Aires. Una aplicación metodológica. En: G. Molina de Buono (comp.) **IX Jornadas Cuyanas de Geografía. La geografía frente a lo efímero y lo permanente -** Editorial FFyL-UNC. Mendoza. (ISBN 987-1024-25-8).

BUZAI, G.D. 2003. Ciberespacio, nuevos lugares, nuevas posiciones. **Estudios Geográficos** (Madrid) LXIV(250): 112-120.

BUZAI, G.D. 2003. Nuevas tecnologías y cultura de la libre circulación en el Ciberespacio. Una perspectiva geográfica para la destrucción del "mito" de la red mundial sin centro. En: Autores Varios. **Ensayo 2001- Concurso Nacional de Ensayo "Arturo Jauretche" 2001.** Secretaría de Cultura de la Provincia de Buenos Aires. Editorial Corregidor, Buenos Aires. pp. 43-59.

BUZAI, G.D.; C.A. BAXENDALE Y A. MIEREZ. 2003. Accesibilidad e interacción espacial. **Gerencia Ambiental** 10(95):360-369.

BUZAI, G.D. 2004. Distribución, segregación y autocorrelación espacial de extranjeros en la ciudad de Luján (Argentina). *Serie Avances de Investigación.* Universidad Nacional de Luján. 2 (4):1-44.

BUZAI, G.D. Y N. MENDOZA. 2004. El espacio geográfico como estructura de mosaicos. **Gerencia Ambiental.** 11(104):172-176/202-207.

MATTEUCCI, SILVIA DIANA Y AIDA COLMA. 2002. Metodología para el estudio de la vegetación. Versión digital de la Monografía Científica N° 22, Serie de Biología, Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington DC, U.S.A. 154 pp, ilustrado.

MATTEUCCI, S.D. 2003. El paisaje visto por un ecólogo. Contextos (Revista de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires) 12: 68-73.

MATTEUCCI, S.D.; J. MORELLO; A. RODRÍGUEZ Y N. MENDOZA. 2004. Mosaicos de paisaje y conservación regional: el Alto Paraná Encajonado argentino-paraguayo. Editorial de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires-UNESCO.

MATTEUCCI, S.D. Y V. SCHEINSOHN. 2004. Procesamiento de imágenes, SIG y modelos ecológicos aplicados a la arqueología. *Geo-Focus* (Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica), 4: 93-109 (ISSN 1578-5157).

MORELLO, J.; S.D. MATTEUCCI Y A. RODRÍGUEZ. 2003. Sustainable development and urban growth in the Argentine pampas region. *Annals of The American Academy of Political and Social Science* 590: 116-130. (ISSN 0002-7162).

MORELLO JORGE Y ANDREA F. RODRIGUEZ. 2004. Funciones educativas de las manchas de naturaleza en las ciudades y sus bordes: el caso de Buenos Aires. En: Las reservas naturales urbanas de la Argentina. Una respuesta ambientalista para mejorar nuestra calidad de vida. Fundación Vida Silvestre. En prensa.

PENGUE, W. 2002. Intensification of Agriculture and Release of Transgenic Crops: Social and Economic Consequences in Third World Countries under the Liberalization and Concentration of the Agrobusiness. En: Sustainable Agriculture in the Third World: Defining a Role for Transgenic Crops and Research. Royal Academy of Overseas Sciences, Bruselas.

PENGUE, W. 2002. La Implicancia de los Cultivos Transgénicos en la Producción Orgánica Argentina. En: La Producción Orgánica en la Argentina. Historia, Evolución y Perspectivas. MAPO, Buenos Aires (ISBN 987-20515-0-X). Pp: 543-550. 2002.

PENGUE, W. 2002. Comentarios sobre la Agricultura Moderna y la Adopción de las últimas herramientas tecnológicas. En: Los Transgénicos en la Agricultura y la Alimentación. Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Departamento de Publicaciones, Montevideo (ISBN9974-0-0200-1) Pp:75-87

PENGUE, W. 2002. Transgénicos, agricultura y ambiente. **Gerencia Ambiental** (Buenos Aires) 90: 674-691 y 735-736.

PENGUE, W. 2003. Environmental and socioeconomic impacts of transgenic crops in Argentina and South America: An ecological economics approach. *Federal Agency for Nature Conservation* 79:49-61.

SCHEINSOHN, V. Y S.D. MATTEUCCI. 2004. Spaces and species: archaeology, landscape ecology and spatial models in northern Patagonia. En: Before farming: the archaeology and anthropology of hunter-gatherers, *International Quarterly Archaeology and Anthropology Journal*, Western Academic and Specialist Press Ltd., Bristol (ISSN 1476-4261), Bristol.

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

Panarquía y Manejo Sustentable, <i>Silvia Diana Matteucci</i>	1
Bonanza rural, frontera agropecuaria y riesgos socio-ambientales en el MERCOSUR, <i>Jorge Morello; Andrea F. Rodríguez y Walter A. Pengue</i>	13
Ecorregiones y Pampeanización, <i>Walter A. Pengue</i>	29

Comunicaciones y avances de investigación

· Cálculo de índices y métricas de la estructura del paisaje a partir del tratamiento cuantitativo de imágenes satelitales, <i>Gustavo D. Buzai y Nora E. Mendoza</i>	32
· Relevamiento de coberturas y usos del suelo en el área periurbana de la ciudad de Rosario, <i>Nora Mendoza y Mariana Lípori</i>	37
· Relaciones entre configuración del territorio y estructura socioeconómica en la pampa ondulada, Argentina, <i>Mariana E. Silva y Silvia D. Matteucci</i>	39

Actividades

· Reunión de Expertos en ecología de Gran Chaco Americano.....	42
· Red Iberoamericana de Economía Ecológica - RIEE	42
· V Encuentro de la Sociedad Brasileña de Economía Ecológica - ECO ECO.....	42
· Primer Foro Nacional Desarrollo Sustentable: Biodiversidad, Soberanía Alimentaria y Energética. El papel del Sector Agropecuario.....	42

Anuncios

· Primer Seminario Argentino de Geografía Cuantitativa (1° SEMAGEC).....	43
· Curso de Postgrado: ECOLOGÍA ESPACIALMENTE EXPLÍCITA (ECOLOGÍA DE PAISAJES).....	44
· Nuevo libro: Buzai, G.D. 2003. Mapas Sociales Urbanos. Lugar Editorial. Buenos Aires.....	45

Publicaciones del GEPAMA (2002-2004).....	46
· Actualización de la Página Web de Gepama.....	46

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 3, N° 3, Julio 2004

Editores: Gustavo D. Buzai y Walter A. Pengue - E-mail: info@gepama.com.ar
Ciudad Universitaria, Pabellón III, Piso 4º, (1428) Buenos Aires Argentina
Tel.: (54-11) 4789-6367 / 6328

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