

IMPACTOS DE LA SILVICULTURA EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA TRANSFRONTERIZA DEL RÍO YAGUARÓN (BRASIL-URUGUAY): UNA VISIÓN DESDE LA ECOLOGÍA DEL PAISAJE

*Maribel Olaya Betancur*¹

*Valdir Adilson Steinke*²

*Rafaela Araujo do Nascimento*³

Resumen

Desde mediados del siglo pasado los seres humanos hemos causado, de forma acelerada, innumerables impactos negativos a nivel ambiental que han repercutido en el equilibrio ecosistémico y la generación de cambios profundos de nuestros paisajes naturales, resultado de actividades económicas poco sustentables desarrolladas principalmente en las cuencas hidrográficas. Este artículo tiene como objetivo analizar las modificaciones en el paisaje causadas por la creciente introducción de la silvicultura en la cuenca hidrográfica del río Yaguarón ubicada en área de frontera entre Brasil y Uruguay. Las razones para este estudio se basan en tres puntos estratégicos; en primera instancia esta cuenca por su ubicación geográfica genera tensiones binacionales respecto al uso que se da a los recursos naturales insertos en ella y los posibles efectos en el recurso agua de cada territorio, la segunda razón que justifica este análisis es la alta diversidad biológica del *bioma pampa*, que al ser poco estudiada desde el punto de vista ecológico, la hace más vulnerable a impactos antrópicos, y la tercera razón es la fuerte relación que existe entre el bioma pampa y la identidad cultural de su población que es representada en la imagen del gaucho. En los últimos años el bioma pampa viene sufriendo transformaciones aceleradas en sus condiciones naturales y sus paisajes, por la creciente introducción y expansión de pasturas y monocultivos forestales de especies

1 Estudiante de Maestría en Geografía, Universidad de Brasilia (UnB). Email: lilium.umi@gmail.com

2 Doctor en Ecología, profesor adjunto del Departamento de Geografía, Universidad de Brasilia (UnB). Email: valdirsteinke@gmail.com

3 Estudiante de Maestría en Geografía, Universidad de Brasilia (UnB), Email: rafaela.unb@gmail.com

exóticas como el pino y eucalipto, generando con esto la degradación de sus recursos naturales y pérdida de los servicios ecosistémicos, lo que repercute en el deterioro del patrimonio natural y la identidad cultural de la población allí presente. Para este análisis se usó la cuenca hidrográfica como recorte territorial al ser definido por diferentes autores como un sistema abierto en donde se da intercambio de materia y energía a través de diversos componentes bióticos y abióticos que interactúan constantemente. Por tanto, la cuenca hidrográfica representa para el estudio un complejo sistema de interrelaciones medioambientales, influenciadas por aspectos sociales, políticos y económicos, que permite una visión tridimensional del paisaje a fin de considerar su pasado y presente para obtener prospecciones futuras que ayuden a evitar mayores impactos sobre sus recursos.

Palabras claves: análisis del paisaje, silvicultura, cuenca hidrográfica transfronteriza.

Abstract

Since the *mid-twentieth century* humans having caused, faster, many negatives environmental impacts that have affected the ecosystem balance level providing profound changes in our natural landscapes through a lack of economic sustainable activities, mainly in watersheds. This article aims to analyze the changes in the landscape resulting from the introduction and increase of forestry activities in the Yaguarón river basin, located in a border between Brazil and Uruguay. The reasons for studying it, are based on three strategic points: firstly, by the geographic condition, this watershed generates binational tensions through the use of the natural resources and their potential impacts on water for each country; the second reason is about the high level of biodiversity in Pampa biome, which have been poor studied from an ecological context, makes it more vulnerable to human impacts; and the third one is about the close relationship between the Pampa biome and the local population cultural identity, represented by the Gaucho. Recently, the Pampa

biome is suffering accelerated transformation in their landscapes and natural conditions due the growing introduction and expansion of pasture and forest monocultures, with exotic species like pine and eucalyptus, generating degradation on natural resources and declining ecosystem services, which results in the deterioration of the natural heritage and people cultural identity there. For this analysis, the basin was used as a territorial limit, which it was defined by different authors as an open system where it gives exchange of matter and energy through various biotic and abiotic components in constantly interaction. Therefore, for this study, watershed represents a complex system of environmental interactions, influenced by social, political and economic aspects, which allows a three-dimensional landscape view in order to consider their past and present, supporting future researches and avoiding major impacts on natural resources.

Keywords: landscape analysis, forestry, transboundary watershed.

INTRODUCCIÓN

Paisaje es un término dotado de matices, es un concepto heterogéneo, que abarca diversas escalas de tiempo y percepciones personales. Para el reconocido geógrafo brasileiro Aziz Ab'Saber el paisaje es una herencia, tanto de procesos fisiográficos, biológicos y ecológicos como de patrimonios colectivos, históricos y culturales de los pueblos que lo adoptan y en este sentido el hombre es responsable del paisaje y sus transformaciones (Ab'Saber, 2005). Ya la ecología del paisaje investiga la estructura de esta "herencia", como lo expresan Forman y Gordon (1986), la ecología del paisaje estudia la estructura y funcionamiento de los ecosistemas a escala de paisaje. Por tanto, el objetivo de la ecología del paisaje, según Lang y Blaschke (2009), no es describir paisajes, sino explicar y comprender los procesos que ocurren en ellos. Por esto, la cuenca hidrográfica como unidad de análisis es fundamental para el estudio del paisaje, ya que representa el medio físico

fundamental para el entendimiento de relaciones complejas que se dan en estos espacios (Da Silva & Steinke, 2010), sobre todo cuando estas relaciones complejas causan alteraciones en el paisaje creando patrones de ambientes fragmentados (Odum & Barret, 2008; Goerl et al., 2011).

En las últimas décadas la implementación de plantaciones forestales de pino y eucalipto para fines industriales tuvo mucho éxito en América del Sur sobre todo en países que no eran tradicionalmente productores de madera para este fin como Argentina, Brasil, Chile y Uruguay, alcanzando un alza relativa, en la productividad maderera (Lima, 1993). En Brasil por ejemplo para garantizar la demanda mundial de pasta de celulosa se tiene previsto un crecimiento promedio de 2% anual de la base forestal hasta el 2020, especialmente de áreas plantadas con eucalipto (Fao, 2006), mientras que la previsión de crecimiento de áreas de silvicultura para Uruguay en suelos de prioridad forestal será de un millón de hectáreas para el año 2030 (Achkar et al., 2012a).

La región pampeana caracterizada por poseer una gran diversidad biológica poco estudiada, viene perdiendo sus características naturales por la implementación de la silvicultura para la producción de madera y pasta de celulosa (Ministerio do Meio Ambiente do Brasil –MMA–, 2014; Dutra da Silva, 2012), además está substituyendo tradicionales actividades económicas que son la base de la identidad cultural de sus comunidades y que repercuten en la concepción local del paisaje como lo expresa Raquel M. Alvarado: “El clásico paisaje de pasturas y horizontes amplios comienza a desaparecer frente a la aparición de manchas compactas de árboles que producen una sensación de encierro cuando flanquean a ambos lados de las rutas” (Alvarado, 2005: 582).

En el presente trabajo se realizó un análisis del paisaje de la cuenca hidrográfica del río Yaguarón inserta en la región pampeana transfronteriza de Brasil y Uruguay, por medio de medidas de ecología del paisaje, para determinar la expansión de la silvicultura dentro de la misma y así analizar la

influencia que ha tenido esta actividad económica en el cambio del paisaje.

LA PAMPA EN EL CONTEXTO BRASIL-URUGUAY

La pampa es una región biogeográfica de América Latina de aproximadamente 700.000 km² que se extiende desde la mitad meridional del estado de Río Grande del Sur en Brasil, se extiende por todo el territorio uruguayo y ocupa el centro-este de Argentina (Cabrera & Willink, 1973).

La pampa uruguaya-sur riograndense se caracteriza por un clima subtropical húmedo con lluvias bien distribuidas durante todo el año, marcado por frecuentes frentes polares, temperaturas bajo cero en invierno y veranos cálidos (Unesco/PHI-LAC, 2007; CSR/Ibama., 2011). Su relieve es representado por áreas de planicie y áreas suave-onduladas, formado por un mosaico de suelos basálticos y sedimentarios; presenta un conjunto de vegetación campestre o de estepa relativamente uniforme predominando las plantas herbáceo-arbustivas, mientras que en los márgenes de los ríos hay presencia de formaciones forestales arbustivas y arbóreas. También se caracteriza por la presencia de vastas áreas de humedales, bañados, lagos y laguna (CSR/Ibama, 2011; Charco et al., 2005), varios de ellos de importancia para la conservación tal como la cuenca binacional de la Laguna Merín, declarada por la Unesco en 1976 como Reserva Mundial de la Biosfera e incluida por su belleza paisajística, su diversidad de flora y fauna, y por constituir hábitats de especies de aves migratorias y en riesgo de extinción, en la lista RAMSAR de Humedales de Importancia Internacional desde 1984 (Achkar et al., 2012b).

En Brasil la región biogeográfica de la pampa fue reconocida a partir del año 2004 como un bioma, el cual representa un inmenso patrimonio natural, genético y cultural de importancia nacional y mundial, además de poseer un conjunto de ecosistemas muy antiguos que junto

con su flora, fauna endémica y su gran biodiversidad aún no han sido descritos por la ciencia en su totalidad (MMA, 2014).

Es considerado un bioma vulnerable por la continua transformación de sus paisajes naturales a causa de acciones antrópicas de carácter económico, lo que lo enmarca en el segundo bioma más degradado del territorio brasileiro (MMA, 2014). Esta situación se repite en Uruguay donde los estudios de biodiversidad realizados hasta el momento son de carácter primario, con análisis que no van más allá de niveles básicos como la taxonomía alfa y estudios de riqueza, permitiendo solo un estimativo parcial del total de la diversidad que puede contener el país (Aber & Langguth, 2005); y en términos de aspectos funcionales y de procesos ecológicos, los estudios son aún más relegados (Charco et al., 2005).

La Comisión Mundial de Áreas Protegidas de la Unión Mundial para la Naturaleza (CMAP-UICN, 2010) señalan los pastizales templados de América del Sur o pampas, como uno de los biomas con menor grado de protección a escala global, representando un porcentaje inferior al 1% de su superficie conservado dentro de un sistema de áreas protegidas. En Brasil es el bioma con más baja representatividad en el Sistema Nacional de Unidades de Conservación (SNUC), con una representación de apenas 0,4% protegido (MMA, 2014); mientras que en Uruguay para el año 2008 había menos del 0,4% (Salazar & Scarlato, 2012).

LA PAMPA COMO EL MUNDO DEL GAUCHO

Históricamente desde la época de la colonización europea, la actividad económica que predominaba sobre el pampa era la pecuaria extensiva que ocasionó el desarrollo de una cultura mestiza singular, que trascendió fronteras y es representada en la figura del gaucho. Según Chelotti y Pessôa (2006), gaucho es el término que se usa para denominar a las personas ligadas a actividades ganaderas en los campos naturales de la pampa, que son descendientes de un mes-

tizaje entre españoles, portugueses, indígenas y negros. La peculiar característica de su modo de vida pastoril, junto con los paisajes dominados por extensos campos verdes, repletos de lagos, pájaros y bosques nativos influyeron en la personalidad del gaucho que junto a las luchas históricas por territorios ocurridas durante siglos marcaron su propia cultura (Amaral et al., 2012). En pocas palabras, la cultura del gaucho es formada por la relación del sujeto con el medio ambiente y sus experiencias precoces en la guerra (Oliven, 1992).

La revista virtual “Raíces” de Uruguay en su artículo “Origen del Gaucho” publicado en Abril de 2013, destaca el caballo, la pradera salvaje y los rebaños vacunos como los tres elementos básicos y característicos del gaucho y afirma que:

El caballo le confiere toda la libertad que heredó del indígena y que el gaucho tanto pondera, la pradera salvaje le da el medio de sustento sin tener que esforzarse demasiado. De estos elementos se deriva la personalidad típica del gaucho como el amor a la vida errante, al cambio y a la aventura, un hondo sentimiento de la dignidad personal y de la independencia, temeridad, desprecio del bienestar y las comodidades y el sentido heroico y trágico de la vida (Raíces, 2013).

El gaucho actual mantiene muy arraigada su cultura y la difunde a través de asociaciones de identidad gaucha, aunque hoy en día de aquellos gauchos históricos que recorrían los paisajes de la pampa en forma errante, de una villa a otra, no queda ninguno, sin embargo, su filosofía de vida sigue intacta (Raíces, 2013). Sin embargo, esta cultura cada día se ve más amenazada por actividades económicas como la deforestación industrial para celulosa y la expansión de monocultivos que incluyen nuevos elementos a su paisaje tradicionalmente agrícola y pecuario (Silveira et al., 2006), lo que está ocasionando una rápida degradación y transformación de los paisajes naturales y cultura de la región pampeana (MMA, 2014).

**AGRICULTURA Y SILVICULTURA EXTENSIVA
Y SU PAPEL EN LA PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD
DE LA REGIÓN PAMPANEA URUGUAYA-SUR
RIOGRANDENSE**

En las últimas décadas en Río Grande do Sul, Brasil, la expansión de fronteras agrícolas incluyendo la silvicultura, en conjunto con la ganadería extensiva, representan la amenaza más frecuente al bioma pampa (Carvalho et al., 2006). Se estima que actualmente hay un área inferior a 6,3 millones de hectáreas de las 14,08 millones de hectáreas originales, de pastos naturales que habían en la década de 1970 (Hasenack et al., 2006). En Uruguay la pérdida de campos naturales por actividades agrícolas se calcula en 1,8 millones de hectáreas (Tommasino, 2010), incluyendo las plantaciones de eucaliptos y pinos que han tenido un gran impulso y aval gubernamental para satisfacer la demanda de industrias de pasta de celulosa instaladas en el país (Parera et al., 2014).

Para la década de 1960 Uruguay ya contaba con grandes áreas dedicadas a cultivos de cereales como trigo, arroz, girasol, lino y cebada (De los Campos & Pereira, 2002), mientras que en el territorio brasileiro se daba una modernización agrícola que lo llevó a incorporar la producción de arroz irrigado y soya, generando profundas transformaciones socioespaciales (Chelotti, 2010). Sin embargo, es hasta el año 2000 que se da un cambio significativo en el modelo de uso agropecuario de Uruguay, marcado por la introducción del cultivo de soya modificada genéticamente (Díaz, 2005), y relegando la ganadería a las zonas no cultivables (Parera et al., 2014); para el 2005 Brasil seguiría esta tendencia cuando adopta el modelo comercial de soya modificada y su paquete tecnológico (MAGP/IICA, 2012).

En los años 2002 y 2008 el incremento de superficie sembrada de soya en los campos de la pampa uruguaya-sur riograndense, fue significativa con un 20% cultivada en Brasil (Oyhançabal & Narbondo, 2008), y un 40% en Uruguay (MGAP-DIEA, 2012). Para entonces, la soya era el cultivo más sembrado en la región, logrando que la asociación trigo-soya adquiriera un papel

importante en la rotación de cultivos, causando una paulatina disminución de la actividad ganadera por pérdida de pastizales (Begenisic, 2002).

No obstante, en los últimos 30 años, los cultivos de arroz irrigado exponen un elevado incremento de aéreas sembradas próximas a humedales y bañados de la región pampanea de Uruguay y Río Grande del Sur, siendo un importante componente de la economía del lugar (Steinke, 2007). Solo en áreas litorales del bioma pampa en Río Grande del Sur se estiman 354 mil hectáreas (50%) ocupadas con arroz irrigado (MMA, 2006), mientras que en Uruguay para el periodo 2010-2011 se alcanzó unas 195 mil hectáreas sembradas (Uruguay XXI, 2013).

La silvicultura con pino y eucalipto gana un papel importante en esta región pampanea desde que Uruguay a raíz de la ley forestal 15.939 de 1987, impulsara esta actividad como eje económico dinamizador de la economía del país (Gautreau, 2014), mediante otorgamiento de subsidios a los productores que cultivaran en los tipos de suelo establecidos por la ley (García Préchac et al., 2010), sin embargo, el mayor incremento registrado de áreas cultivadas con eucalipto y pino se dio en el periodo 1990-2004 donde se pasó de 45.000 hectáreas a cerca de 750.000 hectáreas plantadas (Silveira et al., 2006).

En Brasil, la historia no es muy diferente, puesto que el aumento de las áreas forestales en el país fue incentivado desde la década de 1970 por el Gobierno federal, lo que generó que para el año 1999 las áreas cultivadas especialmente con eucalipto fueran de aproximadamente 2,9 millones de hectáreas; de estas, el estado de Río Grande del Sur tenía una representación del 3,9% (Embrapa, 2014). Sin embargo, es a partir del año 2004 que varias empresas forestales llegan a establecerse en el extremo sur del estado de Río Grande del Sur con incentivos fiscales, con el fin de atender la creciente demanda de madera como materia prima y la promesa de cambiar la situación económica de los municipios más pobres de este estado. Aunque este nuevo modelo sobre la matriz productiva trajo cambios visibles sobre todo en el paisaje de los campos naturales,

no logró revertir el cuadro de pobreza de la región (Da Silva, 2012), no obstante consiguió que el área de silvicultura incrementara en un 30% para el año 2008 (Bencke, 2009).

Según lo anterior desde finales de los años 90 hasta 2008 las nuevas fronteras, agrícola y forestal, marcaron el comienzo de actividades económicas intensivas sobre la pampa uruguaya-surriograndense bajo el supuesto del desenvolvimiento y recuperación económica de la región, sin considerar los posibles efectos sobre el paisaje y la biodiversidad, llevando a la sociedad gaucha a cuestionar el valor de actuar sobre la naturaleza sin considerar la capacidad de carga ambiental, en el proceso de transformación del paisaje y compromiso de la imagen de la pampa asociada a su identidad (Da Silva, 2012).

Las consecuencias de las alteraciones en la cobertura y usos del suelo en los campos naturales de la pampa no se hicieron esperar, hoy en día la estructura y funcionamiento de sus paisajes han sufrido grandes transformaciones (Baldi & Paruelo, 2008; Viglizzo et al., 2002). La pérdida de nutrientes y compactación del suelo, contaminación de las capas freáticas y cuerpos de agua por uso de fertilizantes y pesticidas, pérdida y alteración de los hábitats naturales (Viglizzo et al., 2002), invasiones biológicas, pérdida de biodiversidad y fragmentación del paisaje (Carvalho et al., 2006) son consecuencia de esas transformaciones. Actualmente la invasión de especies exóticas como la *Eragrostis plana*, que fue implementada en la región como forraje, representa un desafío a la conservación de los ecosistemas de campos naturales y se estima que hay unos dos millones de hectáreas del bioma pampa brasileiro con la presencia de esta gramínea de origen africano (Pinto, 2011).

CUENCA HIDROGRÁFICA: RECORTE TERRITORIAL PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL

En los últimos años, la sociedad humana ha causado la aceleración en los procesos de desequilibrio del paisaje, principalmente por las actividades del sector productivo y de sus acciones

directamente desarrolladas en las cuencas hidrográficas, esto se debe a que las cuencas hidrográficas funcionan como unidades integradoras del territorio (Rocha & Vianna, 2006).

Desde la primera conferencia de las Naciones Unidas sobre el agua en Mar de Plata en 1977, la cuenca hidrográfica es asumida por diferentes países del mundo como unidad territorial ideal para la gestión ambiental (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 1998). Lo anterior se debe a que la cuenca hidrográfica puede ser tratada como unidad geográfica donde se interrelacionan los recursos naturales (Santos, 2004), así se evidencia por las definiciones para el término de cuenca hidrográfica, dadas por diferentes autores a continuación:

Según el geógrafo Antonio Chistofolletti, la cuenca hidrográfica representa un sistema abierto donde se dan procesos de entrada y salida de materia y energía, a su vez define la cuenca hidrográfica como un área drenada por un río o por un sistema fluvial que está compuesto por un conjunto de canales de drenaje interrelacionados que le dan forma. Por tanto, la cuenca hidrográfica es considerada, como una unidad natural influenciada por la región donde está inserta la red hidrográfica que la drena, siendo un receptor de todas las interferencias antrópicas y naturales que ocurren en el área tales como: topografía, clima, uso y ocupación del suelo, etc. (Chistofolletti, 1980, citado por Cazula et al., 2010). Esto se debe a que la cuenca hidrográfica es una unidad espacial compuesta de diversos componentes bióticos y abióticos que interactúan entre sí, actuando como un “operador sistémico” en el que cualquier alteración cualitativa o cuantitativa producida en las entradas de materia, energía e información, repercutirá en el funcionamiento global del sistema, como en los componentes de su subsistema (Achkar et al., 2004)

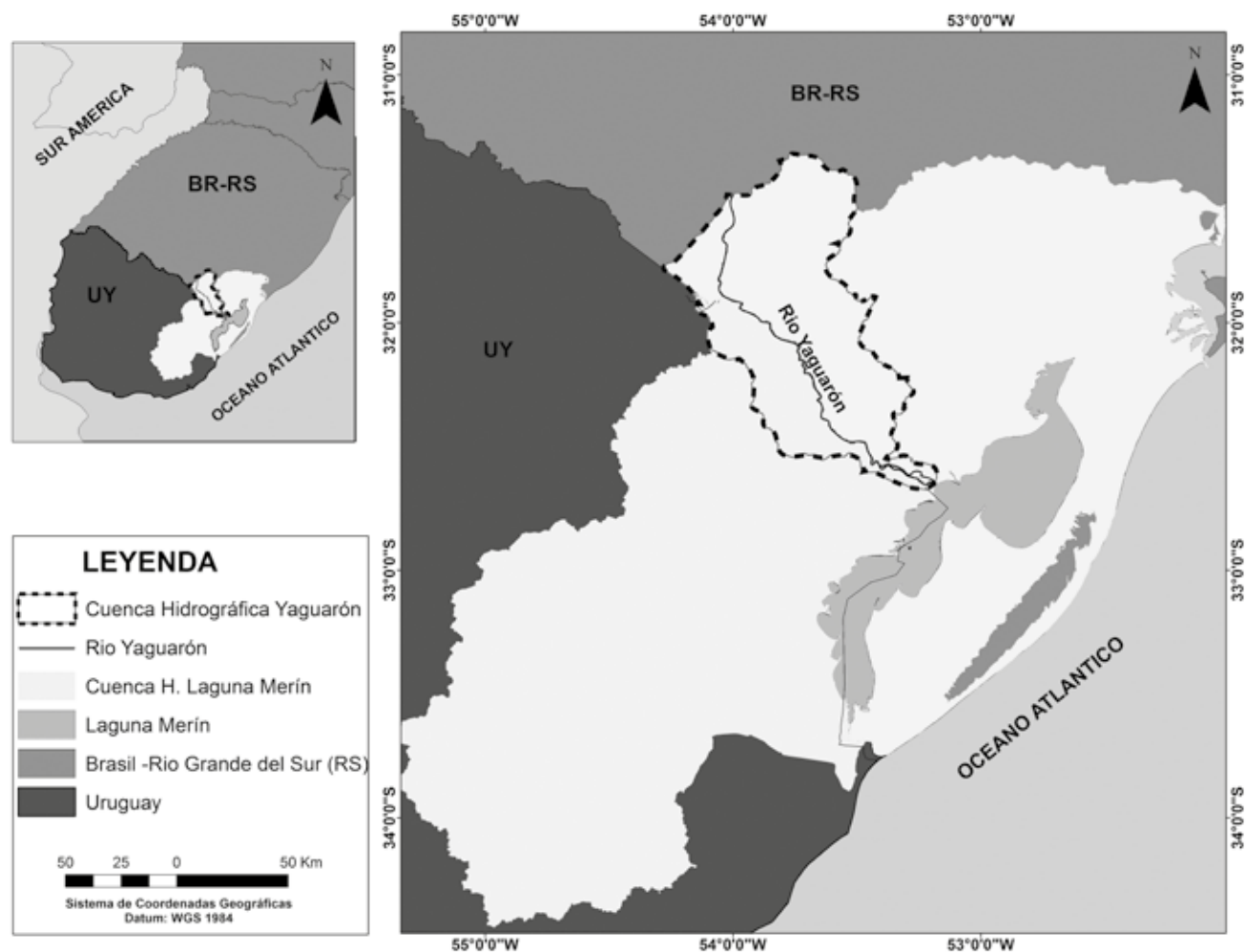
Para los autores Yassuda (1993) y Moragas (2005), la cuenca hidrográfica representa un escenario único donde se da un complejo sistema de interrelación del recurso agua, con el medio físico, biótico, social, económico, cultural y político. Por esto, la cuenca hidrográfica se

considera la mejor unidad de planeación y gestión ambiental, pues sus límites son inalterables dentro del panorama de la planeación humana, lo que facilita el seguimiento de las transformaciones naturales y antrópicas dentro del área. De este modo, el ordenamiento territorial dentro de la cuenca hidrográfica es el medio más eficiente de control de los recursos hídricos que la integran (Tonello, 2005).

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca hidrográfica del río Yaguarón o río Jaguarão, está situada en el área de frontera

entre Brasil y Uruguay al suroeste del estado de Río Grande del sur (BR) y al noroeste del departamento de Cerro Largo (UY) entre las coordenadas geográficas 31° 30' a 34° 35' de latitud Sur; e 53°08' y 54°14' de longitud Oeste (Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM–, 2013). Esta cuenca hidrográfica hace parte del sistema de cuencas hidrográficas que conforman la cuenca binacional de la laguna Merín (ver Mapa 1), y tiene un área total de 7.491 kilómetros cuadrados de los cuales el 78% se encuentra en territorio brasileño y el 22% en territorio uruguayo (Berger/Brokon-sult et al., 1975).



Mapa 1. Ubicación cuenca hidrográfica del río Yaguarón

Fuente: elaboración propia.

Desde el punto de vista de sus características físicas, la cuenca hidrográfica del río Yaguarón, está inserta en la región fisiográfica de la pampa gaucha cubriendo las provincias geomorfológicas de las planicies costeras y del escudo uruguayo-sur riograndense, esta última unidad corresponde a rocas del periodo precambriano con características estructurales altamente falladas y dobladas, siendo la estructura geológica más antigua de la región. Ya la unidad de planicies costeras corresponde a depósitos sedimentarios de orígenes marinos, lagunares y aluviales-coluviales, sus paisajes son marcados por relieves que van desde afloramientos rocosos a relieves planos o poco inclinados con elevaciones que van desde los 100 a 400 m s. n. m. (Verdum et al., 2004).

La vegetación en la cuenca hidrográfica del río Yaguarón está dividida por la nomenclatura dada por cada país, para Brasil la cuenca hidrográfica es caracterizada por un conjunto vegetal campestre donde predomina la cobertura vegetal tipo *estepe* seguida de vegetación de tipo *floresta estacional decidual* y en menor expresión la vegetación de *savana estépicas* y vegetación pionera de áreas húmedas y bañados (Hasenack et al., 2006). En Uruguay, denominan la vegetación relacionada al área de estudio como, praderas y mosaicos de praderas con vegetación arbórea de parques y vegetación de pajonales (Achkar et al., 2012b).

La matriz económica actual de la cuenca hidrográfica, es agrícola rural con predominio de cultivos de arroz, ganadería extensiva y silvicultura (Achkar et al., 2012b).

La cuenca hidrográfica presentó durante un periodo de análisis de 30 años una precipitación y evaporación media anual de 1.245,10 mm y 1.303,65 mm respectivamente, demostrando con esto un déficit de recuperación hídrica. El caudal promedio del río Yaguarón es de 86,3 m³/s y su descarga específica es 0,0182 m³/km² (Magna Engenharia Ltda, 1997 citado por EIA/RIMA, 2010).

METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos del presente trabajo, primero se recopiló información biblio-

gráfica que nos ayudó a entender los procesos de cambio del paisaje por la introducción de la silvicultura y los impactos que esto genera sobre el bioma pampa en el área de estudio. En segundo lugar, para analizar la ocupación de la silvicultura dentro de la cuenca hidrográfica fueron adquiridas, de la página de internet U.S. Geological Survey (USGS) de *Earth Explorer*, imágenes satelitales Landsat 5 para el año 1993 y Landsat 8 para el año 2013, debido a la disponibilidad existente para los años analizados. Después se procedió a digitalizar las imágenes, vectorizar los fragmentos de silvicultura en escala 1:10.000, para cada año y generar los mapas, utilizando el software de Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcGis 10.1. Finalmente con la extensión V-Late 2.0 beta para ArcGis se calcularon las métricas del paisaje correspondientes a los índices de área y análisis de áreas, de los fragmentos de silvicultura mapeados con anterioridad, con el fin de caracterizar los fragmentos y observar cómo esto influye en el grado de fragmentación del paisaje de la cuenca hidrográfica.

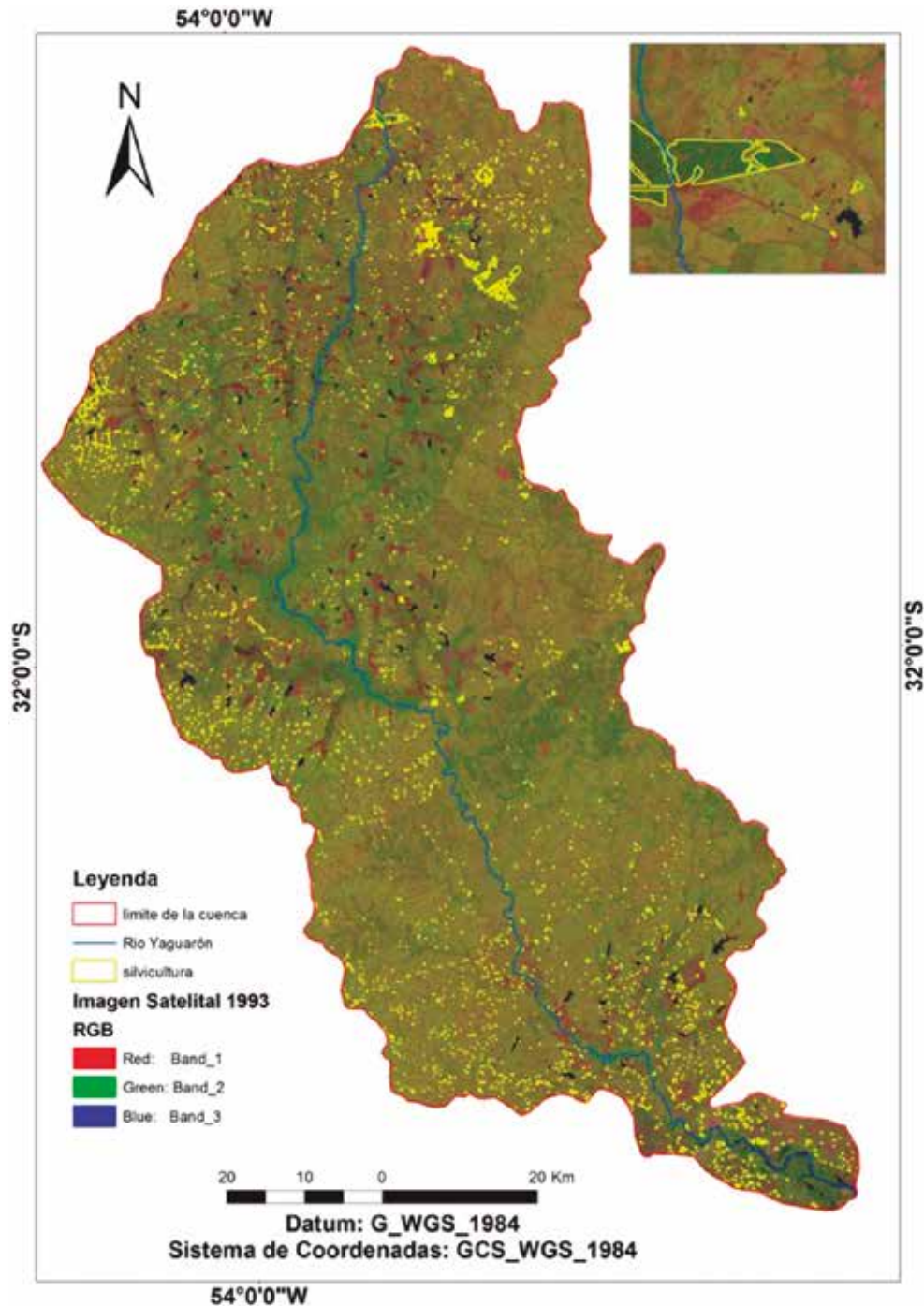
RESULTADOS Y DISCUSIONES

OCUPACIÓN DE FRAGMENTOS DE SILVICULTURA EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA YAGUARÓN EN EL PERIODO DE TIEMPO 1993-2013

En los Mapas 2 y 3 se puede observar el mapeo de los fragmentos de la silvicultura para los años 1993 y 2013 dentro de la cuenca hidrográfica del río Yaguarón pudiéndose apreciar su incremento de la silvicultura sobre el área del bioma pampa. El análisis matemático de este mapeo (Cuadro 1) arrojó para el año de 1993 un total de 4.557 hectáreas de fragmentos forestales equivalente al 0,6% del área total de la cuenca hidrográfica. Ya para el año 2013 los fragmentos de la silvicultura alcanzaron un total de 29.824 hectáreas correspondiente al 3,6% del total del área de estudio, lo que representa un aumento de 25,267 hectáreas (84,72%) de áreas cultivadas entre este periodo de tiempo. Este aumento se da como consecuencia de los

incentivos forestales promovidos por los gobiernos de Uruguay y Brasil desde mediados del siglo pasado y que desarrollaron con ma-

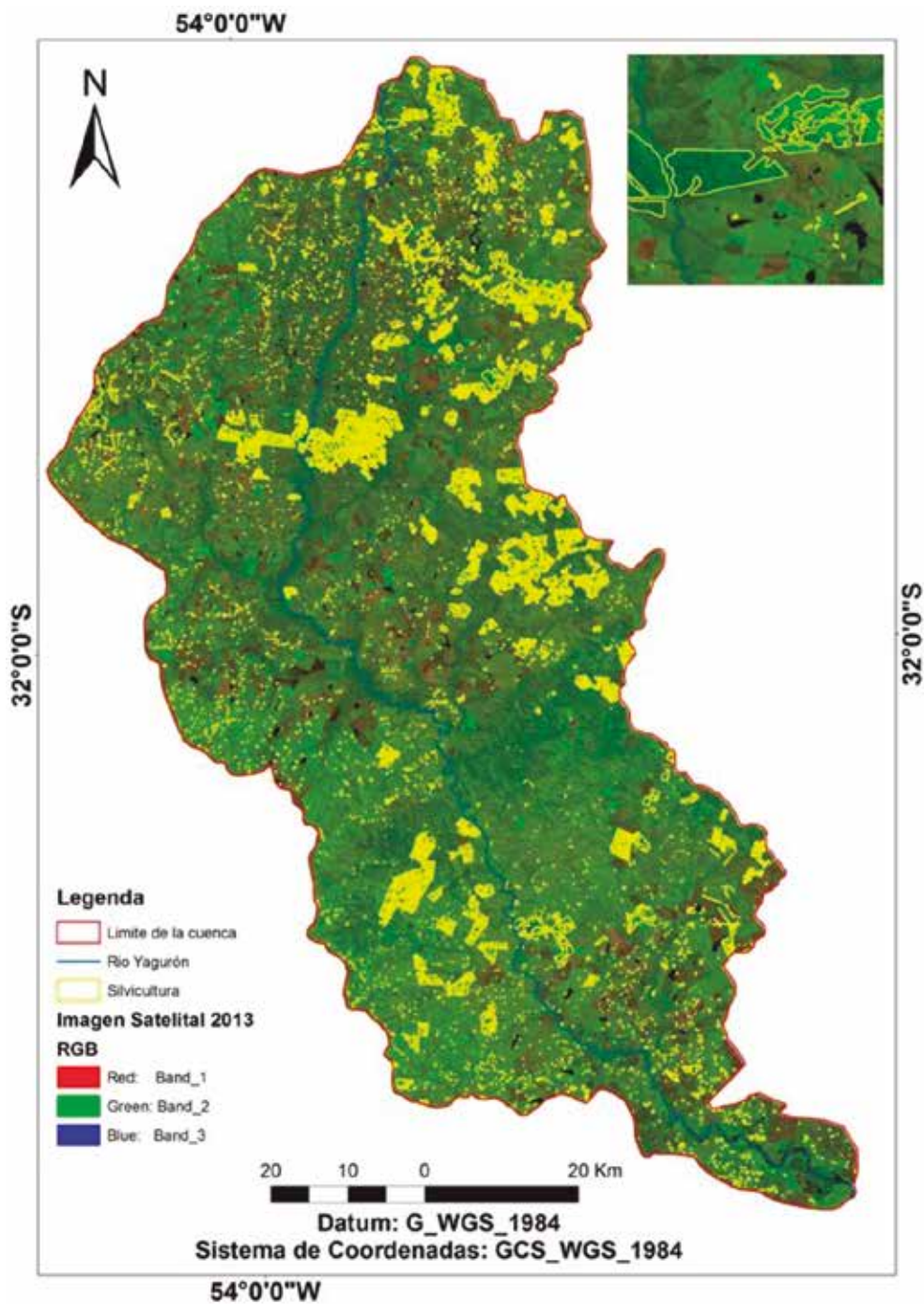
yor fuerza esta actividad productiva a partir de 1990 en Uruguay y 2003 en la mitad sur de Río Grande del Sur (Da Silva, 2012).



Mapa 2. Ocupación de silvicultura, cuenca hidrográfica del río Yaguarón (1993)

Recuadro superior derecho: acercamiento de fragmentos de silvicultura.

Fuente: elaboración propia.



Mapa 3. Ocupación de silvicultura, cuenca hidrográfica del río Yagurón (2013)

Recuadro superior derecho: acercamiento de fragmentos de silvicultura.

Fuente: elaboración propia.

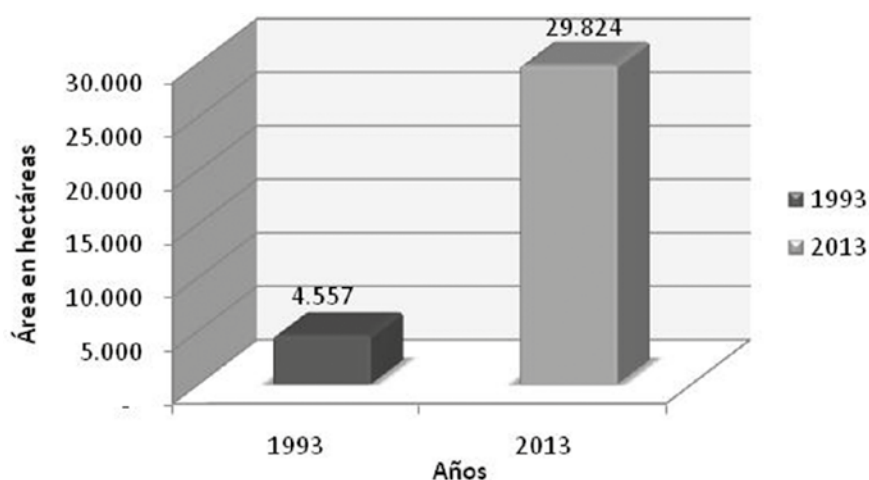


Figura 1. Comparación del área total de fragmentos de silvicultura en los años 1993-2013

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 1. Cálculo de fragmentos por clases de área en hectárea (ha)

División de fragmentos por hectáreas (ha)	N.º de fragmentos		Área total (ha)		Área (%)	
	1993	2013	1993	2013	1993	2013
0 a 1	2.720	4.317	1.028,27	1.511,92	0,13	0,18
1 a 2	409	689	560,64	956,08	0,07	0,12
2 a 3	176	305	428,74	758,02	0,05	0,09
3 a 4	59	187	208,43	651,72	0,03	0,08
4 a 5	21	120	91,20	536,06	0,01	0,07
5 a 6	23	105	123,76	578,91	0,02	0,07
6 a 7	17	81	107,62	523,91	0,01	0,06
7 a 8	16	76	121,89	574,08	0,01	0,07
8 a 9	6	65	52,06	549,55	0,01	0,07
9 a 10	10	49	93,92	464,04	0,01	0,06
> a 10	56	740	1.739,99	22.720,58	0,21	2,77
Total	3.513	6.734	4.556,55	29.824,85	0,6	3,6

Fuente: cálculos del autor. Las aéreas originales estaban en m².

ANÁLISIS DE FRAGMENTOS DE SILVICULTURA A TRAVÉS DE MÉTRICAS DEL PAISAJE

Los cálculos de área son considerados la base del conocimiento del paisaje y son muy útiles en estudios ecológicos, ya que la riqueza y abundancia de algunas especies y la fragmentación dependen de la dimensión de los fragmentos (Voltão,

1998). Partiendo de este concepto se analizó la expansión de la silvicultura en la cuenca hidrográfica agrupándose los fragmentos forestales mapeados en función del área, como se muestra en el Cuadro 2, en donde aparecen los datos de número de fragmentos de silvicultura, área total en hectáreas y porcentaje de área con respecto a la cuenca hidrográfica para cada año analizado.

En el Cuadro 1 se puede observar una clara predominancia de fragmentos forestales de silvicultura menores a una hectárea para los dos años analizados, siendo menor la cantidad de clasificados como mayores a 10 hectáreas. La explicación de esto es que para el año de 1993 la mayoría de la silvicultura estaba compuesta por pequeños cultivos especialmente de pino y eucalipto destinados a la producción de leña para subsistencia rural (Santos & Trevisan, 2010), así como para proteger el ganado del fuerte viento “*minuano*” (Ab’Saber, 2005:108). Para el año 2013 la cantidad de cultivos creció en número debido a la continua adquisición de tierra por parte de industrias de celulosa en la región (Santos, 2009).

De acuerdo con Borges et al. (2010), los fragmentos con áreas mayores representan en la interpretación del paisaje áreas homogéneas, o que sufren menos interferencia en la ocupación espacial. No obstante según la Figura 2 los fragmentos de silvicultura dentro de la cuenca hidrográfica del río Yaguarón presentan una configuración de áreas heterogéneas, al ser dominante la clase de área menor a una hectárea, lo que representa un proceso sucesivo de fragmentación del paisaje.

Los cálculos de análisis de área o de diversidad y tamaño analizadas para este estudio fueron el tamaño medio de la mancha (MPS) y la desviación estándar del tamaño de las manchas (PSSD). McGarigal et al. (2002) destacan que los paisajes que presentan menores valores en el tamaño medio de la mancha (MPS) deben ser considerados como más fragmentados. Pereira et al. (2001) resaltan que el tamaño medio de la mancha (MPS) debe ser analizado en conjunto con la desviación estándar, si la desviación estándar (PSSD) arroja un valor alto esto representaría la presencia de grandes fragmentos, incluso con un tamaño medio relativamente bajo.

Para el mapeo de la silvicultura en la cuenca del río Yaguarón en el año 1993 el tamaño medio de las manchas (MPS) o fragmentos de silvicultura fue de 13 hectáreas, considerándose como un valor pequeño en relación al área total de las manchas (CA) de silvicultura presentes para este año (Cuadro 2), lo que comprueba que el paisaje ya estaba siendo vulnerable a la fragmentación por los cultivos comerciales. La desviación estándar del tamaño medio de los fragmentos (PSSD) fue de 58 hectáreas, siendo considerado un valor relativamente alto, lo que revela la presencia de grandes fragmentos para la época.

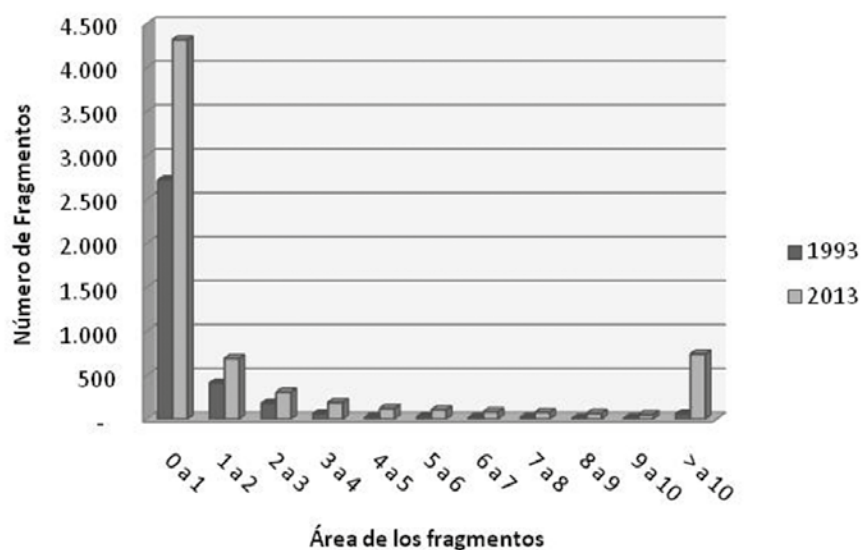


Figura 2. Número de fragmentos por hectáreas (ha)

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 2. Índices de ecología del paisaje calculados para los años 1993 y 2013

Grupo	Nombre de las métricas	Valores año 1993	Valores año 2013
Métricas de análisis de área (ha)	Número de parches (NP)	3.513	6.734
	Área de todas la mancha (CA)	4.557	29.824
	Medida del tamaño de las manchas (MPS)	13,0	59,1
	Desvío padrón del tamaño de las manchas (PSSD)	58	211

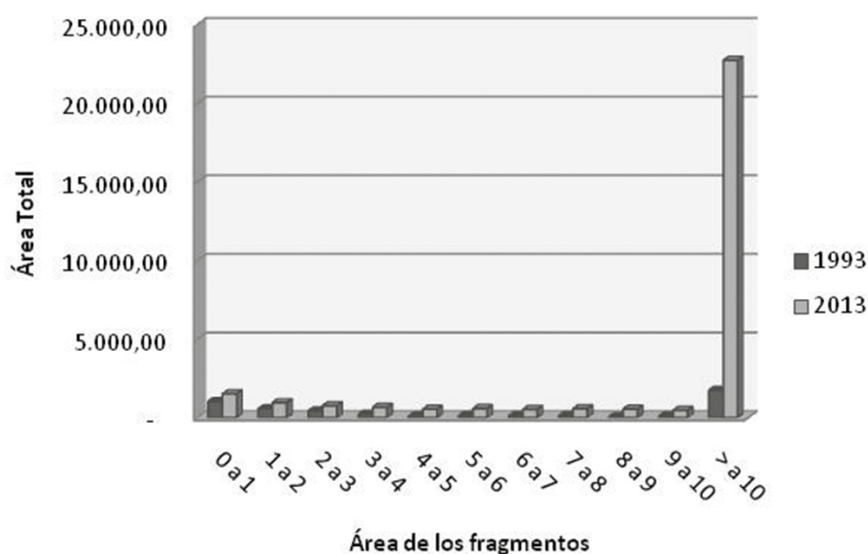
Fuente: Cálculos del autor.
Las aéreas originales estaban en m².

En el Cuadro 2 también se constata un incremento significativo del tamaño medio de las manchas (MPS), para el año 2013 fue de 59 hectáreas, y la desviación estándar del tamaño de los fragmentos (PSSD) fue de 211 hectáreas. Una hipótesis para este comportamiento puede ser que los pequeños cultivos de pino y eucalipto existentes en el año 1993 se incrementaron en área a la vez que las empresas forestales implementaron nuevos cultivos. En la Figura 3 se

puede notar que el incremento más significativo para el 2013 se dio en las áreas de cultivos mayores a 10 hectáreas.

CONCLUSIONES

Para el presente trabajo se concluye que el paisaje de la cuenca hidrográfica del río Yaguarón viene sufriendo de acelerados procesos de degradación y fragmentación por causa de las actividades de silvicultura desarrolladas con mayor intensidad desde principios de los años noventa, lo que conlleva a una mayor presión de los ecosistemas pampeanos representados en campos naturales, zonas de bañados y humedales, evidenciando lo afirmado por Dutra Da Silva (2012) cuando expresa que los cultivos de florestas comerciales conducen a la destrucción de hábitats con alta diversidad; así, para la pampa la substitución de los campos naturales por la silvicultura presenta un empobrecimiento ecológico de este bioma. De acuerdo con McGarigal (2005), la pérdida de hábitat y la fragmentación en el área de estudio, implican la reducción progresiva y subdivisión de hábitat con el tiempo, lo que resulta en la alteración de la estructura y la función del paisaje.

**Figura 3. Área total ocupada por los fragmentos de silvicultura**

Fuente: elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

- AB'SABER, A. N. (2005). *Os domínios de natureza no Brasil: Potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê.
- ABER, A. & LANGGUTH, A. (2005). *Biodiversidad y taxonomía: Presente y futuro en el Uruguay*. Recuperado de <<http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001502/150225s.pdf>> [acceso 6 de noviembre de 2014].
- ACHKAR, M.; BLUM, A.; BARTESAGHI, L. & CERONI, M. (2012a). *Escenarios de cambio de uso del suelo en Uruguay* [informe técnico]. Convenio MGAP/PPR-Facultad de Ciencias/Vida Silvestre/Sociedad Zoológica del Uruguay/CIEDUR.
- ACHKAR, M.; CAYSSIALS, R.; DOMÍNGUEZ, A. & PESCE, F. (2004). *Hacia un Uruguay Sustentable: Gestión integrada de cuencas hidrográficas, Programa Uruguay Sustentable*. Montevideo: REDES-AT. 60 p.
- ACHKAR, M.; DOMINGUEZ, A. & PESCE, F. (2012b). *Cuenca de la Laguna Merín-Uruguay: Aportes para la discusión ciudadana*. Montevideo: IECA-Facultad de Ciencias/Programa Uruguay Sustentable/REDES-AT.
- ALVARADO, R. (2005). "Política forestal, inversión transnacional y transformaciones territoriales en Uruguay". En: *Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina*. Brasil: Universidade de São Paulo.
- AMARAL, A.; SOUSA, A.; SILVA, L.; SEVERINO, L.; RAMOS, C. M. & LEMONIE, Y. (2012). *Biomas Brasileiros: Pampa*. Recuperado de <<http://cpu90.ifc-camboriu.edu.br/criacac/tiki-index.php?page=BIOMA+PAMPA+-+IA11>> [acceso julio de 2014].
- BALDI, G. & PARUELO, J. M. (2008). "Land-use and land-cover dynamics in South American temperate grasslands". En: *Ecology and Society*, 13(6), Recuperado de <<http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss12/art16>>, [acceso 4 de julio de 2013].
- BEGENISIC, F. (2002). *Hacia un país sojero*. Argentina: Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Recuperado de <<http://www.agroparlamento.com/agroparlamento/notas.asp?n=1048>>
- BENCKE, G. A. (2009). Diversidade e conservação da fauna dos Campos do Sul do Brasil. En: V. D. Pillar et al. (eds.). *Campos Sulinos: Conservação e uso sustentável da biodiversidade* (pp. 101-121). Brasília: MMA.
- BERGER/BROKONSULT (SUECIA), SONDOTÉCNICA (BRASIL) & URUPLÁN (URUGUAY) (1975). *Estudio de factibilidad del desarrollo de la cuenca del río Yaguarón en brasil y uruguay*. Resumen del informe final para el programa de las naciones unidas para el desarrollo y la comisión laguna Merín.
- BORGES, J.; CARVALHO, G.; MOURA, A. C. M. & NASCIMENTO, J. (2010). "Estudo da conformação da paisagem de Sabará-MG para compreensão das métricas do fragstats em padrões de uso do solo". En: *Congresso Brasileiro de Cartografia*, 24, 1473-1481.
- CABRERA, A. L. & WILLINK A. (1973). *Biogeografía de América Latina* (2.^a ed.). Washington D.C.: Secretaría General de la OEA. Serie Monografías Científicas, Biología n.º 13.
- CARVALHO, P. D. F.; FISCHER, V.; SANTOS, D. D.; RIBEIRO, A. M.; QUADROS, F. D.; CASTILHOS, Z. M. & JACQUES, A. V. (2006). "Produção animal no bioma campos sulinos". En: *Brazilian Journal of Animal Science*. 35, 156-202.
- CAZULA, L. P. & MIRANDOLA, P. H. (2010). "Bacia hidrográfica conceitos e importância como unidade de planejamento: um exemplo aplicado na bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado/SP-Brasil". En: *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros*, Seção Três Lagoas, 12, 101-124.
- CHANETON, E. J.; PERELMAN, S. B.; OMACINI, M. & LEÓN, R. J. C. (2002). "Grazing, environmental heterogeneity, and alien plant invasions in temperate Pampa grasslands". En: *Biological Invasions*, 4(1), 7-24.
- CHARCO, M.; GARCÍA, L.; GONZÁLEZ, E.; RODRÍGUEZ, L. & QUINTILLÁN, A. (2005). "Importancia global de la biodiversidad de Uruguay". En: *Proyecto Fortalecimiento de las Capacidades para la Implementación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Uruguay* [documento borrador]. (DINAMA/PNUD/GEF/URU/05/001)

- CHELOTTI, M. C. (2010). "Novos territórios da reforma agrária na campanha gaúcha / campo-território". En: *Revista de Geografia Agrária*, 5(10), 194-225.
- CHELOTTI, M. C. & PESSÔA, V. L. S. (2006). Assentamentos rurais e as transformações territoriais no Pampa Gaúcho/RS/BR. En: *6ª Bienal Coloquio de Transformaciones Territoriales*. Santa Fé, Argentina: UNL.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1980). *Geomorfologia*. São Paulo: Edgard Blücher.
- CMAU-UICN (Comisión Mundial de Áreas Protegidas de la Unión Mundial para la Naturaleza) (2010). "Sudamérica prepara un plan para proteger sus pastizales templados". Recuperado de <https://www.iucn.org/es/noticias/noticias_por_fecha/2010_news_sp/marzo_news_2010/?4982/pastizales> [acceso diciembre de 2014].
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (1998). *Recomendaciones de las reuniones internacionales sobre el agua: de Mar del Plata a París*, LC/R.1865. Santiago, Chile: CEPAL.
- CSR/IBAMA (2011). *Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite acordo de cooperação técnica MMA/Ibama: Monitoramento do bioma pampa 2008-2009*. Brasília, 8 de septiembre. Recuperado de <<http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/pampa/pampa.htm>> [acceso 27 de marzo de 2014].
- DA SILVA, Gustavo Bayma Siqueira & STEINKE, Valdir Adilson (2010). "Alterações na paisagem e seus impactos diretos nas áreas de preservação permanentes das nascentes da bacia hidrográfica do ribeirão Taboca (DF): uma análise espaço-temporal 1964-2004". En: *Caminhos de Geografia*, 10(32), 87-99.
- DA SILVA, Marcelo Dutra (2012). "Os cultivos florestais do pampa, no sul do Rio Grande do Sul: desafios, perdas e perspectivas frente ao avanço de novas fronteiras agrícolas". En: *Revista Floresta*, 42(1), 215-226.
- DE LOS CAMPOS, G. & PEREIRA, G. (2002). *La actividad agrícola de secano en el Uruguay*. Montevideo, Uruguay.
- DÍAZ, Roberto (2005). *Desafíos de la intensificación agrícola en el Uruguay*. San José, Costa Rica: IICA.
- EIA/RIMA (Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental) (2012). *Implantação do acesso à Segunda Ponte Internacional Brasil-Uruguai: Vol. 1*. 157 p.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Biodiversidade Gestão ambiental e territorial) (2014). *Saberes sobre o Bioma Pampa*. Recuperado de <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2368868/saberes-sobre-o-bioma-pampa-serao-discutidos-em-congresso>> [acceso noviembre 18 de 2014].
- FAO-UN (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2006). *Tendencias y Perspectivas del Sector Forestal en América Latina y el Caribe*. Recuperado de <<http://www.fao.org/docrep/009/a0470s/a0470s-05.htm#TopOfPage>> [acceso 25 enero de 2015].
- FORMAN, R. T. T. & GODRON, M. (1986). *Landscape ecology*. USA: J. Wiley. 619 p.
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER – FEPAM/RS (s.f.). *L60-Bacia hidrográfica do rio Jaguarão*. Recuperado de <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/bacia_jaguarao.asp> [acceso 14 de julio de 2013].
- GARCÍA PRÉCHAC, F.; ERNST, O.; ARBELETCHÉ, P.; PEREZ-BIDEGAIN, M.; PRITSCH, C.; FERENCZI, A. & RIVAS, M. (2010). *Intensificación Agrícola: oportunidades y amenazas para un país productivo y natural*. Uruguay: Universidad de la República. Colección ART.2.
- GAUTREAU, P. (2014). *Forestación, territorio y ambiente: 25 años de silvicultura transnacional en Uruguay, Brasil y Argentina*. Montevideo, Uruguay: Trilce.
- GOERL, R. F.; SIEFERT, C. A. C.; SCHULTZ, G. B.; SANTOS, C. S. & SANTOS, I. (2011). "Elaboración e aplicación de índices de fragmentación e conectividad de la paisagem para análisis de cuencas hidrográficas". En: *Revista Brasileira de Geografia Física*, 5(1), 1000-1012.
- HASENACK, H. & CORDEIRO, J. L. P. (orgs.) (2006). *Mapeamento da cobertura vegetal do Bioma Pampa*. Porto Alegre: UFRGS, Centro de Ecologia. 30 p. (Relatório técnico Ministério do Meio Ambiente: Secretaria de Biodiversidade e Florestas no âmbito do mapeamento da cobertura vegetal dos biomas brasileiros).

- LANG, S. & BLASCHKE, T. (2009). *Análise da paisagem com SIG*. Traducción de Hermann Kux. São Paulo: Oficina de Textos.
- LANG, S. & TIEDE, D. (2003). *V-Late Extension für ArcGIS – vektorbasiertes Tool zur quantitativen Landschaftsstrukturanalyse*. Innsbruck, Austria: ESRI. 98p. Recuperado de <<https://sites.google.com/site/largylate/gis-tools/v-late>> [acceso julio de 2014].
- LIMA, Walter de Paula (1993). *Impacto Ambiental do Eucalipto*. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- MAGNA ENGENHARIA LTDA. (1997). *Estudo de Impacto Ambiental/RIMA para a Nova Ponte Internacional Brasil-Uruguai 2012*.
- MAGP (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, AR); IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR) (2012). *Estudio comparativo entre el cultivo de soja genéticamente modificada y el convencional en Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay*. Coords. técs. P. Rocha & V. M. Villalobos. San José, CR: IICA.
- McGARIGAL, K.; CUSHMAN, S. A.; NEEL, M. C. & ENE, E. (2002). *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for categorical maps*. Recuperado de <<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>> [acceso en marzo de 2014].
- McGARIGAL, K.; CUSHMAN, S. A. & REGAN C. (2005). *Quantifying terrestrial habitat loss and fragmentation: a protocol*. US For. Serv. Gen. Tech. Repl. RM-GTR-xxx.
- McGARIGAL, K. & MARKS B. J. (1995). *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. Portland: USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station.
- MMA (Ministerio do Meio Ambiente do Brasil) (2014). *Pampa*. Recuperado de <<http://www.mma.gov.br/biomas/pampa>> [acceso en marzo de 2014].
- MMA/SEMA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS (2006). *Caderno da região hidrográfica Atlântico Sul*. Brasília: Autor. 128 p.
- MORAGAS, W. M. (2005): “Análise dos Sistemas Ambientais do Alto Río ClaroSW/Goiás: Contribuição ao Planejamento e Gestão. Manejo Geoambiental”. Tesis doctoral. Río Claro: Universidade Estadual Paulista (UNESP).
- ODUM, E. P. & BARRET, G. W. (2008). *Fundamentos de Ecologia* (5.^a ed.). São Paulo: Cengage Learning, 612 p.
- OLIVEN, R. G. (1992). *A parte e o todo: A diversidade cultural no Brasil-nação*. Petrópolis: Vozes.
- OYHANTÇABAL, G. & NARBONDO, I. (2008). “Radiografía del Agronegocio Sojero: descripción de los principales actores y los impactos socio-económicos en Uruguay”. Recuperado de <http://agros.fagro.edu.uy/portal/phocadownload/presentaciones/presentacin-radiografia_negocio_sojero.pdf> [acceso 25 de noviembre de 2014].
- PARERA, A.; PAULLIER, I. & WEYLAND, F. (eds.) (2014). *Índice de Contribución a la Conservación de Pastizales Naturales del Cono Sur: Una herramienta para incentivar a los productores rurales*. Argentina: Aves Uruguay.
- PINTO, C. E. (2011). “Diversidade Vegetal de Pastagem Natural Submetida a Intensidades de Pastejo”. Tesis doctoral. Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- RAICES (2013). *Origen del Gaucho*. Montevideo, Uruguay. Recuperado de <<http://www.raicesuruguay.com/raices/gaucho.html>> [acceso 19 de diciembre de 2014].
- ROCHA, A. A. & VIANNA, P. C. G. (2006). “A bacia Hidrográfica como Unidade de Gestão da Água”. En: *Seminário Luso-Brasileiro, Agricultura Familiar e Desertificação*. João Pessoa (PB), junio 26-28.
- SALAZAR, A. & SCARLATO, G. (2012). *SNAP: Conservar y producir en áreas protegidas. Ganadería y campo natural: Proyecto Fortalecimiento del Proceso de Implementación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (MVOTMA-DINAMA-PNUD-GEF)*. Recuperado de <http://medios.presidencia.gub.uy/jm_portal/2012/noticias/no_g539/guia_de_pasturas_snap.pdf> [acceso 30 de noviembre de 2014].
- SANTOS, J. R. dos (2009). *Espaço Agrário e a Lógica Territorial da Empresa: Os Florestamentos para Celulose e Papel no Sul do Rio Grande do Sul e Uruguai*. Recuperado de <<http://w3.ufsm.br/gpet/engrup/iiiengrup/17.pdf>> [acceso 10 de diciembre de 2014].
- SANTOS, R. F. dos (2004). “Planejamento ambiental: teoria e prática”. En: *Planejamento ambiental: Teoria e prática*. São Paulo: Oficina de textos.

- SANTOS, T. & TREVISAN, R. (2010). "Eucaliptos versus bioma Pampa: compreendendo as diferenças entre lavouras de arbóreas e o campo nativo". En: *Rev. Bras. Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 15(12), 299-332.
- SILVEIRA, L.; ALONSO, J. & MARTÍNEZ, L. (2006). "Efecto de las plantaciones forestales sobre el recurso agua en el Uruguay". En: *Revista Agrociencia*, 10(2), 75-93.
- STEINKE, V. A. (2007). "Identificação de Áreas Úmidas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade na Bacia da Lagoa Mirim (Brasil-Uruguai): Subsídios para a gestão transfronteiriça". Tesis doctoral. Brasília: Universidade de Brasília.
- TOMMASINO, H. (2010). "15 años de cambio en el agro uruguayo: impacto en la ganadería vacuna". En: *Anuario OPYPA*, 365-381.
- TONELLO, K. C. (2005). "Análise Hidroambiental da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães". Tesis de maestría. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa.
- UICN.ORG (2010). "Sudamérica prepara un plan para proteger sus pastizales templados" Recuperado de <http://www.iucn.org/es/noticias/noticias_por_fecha/2010_news_sp/marzo__news_2010/?4982/pastizales> [acceso 20 de diciembre de 2014].
- UNESCO/PHI-LAC (2007). *Atlas de las culturas hídricas de América Latina: Uruguay*. Montevideo: Grupo Uruguay. Coordinadora del proyecto: Lic. Ana Buti. Serie Agua y Cultura, n.º 1.
- URUGUAY XXI (2013). *Informe arrocerero de Uruguay*. Recuperado de <<http://www.aca.com.uy/wp-content/uploads/2014/08/Informe-arrocerero-Dic-2013-Uruguay-XXI.pdf>> [acceso 9 de enero del 2015].
- USGS, Earth Explorer-DEPARTMENT OF THE INTERIOR US GEOLOGICAL SURVEY (s.f.). *Home Datasets*. Recuperado de <earthexplorer.usgs.gov> [acceso 30 de mayo de 2014].
- VERDUM, R.; BASSO, L. A. & SUERTEGARAY, D. M. (2004). *Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação*. Porto Alegre: UFRGS.
- VIGLIZZO, E.; PORDOMINGO, A. J.; CASTRO, M. G. & LÉRTORA, F. A. (2002) "La sustentabilidad ambiental de la agricultura pampeana oportunidad o pesadilla". En: *Ciencia Hoy*, 12(68), 38-51.
- VOLTÃO, C. F. S. (1998). *Trabalho de análise espacial: Métricas do Fragstats*. São Jose dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).
- YASSUDA, E. R. (1993). "Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais". En: *Revista de Administração Pública*, 27(2), 5-18.

