

ANÁLISIS DE LA FRAGMENTACIÓN Y LA ESTRUCTURA DEL PAISAJE EN BOSQUES NATIVOS DEL NORTE ARGENTINO

J. J. Correa^{1*}, J. Volante², L. Seghezzo³

Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO), Universidad Nacional de Salta (UNSa)

Avda. Bolivia 5150, A4408FVY Salta, Argentina

Tel. +54-387-4255516; E-mail: juanjocorrea@gmail.com

Recibido: 13/08/12; Aceptado: 03/10/12

RESUMEN: La expansión de la frontera agrícola en el Norte del país trajo aparejados una serie de impactos sobre los ecosistemas, entre los cuales se encuentra el fenómeno conocido como “fragmentación”. Para cuantificar y evaluar los niveles de fragmentación de las coberturas de interés en el área de estudio y en el tiempo se calcularon una serie de métricas o índices de fragmentación. El análisis temporal realizado entre los años 1976 y 2011 permitió seguir la evolución del territorio e interpretar su situación ecológica. En ese período, el área cultivada por el avance de la frontera agropecuaria aumentó 5.480.499,8 ha. Se observó un marcado proceso de fragmentación en la zona de estudio, que se evidencia principalmente por un aumento en el número de parches y de su tamaño medio. Los resultados obtenidos pueden servir de insumo en los procesos de toma de decisiones vinculados al ordenamiento territorial.

Palabras clave: Deforestación; ecología de paisajes; fragmentación de hábitats; índices de fragmentación; Norte argentino.

INTRODUCCIÓN

Los procesos de deforestación en la Argentina se intensifican a mediados del siglo XIX con el doble propósito de proveer de combustibles y materiales de construcción a las grandes ciudades y de limpiar áreas de tierra con objetivos agropecuarios (Brailovsky y Fogelman, 2010). En las últimas tres décadas, la propagación del cultivo de soja proporcionó un nuevo impulso al avance de la frontera agrícola dando un marco propicio para que la deforestación se generalice (Grau *et al.*, 2005). Los primeros datos sobre la superficie real y efectiva de bosques nativos pertenecen al primer Censo Nacional Agropecuario del año 1937, estimándose que ese año existían 37.535.308 hectáreas de bosques nativos. La deforestación es un proceso relacionado a momentos favorables ya sea por los precios de los productos agrícolas, nuevas tecnologías o contexto socio-político. La pérdida de bosques nativos que se produjo luego de 1937 no fue constante. Existieron años con variaciones más intensas incrementándose en las últimas décadas por innovaciones tecnológicas en los procesos productivos y un contexto benigno en el mercado mundial (Montenegro *et al.*, 2004). Los cambios se concentraron durante el período 1988-2002 en provincias como Salta, Santiago del Estero y Chaco, con un crecimiento de alrededor del 4%. Estos cambios no sólo se dan en cuanto a la composición del paisaje (reemplazo de los bosques nativos por distintos tipos de coberturas) sino también en su configuración (patrón con el que se distribuyen los distintos tipos de cobertura). Dentro de estos últimos, adquiere particular relevancia la fragmentación de la cobertura original de vegetación asociada a perturbaciones antrópicas (Paruelo *et al.*, 2006). Estos hechos forman parte de un fenómeno más amplio llamado agriculturización de los sistemas productivos extensivos y se extiende por países limítrofes como Uruguay, Bolivia, Brasil y Paraguay (Paruelo *et al.*, 2004).

El término “fragmentación” es generalmente usado para describir modificaciones en el patrón del hábitat a lo largo del tiempo, y detalla básicamente la disrupción de la continuidad espacial de un tipo de cobertura en general; estas modificaciones se producen en la estructura (biodiversidad) y en la función o funcionamiento (ciclos biogeoquímicos) del paisaje (McGarigal y Cushman, 2002; Lord y Norton, 1990). La estructura puede ser caracterizada por la composición y configuración. La composición se refiere a la presencia y cantidad de cada tipo de fragmento en el paisaje y su distribución física o carácter espacial está determinado por su configuración. Por otra parte, la función está dada por las interacciones entre los elementos espaciales. La variación constituye la alteración de la estructura y la función del mosaico ecológico a través del tiempo.

Un paisaje terrestre es un mosaico de tipos de suelo, vegetación y usos de suelo, conformando así una mezcla de parches naturales y otros antropizados que varían en tamaño, forma y configuración (Urban *et al.*, 1987; Turner, 1989). El parche es el elemento básico que constituye el paisaje (McGarigal y Marks, 1995). Desde una perspectiva ecológica, los parches representan áreas (ámbito espacial) o períodos (ámbito temporal) de condiciones ambientales relativamente homogéneas, que son percibidos o son relevantes al organismo o fenómeno ecológico bajo consideración (Wiens, 1976). La matriz es el elemento más extenso y mayormente conectado dentro del paisaje, y por lo tanto juega el rol dominante en el funcionamiento

¹ Facultad de Ciencias Naturales (UNSa) – INENCO

* Autor a quien se debe enviar la correspondencia

² Laboratorio de Teledetección y SIG, INTA Estación Experimental Agropecuaria Salta

³ Investigador Adjunto CONICET – INENCO

del ecosistema. De esta forma, la biodiversidad existente en los bosques se ve afectada por procesos de fragmentación. La variabilidad en la configuración ejerce fuerte impacto en la distribución y abundancia de algunas especies y sobre sus interacciones biológicas (Bustamante y Grez, 1995).

La fragmentación es entonces un problema ambiental (Mas, 1998) y, dada la importancia que presenta dentro del ecosistema, es fundamental identificar áreas fragmentadas en las cuales se podrán hacer estudios posteriores que permitan implementar actividades de manejo a fin de minimizar los impactos negativos. La comparación de paisajes con el objeto de identificar la variación en el tiempo y relacionar patrones del paisaje con la función ecológica exige la aplicación de métodos cuantitativos (Turner, 1989). Estos métodos incluyen la medición de indicadores o “métricas” del paisaje, que facilitan la detección de patrones de cambio no visibles a simple vista (Frohn, 1998).

Este trabajo presenta una caracterización general de la fragmentación de los bosques nativos del Noroeste argentino, mediante el cálculo de un determinado conjunto de indicadores del paisaje. Esta caracterización contribuye a comprender y describir la complejidad de los fenómenos de deforestación que tuvieron lugar en la región durante los últimos 35 años.

METODOLOGIA

Área de estudio

El área de estudio comprende 89 departamentos de 7 provincias del Norte de Argentina: Jujuy, Salta, Catamarca, Tucumán, Santiago del Estero, Chaco y Formosa (**Figura 1**). Comprende dos ecoregiones: las Yungas o Selva Tucumano Boliviana y el Chaco argentino o Parque Chaqueño (SAyDS, 2004). La superficie del área de estudio es de 397,176 km².

Estos ecosistemas se encuentran amenazados, con tasas de deforestación que rondan las 230.000 ha anuales (Montenegro *et al.*, 2008).



Figura 1. Área de estudio en la región Norte de la Argentina

Selva Tucumano Boliviana – Yungas

Se trata de un bosque subtropical de pedemonte y de montaña con alturas de entre 400 y 3.000 m.s.n.m. El clima es cálido y húmedo a subhúmedo, con precipitaciones del orden de los 900-1.000 mm anuales. El fuerte gradiente altitudinal origina variaciones climáticas y de formaciones vegetales: Selvas Pedemontanas, Selva Montana, Bosque Montano, Pastizales de Altura. En esta región se observa un intenso proceso de fragmentación y degradación de bosques por el reemplazo de estos por parte de la agricultura y por aprovechamiento selectivo de especies forestales valiosas. En el sur de la provincia de Salta, el uso tradicional de la tierra produce una apariencia de mosaico o parches de diferentes estados sucesionales (SAyDS, 2004)

Parque Chaqueño

Comprende una gran planicie ubicada en el centro-norte del país, con clima cálido subtropical. El tipo de vegetación característico es el monte xerófilo que se alterna con bosques serranos, sabanas y pastizales. Esta región presenta una gran intervención del hombre. La actividad agrícola se verifica actualmente en la zona Sur y el límite Oeste de la región relacionada principalmente con la expansión de la superficie cultivada de soja como así también el aumento del área destinada a la producción de algodón. Este proceso tiene particular importancia en la zona de Salta, Santiago del Estero, Chaco, Norte de Córdoba y Norte de Santa Fe. La ocurrencia de incendios en esta región es de las más altas del país, verificándose frecuentemente la conversión de las áreas incendiadas a agricultura (SAyDS, 2004).

El análisis de los niveles de fragmentación se realizó con Patch Analyst 5 para ArcGIS 10 (Rempel *et al.*, 2012) tras una clasificación previa de los elementos que conforman el paisaje. Se incluye el empleo de la capa de cobertura/uso del suelo elaboradas por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) sede Salta. Sobre esta capa se realizó el cálculo y análisis de una serie de métricas que permiten evaluar el nivel de fragmentación existente en la zona de estudio. Con el objeto de generar mapas que permitieran apreciar los patrones de fragmentación del hábitat en el espacio y en el tiempo, se procedió a la intersección de la capa de cobertura con una grilla de cuadrados (ventanas). Cada ventana de esta grilla posee una superficie de 3025 ha. Sobre este mapa grillado se calcularon los distintos índices de paisaje en intervalos de tiempo acumulado correspondiente al año 1976, 1986, 1996, 2006 y 2011, sin distinguir el tipo o clase de cobertura. Los parches agrícolas no hacen referencia a los lotes agrícolas sino a las superficies espacialmente continuas bajo agricultura. Es decir que en el caso de que varios lotes agrícolas estén contiguos todos pertenecerán a un solo parche.

La selección de métricas se realizó en función de su capacidad para caracterizar diversos aspectos de la fragmentación tales como: tamaño de parche, configuración espacial, forma del parche, entre otros. A continuación se presenta una breve descripción de las métricas analizadas en este estudio. Información adicional sobre estas métricas y una descripción matemática detallada se pueden consultar en McGarigal (2002).

Área total (TA). Calcula el área correspondiente a todos los fragmentos. Es un índice básico para la determinación de muchos otros.

Número de parches (NUMP). Número de parches totales. Es indicador de varios procesos ecológicos. Adicionalmente se emplea como índice de heterogeneidad del paisaje y como base para el cálculo de otras métricas.

Tamaño Medio de Parche (MPS). Es empleado como indicador de fragmentación si se evalúa el tamaño del tipo de parche de interés.

Perímetro de los parches (TE). La cantidad total de borde es relevante para el estudio de muchos fenómenos ecológicos, tal es el caso del efecto de borde en bosques, que provoca cambios en la composición y estructura de la vegetación debido principalmente alteración en el microclima. La cantidad de borde entre parches puede ser muy importante para el movimiento de organismos o materia a través de las fronteras, y es conocida la importancia del hábitat de borde para diversas especies (Turner, 1989).

Índice de forma media (MSI). Calcula la complejidad de la forma media de los parches en comparación con una forma estándar, como sería la circunferencia en el entorno vectorial o el píxel en el entorno raster. La forma del parche ejerce influencia en numerosos procesos inter-parches tales como migraciones de fauna. La forma de un parche está caracterizada por la longitud de sus bordes. Fragmentos que cuentan con una forma irregular como resultado de la fragmentación del bosque, tienden a contar con mayores longitudes de borde (Echeverría *et al.*, 2007). Se interpreta que si los valores son iguales a 1, los patrones de forma son circulares y se incrementa al aumentar la irregularidad de la forma del parche.

Media de la Relación Perímetro-Área Ponderada por Área (AWMSI). Calcula en forma ponderada los parches a partir de su tamaño. Los parches mas grandes poseen mayor ponderación que los pequeños, calculada por el promedio de la forma del parche. Se interpreta que si los valores se acercan a 1, los patrones de forma no son circulares, tratándose de aéreas fragmentadas.

Coefficiente de variabilidad del tamaño del parche (PSCOV). Calcula la variabilidad relativa sobre el promedio (variabilidad como porcentaje del promedio), no como la varianza absoluta. Utilizada para comparar la variabilidad entre fragmentos. Se interpreta que si los valores relativos tienden a 0 son más homogéneos en su tamaño o sólo existe un parche.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una forma de cuantificar la variación en la estructura del paisaje es mediante índices o indicadores que describen las características del paisaje (Badii y Landeros, 2007). La superficie cubierta por agricultura, representada por TA (ver **Tabla 1**,

Fila 1), aumentó de 1.672.231,1 ha en el año 1976 a 7.152.730,9 ha para el 2011, encontrándose el máximo crecimiento relativo hacia el año 2006, donde también se observa la máxima irregularidad en la forma media de los parches (MSI), perdiendo así su forma de núcleo siendo más vulnerables a la división de fragmentos (Tabla 1, Fila 7). Un aspecto vinculado a la transformación de la cobertura vegetal es la modificación en el número de parches que nos brinda información básica relativa a la configuración de un paisaje, ya que muestra cuán dividida puede estar la cobertura forestal.

Los parches de agricultura, medidos por NUMP (Tabla 1, Fila 2) se incrementaron de 5701 en el año 1976 hasta 15773 en el 2011. Ese cambio en la estructura espacial podría afectar a diversos procesos ecológicos, entre ellos el mantenimiento a largo plazo de poblaciones de distintas especies al reducirse su hábitat natural. Si bien a mayor número de parches mayor fragmentación, este índice no informa sobre el tamaño del parche. El tamaño total de los parches, representados por su media (MPS) (Tabla 1, Fila 3), mostró un aumento, pasando de 293,322 ha en 1976, encontrando un máximo en el año 2006 de 477,56 ha y volviendo a decaer hacia el año 2011 con 453,48 ha. Como se puede observar en la Figura 2, los dos frentes de crecimiento agrícola que se observan en el año 1976 (la línea Tucumán – Orán por un lado y la línea Este de Santiago del Estero – Norte de Santa Fe por el otro) fueron convergiendo hacia la región central, ocupando gradualmente una gran superficie del Chaco semiárido. Esto se puede atribuir a cuatro procesos simultáneos: (1) Crecimiento de la superficie cultivada total; (2) Aumento del tamaño relativo de parches agrícolas; (3) Desmonte y ocupación de áreas de bosques nativos; y (4) Mejoras tecnológicas que permiten la obtención de mejores rindes para algunos cultivos en zonas con condiciones agroecológicas más desfavorables.

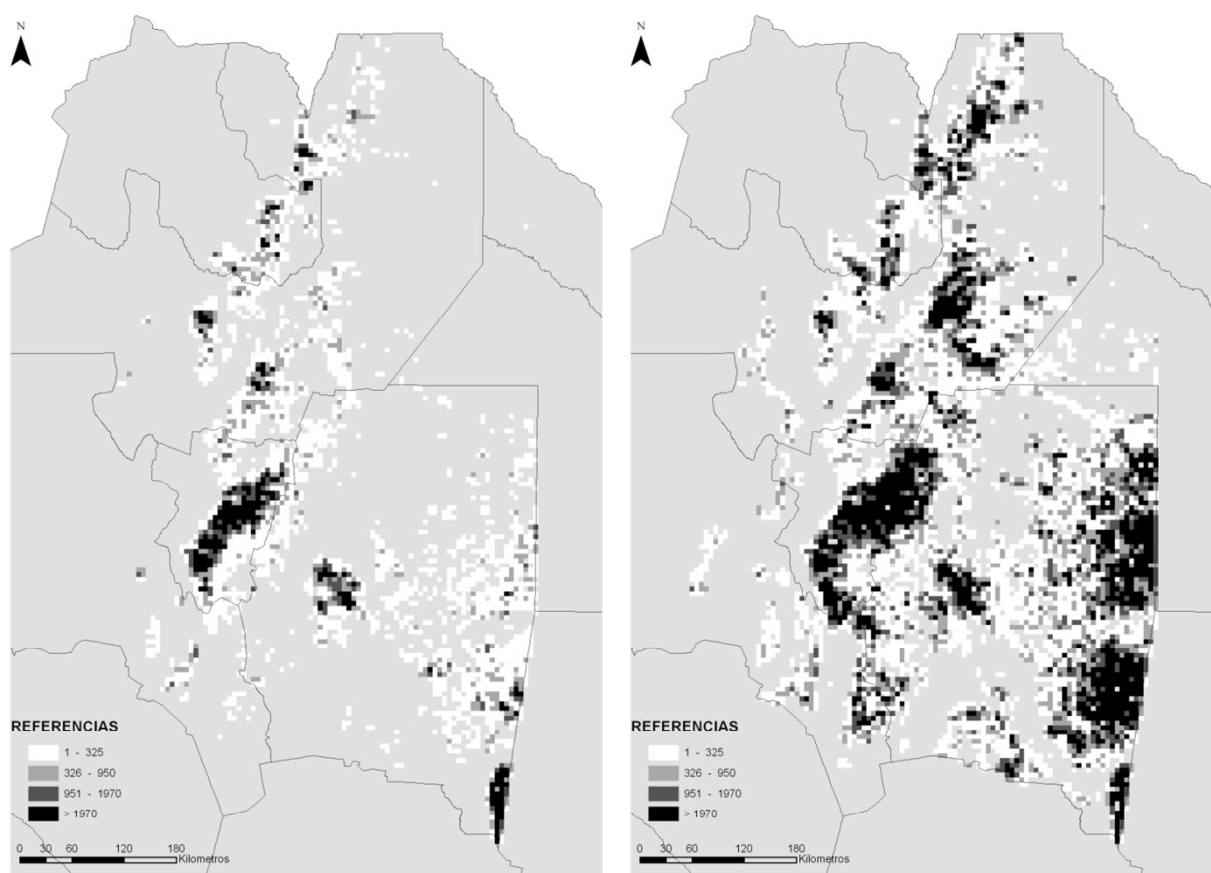


Figura 2. Variación espacial del tamaño del parche agrícola (MPS en ha) en el área de estudio. Izquierda: 1976. Derecha: 2011. Cada cuadrado representa una superficie de 3025 ha.

En el año 2006 se observó también la menor variabilidad en el tamaño de los parches (PSCOV), es decir los parches son más homogéneos en su tamaño o solo existe un parche (Tabla 1, Fila 6). Los parches resultantes de la agriculturización del territorio se caracterizan por tener mayor perímetro total (TE) (Tabla 1, Fila 4). La mayoría de los efectos adversos de la fragmentación de bosques parecen estar relacionados de manera directa o indirecta a los efectos de borde (McGarigal y Marks, 1995). La Figura 3 muestra el efecto del incremento del perímetro total de los parches en el período estudiado. El grado de complejidad de los parches (ver Tabla 1, Fila 5 y 7) medidos por dos índices AWMSI y MSI respectivamente nos dicen que a medida que fue transcurriendo el tiempo, las áreas se volvieron menos irregulares y con formas simples.

El aumento en la frontera agrícola, representado por los resultados obtenidos, se correlaciona con las innovaciones tecnológicas en la producción de los cultivos. Entre 1980 y 1990 se reemplaza la labranza convencional por la técnica de siembra directa que más tarde se intensificó con el mayor uso de fertilizantes, luego se incorporaron cultivos transgénicos y más recientemente la llamada agricultura de precisión (Satorre, 2005). El incremento de la presión sobre los recursos

naturales por el proceso de la industrialización, los incendios forestales y las políticas de promoción al desarrollo productivo mal aplicadas motivaron una mayor intensidad de la actividad ganadera en zonas que tradicionalmente no lo eran, tales como el área de estudio. A pesar de encontrarse vigente mecanismos de promoción a la actividad forestal, no existen normas que premien el desarrollo de técnicas o prácticas de manejo forestal sostenibles y conservación del Bosques Nativos.

Tabla 1. Caracterización de los patrones espaciales a nivel de paisaje para los años evaluados. TA= total de áreas de parches en el paisaje, NUMP = número de parches, MPS = tamaño medio de los parches, TE = perímetro de los parches, PSCOV = coeficiente de varianza del tamaño de parche, MSI = índice de forma media, AWMSI = media de la relación perímetro-área ponderada por el área.

Nº	Índice	1976	1986	1996	2006	2011
1	TA (ha)	1.672.231,1	2.904.350,6	3.755.406,1	6.033.540,3	7.152.730,9
2	NUMP	5.701	9.149	9.946	12.634	15.773
3	MPS (ha)	293,322	317,45	377,58	477,56	453,48
4	TE (m)	51.112.409	84.412.086	101.547.326	148.127.435	179.955.103
5	AWMSI	2,349792	2,263919	2,257522	2,257655	2,27763
6	PSCOV (%)	199,6	188,5	177,3	164,7	168,7
7	MSI	1,74767	1,74775	1,76724	1,79778	1,77929

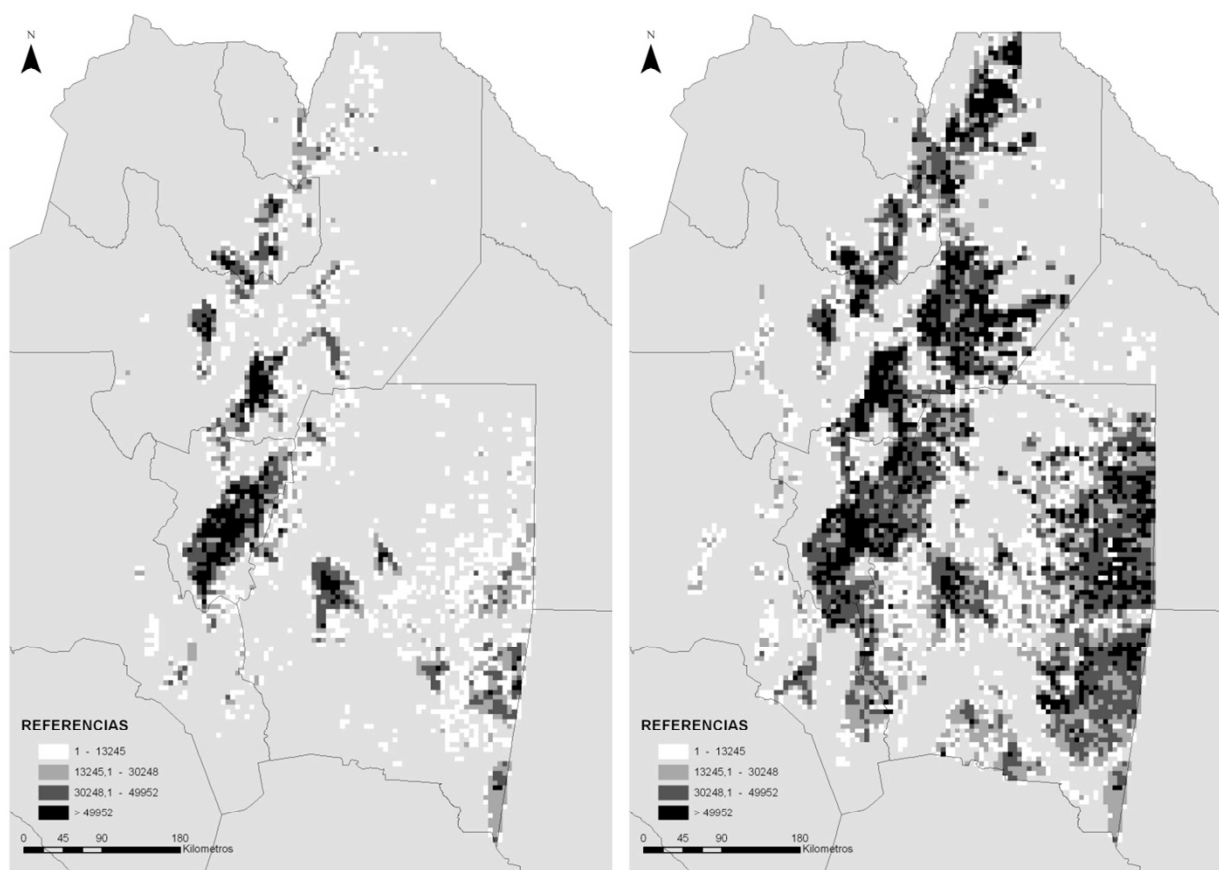


Figura 3. Variación espacial del perímetro o borde (TE en m) en el área de estudio. Izquierda: 1976. Derecha: 2011. Cada cuadrado representa una superficie de 3025 ha.

En este trabajo se reconocen patrones y se identifican cambios ecológicos de manera espacial a escala de paisaje, para la priorización de áreas para la protección y restauración ambiental de regiones con alta antropización, en las cuales se podrían realizar posteriormente estudios biológicos que permitan proponer diseños ecológicos, tales como zonas de amortiguación o

corredores biológicos, con el fin de minimizar o revertir el daño ecológico. La agricultura incrementó la producción de alimentos. Sin embargo, la expansión agropecuaria afecta la capacidad de los ecosistemas de proveer servicios (Fisher *et al.*, 2009). De estos servicios “ecosistémicos” derivan beneficios para la sociedad. Por otro lado, la expansión de la frontera agropecuaria representa una amenaza directa para los pueblos originarios provocando reducción de su hábitat natural, su desplazamiento, y el eventual abandono de sus territorios ancestrales (Paruelo *et al.*, 2011). Todos los índices provienen de un número reducido de variables medidas en el mapa (tales como área, perímetro, etc.). Estas variables fueron sometidas a una variedad de algoritmos, y es posible observar que hay índices que presentan una alta correlación entre sí. En trabajos posteriores sería recomendable hacer un análisis de correlación para eliminar redundancias. En este trabajo no se tuvieron en cuenta aspectos sociales, económicos ni culturales que explicarían la situación actual dándonos una aproximación más completa y compleja a la relación entre el ser humano y la naturaleza en la evolución de los paisajes. El estudio presentado en este artículo es de carácter exploratorio. Para una descripción más exhaustiva de las causas y las consecuencias de los fenómenos detectados, es necesaria la realización de investigaciones multidisciplinarias más detalladas.

CONCLUSIONES

- El análisis temporal realizado nos permitió seguir la evolución del territorio e interpretar la situación ecológica
- El área cultivada por el avance de la frontera agropecuaria significó un aumento de 5.480.499,8 ha en el período estudiado (1976-2011).
- Hay un marcado proceso de fragmentación en la zona de estudio, que se evidencia por un aumento del tamaño medio de los parches y un aumento de los mismos.
- La metodología aplicada en este trabajo permitió medir en un lapso de 35 años el proceso de fragmentación a que son sometidos los bosques nativos debido a la agriculturización de la región, pudiendo cuantificar el incremento neto en el área total de los nuevos parches que se refleja en la pérdida de hábitat, disminución de la cobertura boscosa y de heterogeneidad espacial dominada por la matriz agropecuaria.

REFERENCIAS

- Badii, M.H. & J. Landeros. 2007. Cuantificación de la fragmentación del paisaje y su relación con la sustentabilidad. *Daena* 2(1): 26-38
- Brailovsky, A. y Fogelman, D. (2010). *Memoria verde. Historia ecológica de la Argentina*. Novena edición. Buenos Aires: De Bolsillo.
- Bustamante, R. y Grez, A. (1995). Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. *Ciencia y ambiente* 11(2), 58-63.
- Echeverría, C., Newton, A.C., Lara, A., Rey, J.M. y Coomes, D.A. (2007). Impacts of forest fragmentation on species composition and forest structure in the temperate landscape of southern Chile. *Global Ecology and Biogeography*.
- Eliano, G.D., Somma, D. y Quintana, R. (2010). Análisis y evaluación del proceso de fragmentación de hábitat en un sector de Yungas argentinas. *RASADEP* 1, 67-76.
- Fisher, B, Turner, R.K. y Morling, P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics* 68:643-653.
- Frohn, R.C. (1998). *Remote Sensing for Landscape Ecology*, Lewis Publishers, Boca Ratón, 99 pp.
- Grau, H.R., Aide, T.M. y Gasparri, N.I. (2005). Globalization and soybean expansion into semiarid ecosystems of NW Argentina. *Ambio* 34, 267-268.
- Lord, J.M. y Norton, D.A. (1990). Scale and the Spatial Concept of Fragmentation. *Conservation Biology* 4, 197-202.
- Mas, J. F. (1998). Deforestación y fragmentación en la región de la Laguna de Términos, Campeche: un análisis del período 1974-1991.
- McGarigal, K. y Marks, B. (1995). *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 122 pp.
- McGarigal, K. (2002). *FRAGSTATS USER GUIDELINES Versión 3*. University of Massachusetts, Amhers.
- McGarigal, K. y Cushman, S.A. (2002). Comparative Evaluation of Experimental Approaches to the Study of Habitat Fragmentation Effects. *Ecological Applications* 12(2), 335-345.
- Montenegro, C., Gasparri, N.I., Manghi, E., Strada, M., Bono, J. y Parnuchi, M.G. (2004). *Informe sobre deforestación en Argentina*. Buenos Aires, Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal, pp. 8.
- Montenegro, C., Strada, M., Parmuchi, G., Bono J. y Stamati, M. (2008). Informe sobre Deforestación en Argentina. Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- Paruelo, J.M., Guerschman, J.P., Baldi, G. y Dibella, C.M. (2004). La estimación de la superficie agrícola. Antecedentes y una propuesta metodológica. *Interiencia* 29, 421-427.
- Paruelo, J.M., Guerschman, J.P., Piñeiro, G., Jobbagy, E.G., Veron, S.R., Baldi, G. y Baeza, S. (2006). Cambios en el uso de la tierra en Argentina y Uruguay: marcos conceptuales para su análisis. *Agrociencia* 10(2), 47-61.
- Paruelo J.M., Verón S.R, Volante J.N., Seghezzo L, Vallejos M, Aguiar S, Amdan L, Baldassini P, Ciuffolifb L, Huykman N, Davanzo B, González E, Landesmann J y Picardi D. (2011). Elementos conceptuales y metodológicos para la Evaluación de Impactos Ambientales Acumulativos (EIAAc) en bosques subtropicales. El caso del Este de Salta, Argentina. *Ecología Austral* 21:163-178.
- Rempel, R.S., D. Kaukinen, y A.P. Carr., (2012). Patch Analyst and Patch Grid. Ontario Ministry of Natural Resources. Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Thunder Bay, Ontario, Canada.
- Satorre, E.H. (2005). Cambios tecnológicos en la agricultura argentina actual. *Ciencia Hoy* 87:24-31
- SAyDS (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable) (2004). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). “Geo Argentina 2004”. Buenos Aires, Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación.

Turner, M.G. (1989). Landscape Ecology: The Effect o Pattern on Process. *Annual Review of Ecology and Systematics* **20**, 171-197.

Urban, D.L., O'Neill R.V. y Shugart H., (1987). Landscape Ecology: A hierarchical perspective can help scientists understand spatial patterns, *BioScience* **37(2)**, 119-127.

ABSTRACT: The expansion of the agricultural frontier in the North of Argentina brought about a number of environmental impacts such as the process known as "fragmentation". To quantify and assess the level of fragmentation, we calculated a number of fragmentation indices. The analysis included the period 1976-2011. The area devoted to agricultural production increased during this period by 5.480.499,8 ha. We found a notorious process of fragmentation during this period, particularly with respect to the number of average patch size and the number of patches. Results obtained could be used as an input for land use planning processes in the region.

Keywords: Deforestation; landscape ecology; habitat fragmentation; fragmentation indices; Argentine North.