

**VARIACIÓN DE LA VEGETACIÓN LEÑOSA CON
RELACIÓN A LA HISTORIA DE USO EN EL SO
BONAERENSE Y NE RIONEGRINO**



Laura Belén Rodríguez.

Licenciatura en Ciencias del Ambiente.

belr88@hotmail.com

Directora:

Dra. Silvia Torres Robles. storresr@unrn.edu.ar

Co-director:

Lic. Juan Manuel Zeberio. jmzeberio@unrn.edu.ar

Tesina. 29 de Marzo de 2017

Agradecimientos

A mis padres Carmen y Juan, mis hermanos Marisel y Fernando y a mis sobrinos Taniel e Ignacio, que son parte importante de mi vida, por haberme acompañado, comprendido y apoyado en cada momento, en estos años.

A mis amigas, grandes personas que he tenido el agrado de conocer, con la mayoría he compartido estos años de estudios, por los gratos momentos que hemos vividos, porque me han incentivado y acompañado en el transcurso de los años.

A los profesores de la carrera Licenciatura en Ciencias del Ambiente de la UNRN por la formación que me han brindado en estos cuatro años de la carrera.

A los integrantes del proyecto de investigación, que han colaboraron en esta tesina, en especial Andrés Grand por el acompañamiento en las salidas a campos, sobre todo en los muestreos de biomasa.

A mis directores de tesina Silvia Torres Robles y Juan Manuel Zeberio, de los cuales he aprendido muchísimo, agradecerles por sus constantes enseñanzas, por la comprensión y el tiempo dedicado.

Índice

<i>RESUMEN</i>	4
<i>INTRODUCCIÓN</i>	5
Objetivos específicos:	9
<i>METODOLOGÍA</i>	9
Área de estudio	9
Selección de los sitios de muestreo	10
Caracterización de la composición y estructura de la vegetación	11
Biomasa de diferentes unidades de vegetación	12
Proyección espacial de la biomasa mediante información satelital	12
Descripción de la reducción y/o variación de la vegetación con relación al uso del suelo vinculado a las decisiones del ámbito público-privado.....	14
Sistema de Información Geográfica	14
<i>RESULTADOS</i>	15
Caracterización de la composición y estructura de la vegetación	15
Biomasa de diferentes unidades de vegetación	16
Proyección de la biomasa	18
Mapa de biomasa.....	19
Descripción de la reducción y/o variación de la vegetación con relación al uso del suelo vinculado a las decisiones del ámbito público-privado.....	22
Sistema de Información Geográfica	28
<i>DISCUSIÓN</i>	31
<i>CONCLUSIÓN</i>	37
<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	39

RESUMEN

Los procesos de deforestación y degradación de la vegetación leñosa afectan a las comunidades vegetales del Noreste de la Patagonia debido a la expansión de la frontera agropecuaria, modelando su composición, estructura y distribución. El estudio de la acumulación neta de carbono atmosférico en la vegetación tiene relevancia para mejorar las condiciones productivas y ambientales. La presente tesina describe las variaciones de la biomasa aérea relacionada con la estructura y composición de especies leñosas para situaciones con diferente nivel de disturbio por su historia de uso, en distintas localidades del NE de la Patagonia. Se seleccionaron once sitios con diferentes niveles de cobertura asociados a niveles de disturbios, en tres localidades: Adolfo Alsina y General Conesa (provincia de Río Negro) y Patagones (provincia de Buenos Aires). Se analizó la variación florística y estructura de la vegetación mediante Análisis de Componentes Principales, se estimó la biomasa área de la vegetación leñosa y mediante regresión simple se estableció la relación entre la biomasa y la cobertura y entre la biomasa y el Índice de Vegetación Normalizado (NDVI). Se proyectó espacialmente la biomasa aérea de la vegetación leñosa mediante el NDVI y se establecieron cuatro umbrales de NDVI, para cada umbral se estimaron los promedios de biomasa, de stock y de almacenamiento de carbono. Además, se analizó en forma exploratoria, las variaciones de la vegetación leñosa con relación a las decisiones del ámbito público y privado y se realizó un Sistema de Información Geográfica con los datos de biomasa y uso del suelo. Se registraron 16 especies leñosas de las cuales dos son arbóreas. No se encontró un gradiente geográfico de variación de la composición. La biomasa se relacionó positivamente con la cobertura de la vegetación del sitio, pero se obtuvo un mejor ajuste con el modelo obtenido entre la biomasa y el NDVI. Los valores obtenidos de biomasa, stock y almacenamiento de carbono, en función de los umbrales establecidos, varía según la localidad, siendo Patagones la de mayor superficie con el mayor contenido medio de biomasa, Adolfo Alsina la de mayor superficie con el menor contenido medio de biomasa y General Conesa con una uniformidad en superficie en relación a los cuatro umbrales. La reducción y/o variación de la vegetación

leñosa está relacionada con el uso antrópico, causando modificaciones tanto en la estructura como en biomasa, stock y almacenamiento de carbono de las comunidades de especies leñosas del NE de la Patagonia. Si bien el desarrollo de una actividad productiva está vinculada con las condiciones climáticas, también tienen una fuerte incidencia las decisiones del ámbito público que están implícitas en los modelos productivos y los contextos político-económicos que influyen en las decisiones del ámbito privado sobre qué actividad productiva se desarrollará.

INTRODUCCIÓN

En los ecosistemas áridos y semiáridos la cobertura arbórea y arbustiva determinan muchas de las propiedades del sistema, que a su vez está regulada tanto por la disponibilidad de recursos como por los regímenes de disturbios - herbivoría, fuego, y variables climáticas (Sankarán *et al.*, 2005; Torres Robles, 2009). Estos ecosistemas son muy sensibles al impacto generado por las actividades antrópicas debido a la baja capacidad de resiliencia que poseen (Zeberio, 2012). El pastoreo excesivo y la incorporación de nuevas tierras para la agricultura extensiva impactan directamente sobre la vegetación natural del sector transicional del Espinal y el Monte Oriental (León *et al.*, 1998; Lerner, 2004; Zeberio, 2012). Estos cambios en el uso de la tierra pueden causar cambios estructurales en la vegetación y reducción de la biomasa así como la desaparición de bienes y servicios ambientales (Gasparri *et al.*, 2008). Asimismo, en distintas regiones de Latinoamérica, se ha comprobado que los cambios en la vegetación relacionados con el uso de la tierra promueven emisiones de carbono, es decir, disminuyen los almacenamientos de carbono en la vegetación y el suelo y los sistemas afectados pasan de sumidero a fuente de carbono, lo que implicaría una clara incidencia al cambio climático global con el aumento de los niveles de carbono en la atmósfera (Vaccaro *et al.*, 2003). Tanto los procesos de deforestación como los de extracción de leña en el Espinal-Monte del NE de la Patagonia presentarían la misma tendencia. Estos procesos están condicionados por las variaciones del clima de la región que además inciden sobre el tipo de actividad económica que se desarrolla (Contreras, 2011).

En los últimos 15 años, los cambios en los regímenes de precipitaciones y el desarrollo de tecnología han provocado el avance de la agricultura, siendo esta actividad la principal causa del aumento de la deforestación en distintas regiones de Argentina (Gasparri *et al.*, 2008). En el ecotono Monte-Espinal las variaciones en el régimen de precipitación entre los años 1950-1990 presentó un aumento de la media anual, desde 400 mm a 560 mm anuales (Glave, 2006). Como consecuencias de este cambio climático, entre la década del 90 y la actualidad, la agricultura se expandió hacia el extremo sur del Espinal, ocupados por caldenares en diferentes estados de degradación, así como también a sitios en situación transicional entre el Espinal y el Monte en el NE de la Patagonia (Arturi *et al.*, 2011; Gonzalez-Roglich *et al.*, 2014). Además, las variaciones climáticas en la región presentan oscilaciones extremas entre períodos húmedos y períodos secos relativamente extensos. Esta variabilidad altera los regímenes de fuegos que son frecuentes en la región, sobre todo en sectores de producción ganadera (Bran *et al.*, 2007).

La ganadería extensiva es la principal actividad del NE de la Patagonia, allí tienen lugar incendios forestales (de origen natural y antrópico) y se practican desmontes con el objetivo de reducir la biomasa arbustiva y aumentar la accesibilidad forrajera del pastizal (desmonte ganadero) o para erradicar totalmente la vegetación nativa e implantar verdeos o cereales (desmonte agrícola) (Lerner, 2004; Peter *et al.*, 2013). Estas características de uso determinan que el sistema varíe desde una vegetación abierta de pastizal con arbustos bajos y dispersos a un sistema dominado por leñosas (Torres Robles *et al.*, 2015).

La interrelación entre variables climáticas, uso de la tierra y régimen del fuego generan, en el área sur del Espinal y Monte Oriental, una gran presión sobre estos ecosistemas provocando su degradación y/o reducción (Lerner, 2004; Pezzola *et al.*, 2009; Contreras, 2011; Zeberio, 2012). Contreras (2011) registró una reducción del 7,5% de la superficie leñosa (árboles y arbustos) entre los años 1998-2009 en los partidos de Villarino y Patagones de la provincia de Buenos Aires. Zeberio (2012) registró la variación de la cobertura de comunidades

vegetales en el NE de la Patagonia, y observó que entre los años 2001-2011, se redujeron en un 10% los pastizales naturales, mientras que la vegetación leñosa aumentó en un 10 % a causa del cambio en el uso del suelo.

Por otro lado, la reducción y/o variación de la vegetación leñosa por el cambio del uso del suelo en la transición Espinal-Monte, si bien se vincula con el aumento de las precipitaciones en la región, viene acompañada del corrimiento de la frontera agropecuaria (Lascano y Bolla, 2009; Zeberio, 2012). Este corrimiento comienza en Argentina a partir del año 1970 debido a una profunda transformación en el agro, mediante un modelo territorial que se caracterizó por la integración al mercado mundial a través del proceso de globalización. Esto repercutió en el mundo rural con la incorporación de tecnología centrada en el mejoramiento de semillas, la mecanización de las labores y el aumento en uso de agroquímicos (Paruelo *et al.*, 2005; Gabella, 2014). En esta época comenzó el proceso de sojización en Argentina, siendo este sistema el que provocó grandes cambios en el uso del suelo en el territorio nacional y una fuerte concentración del poder económico, desplazando otro tipo de prácticas y productos agropecuarios, dejando claramente ganadores (los *pooles* sojeros integrados por capitales internacionales) y perdedores (los pequeños y medianos productores) (Paruelo *et al.*, 2005).

La soja es considerada un *commoditi* internacional que genera márgenes extraordinarios de ganancias, por esta razón, se comienza a generar un corrimiento de la frontera de este cultivo desde la Pampa Húmeda, hacia el oeste y norte del país (Paruelo *et al.* 2005). Este proceso de sojización ocasionó el corrimiento de la frontera agropecuaria para la zona de la Patagonia norte, provocando un aumento en la agricultura de secano y un aumento en la producción pecuaria bovina, desplazando la producción ovina hacia la Patagonia sur (Lascano y Bolla, 2009). En este contexto, en el NE de la Patagonia se generó un avance sobre la vegetación natural mediante el uso agrícola en áreas de secano y sobrecarga ganadera que busca una rentabilidad a corto plazo y que es inadecuado en relación con las condiciones biofísicas, ya que los tipos de suelos y las variaciones climáticas entre ciclos húmedos y secos hacen de esta región muy

vulnerable para este tipo de uso intensivo (Kropfl, 1999, Lascano y Bolla 2009; Pezzola *et al.*, 2009; Peter *et al.*, 2013).

En esta tesina se considera a la biomasa de la vegetación leñosa como un indicador ecológico necesario de estimar para el manejo productivo, la conservación y la restauración de los ecosistemas áridos-semiáridos. Esto permitiría conocer la productividad primaria neta, la circulación y la magnitud de los reservorios de nutrientes, caracterizar la estructura de la vegetación de bosques nativos y forestaciones, estimar la carga de combustible forestal para modelos de prevención de fuego y comparar características de especies y comunidades similares (Gasparri y Manghi, 2004; Segura y Kanninen, 2005; Návar-Háidez y González-Elizondo, 2009).

Este tipo de estudio resulta importante ya que los modelos predictivos de biomasa son escasos para bosques xerofíticos (León de la Luz *et al.*, 2005), en particular para las regiones como las provincias fitogeográficas del Monte y Espinal (Hierro *et al.*, 2000), donde dominan los árboles de porte pequeño y especies arbustivas con estructuras multitallares (Gurvich *et al.*, 2005). Algunas de las herramientas que se ha incorporado en los últimos años para el estudio de la biomasa, son los sensores remotos, ya que ofrecen una visión sinóptica de los eventos que ocurren sobre la superficie terrestre (Anaya *et al.*, 2009; Gallaun *et al.*, 2010; Fernández *et al.*, 2010). Los sensores remotos pueden proveer de datos respecto al ciclo dinámico de la biomasa, ya que posibilitan la evaluación de cambios de la cobertura arbórea de grandes extensiones (Brown, 1997).

El objetivo general de esta tesina es analizar la relación entre la variación de la estructura y la biomasa en sitios con diferente historia de uso y contribuir al establecimiento de lineamientos de uso y conservación en el Monte y Espinal del NE de la Patagonia. Por lo tanto, se busca indagar de forma exploratoria en qué medida las formas de producción se relacionan con los procesos de reducción y/o degradación de la vegetación, que además están vinculados con los grandes procesos de degradación ambiental que ha sufrido la región, como el proceso de erosión de los suelos y los incendios naturales de gran magnitud e intensidad.

Se plantea como hipótesis que la historia de uso del suelo en el Monte y el Espinal del NE de la Patagonia determinan variaciones en la vegetación que se manifiestan en cambios en su composición, estructura y consecuentemente en la biomasa leñosa.

Objetivos específicos:

1-Caracterizar las variaciones espaciales de la vegetación natural del área transicional entre el Monte y el Espinal desde el punto de vista florístico, estructural y fisonómico a lo largo de un gradiente geográfico.

2-Estimar valores de biomasa y almacenamiento de carbono en la vegetación leñosa de la región.

3-Proyectar espacialmente la biomasa aérea de las unidades de vegetación mediante información satelital y analizar sus patrones geográficos con relación al uso de la tierra.

4-Caracterizar los cambios en el uso del suelo de los últimos 30 años y explorar cómo las decisiones del ámbito público-privado sobre el territorio determinaron los escenarios del uso del suelo.

5-Elaborar un Sistema de Información Geográfica que integre la referencia espacio-temporal de las unidades de vegetación del Monte y Espinal del NE de la Patagonia, con información relacionada con la historia de uso antrópico.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El área de estudio se encuentra en el NE de la Patagonia, en la transición entre las Provincias Fitogeográficas del Espinal y el Monte, conteniendo el sector SO de Buenos Aires (partido Patagones) y el NE de Río Negro (departamentos General Conesa y Adolfo Alsina) (Figura 1). El tipo fisonómico de vegetación predominante en el Monte es un matorral o estepa arbustiva xerófila, caracterizada por la presencia de jarillas (*Larrea* spp.) y *Prosopis* arbustivos (Cabrera, 1976). Mientras que para el Espinal su tipo fisonómico dominante de vegetación es el bosque xerófilo (Fosberg, 1961; Cabrera, 1976). El clima es subtemplado seco de

transición, con veranos cálidos e inviernos moderados, sin ningún exceso estacional de agua, ventoso especialmente en primavera y verano. Las precipitaciones varían en un gradiente SO-NE, aproximadamente de 300 a 590 mm anuales y con máximos en otoño y primavera presentando una alta variabilidad entre años (Godagnone y Bran, 2009).

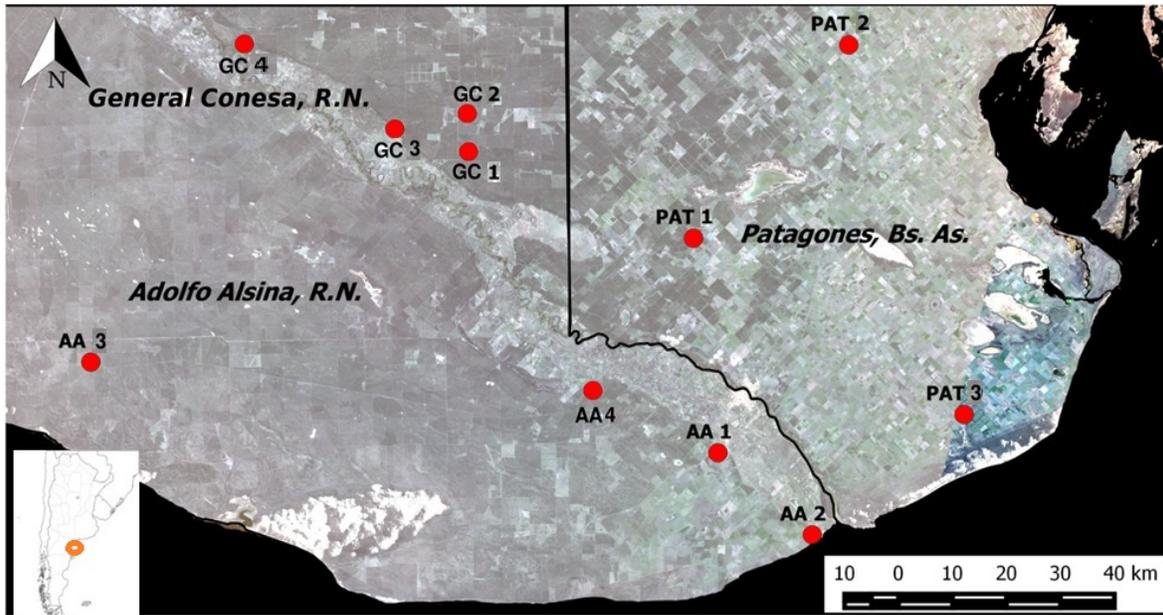


Figura 1. Ubicación del área de estudio. Localidades: AA, Adolfo Alsina; GC, General Conesa; PAT, Patagones. Los números asociados indican el sitio para cada localidad.

Selección de los sitios de muestreo

Para determinar la localización de cada sitio se llevó a cabo una interpretación visual de imágenes satelitales de uso libre (Google Earth®) con la finalidad de detectar diferencias en la cobertura de la vegetación leñosa, que fueron corroboradas en el terreno. A partir de esa diferenciación se seleccionaron sitios de muestreo con cobertura de leñosas contrastantes dentro de cada partido: cuatro en el departamento General Conesa, cuatro en el departamento Adolfo Alsina (provincia de Río Negro) y tres sitios en el partido Patagones (provincia de Buenos Aires) (Figura 1).

Caracterización de la composición y estructura de la vegetación

En cada sitio de muestreo se establecieron cinco parcelas de 10 x 10 m. Se consideraron especies arbóreas a aquellas que, ya sea en la zona de estudio o fuera de ella, pudieran alcanzar los 10 cm de diámetro del fuste a 1,3 m de altura (DAP); y arbustivas a aquellas especies leñosas que presentan una ramificación desde la base (Mateucci y Colma, 1982). Para las especies arbóreas se registraron para cada individuo la altura, el DAP mayores de 5 cm de diámetro y el ancho máximo de la copa y la medida perpendicular a éste, con lo cual se calculó la cobertura como el área de un círculo con diámetro igual al promedio de las medidas de la copa registrada (Mateucci y Colma, 1982; Flores y Sánchez, 2004). La altura se midió con clinómetro y el DAP y los diámetros de copa con cinta métrica. Para las especies arbustivas se determinó la cobertura y altura de individuos o grupos multiespecíficos de individuos registrando las especies presentes. La altura se determinó con cinta métrica y la cobertura se calculó como la superficie de un círculo cuyo diámetro es el promedio del ancho máximo de la copa del arbusto, o grupo de arbustos, y la medida perpendicular a éste. Además, se estimó la cobertura de los individuos ya sean árboles o arbustos que presentaron una cobertura inferior a 1 m² y 0,5 m de altura, considerando a estos individuos como parte del estrato arbustivo bajo.

Sobre la base de las mediciones realizadas se calculó para cada sitio la altura promedio y cobertura de árboles, cobertura y altura promedio de arbustos, cobertura de árboles o arbustos menores a 0,5 m de altura y riqueza de especies leñosas (número total de especies arbóreas y arbustivas registradas en las cinco parcelas). Además se calculó la frecuencia de cada especie en cada sitio como la proporción de parcelas en las que se registró su presencia (Mateucci y Colma, 1982; Flores y Sánchez, 2004).

Los nombres científicos de las especies y taxa infraespecíficos aceptados siguen la nomenclatura de la Flora Argentina (Anton y Zuloaga, 2014).

Se analizaron tendencias de variación de la composición y de la estructura del área de estudio a lo largo de un gradiente geográfico, para lo cual se utilizaron métodos multivariados (Ter Braak, 1995) para analizar similitudes florístico-

estructurales entre las unidades muestreadas. A tal fin se ordenaron los sitios mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP) con relación a estas variables (e.g. Arturi *et al.*, 2011).

Biomasa de diferentes unidades de vegetación

Para cada sitio, en una de las cinco parcelas donde se realizó el muestreo de vegetación se delimitó una subparcela de 5 x 5 m donde se estimó la biomasa de leñosas por cosecha directa. La vegetación fue separada en los compartimentos copa (hojas más ramas <1cm de diámetro) y leñosos (>10 cm de diámetro, 10-5 cm de diámetro y 5-1 cm de diámetro), y pesada en fresco. Se utilizaron alícuotas de cada compartimento que fueron pesadas en fresco, secadas en estufa a 70°C hasta peso seco constante, y se determinó un factor de humedad. Este factor se multiplicó por el peso fresco de cada compartimento para obtener el peso seco y la biomasa en Megagramo por hectárea (Mg·ha⁻¹) (un Megagramo equivale a una Tonelada).

Se estudió la relación entre las variables estructurales, de composición y biomasa mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP) y regresión lineal simple entre la biomasa y la cobertura del sitio. Se utilizó el software estadístico InfoStat versión 2016 (Di Rienzo *et al.*, 2016).

Proyección espacial de la biomasa mediante información satelital

Se emplearon imágenes pertenecientes al sensor Landsat 8 OLI del *path* 227 y del *row* 88 que abarca el área de estudio, suministradas por el USGS (www.usgs.gov), de distintas fechas entre los años 2013 y 2015, para diferentes momentos estacionarios del año coincidente con las fechas de muestreo de cada sitio. Estas imágenes fueron corregidas y ajustadas geométrica y radiométricamente para eliminar errores en la adquisición de los datos (González Iturbe Ahumada, 2004). Para este procedimiento se usó el software ENVI versión 5.1 (Exelis Visual Information Solutions, Boulder Colorado). Este software, incorpora las funciones de procesamiento digital de imágenes y de Sistema de Información Geográfica (SIG), estas funciones incluyen importación, visualización, transformación y análisis de datos ráster y vectoriales. Para la proyección espacial de la biomasa se calculó el Índice de Vegetación Normalizado (Normalized

Difference Vegetation Index - NDVI). El NDVI es un índice comúnmente utilizado que refleja las características de la vegetación tales como biomasa aérea, biomasa verde y contenido de clorofila (Tucker, 1979).

Para proyectar espacialmente los valores estimados de biomasa, se realizó un análisis previo mediante una regresión lineal entre la biomasa y los valores de NDVI obtenidos de la imagen de la fecha de muestreo. Se observó que en los muestreos realizados en las estaciones otoño-primavera los valores de NDVI fueron elevados en los sitios más abiertos de poco contenido de biomasa, con un ajuste bajo ($R=0,35$); esto se debería al ruido que genera el pastizal natural en las estaciones más húmedas (Gasparri y Baldi, 2013). Por esta razón y basados en experiencias en otras regiones semiáridas (e.g. Gasparri *et al.*, 2008; Gasparri *et al.*, 2010; Gasparri y Baldi, 2013) se esperó encontrar una relación positiva entre el grado de cobertura de leñosas y la actividad de fotosíntesis reflejada en los valores NDVI de la estación más seca, en nuestro caso el verano. En este sentido se seleccionó una imagen con fecha 22 de noviembre del año 2013, anterior al proceso de cosecha de biomasa y se realizaron análisis de regresión simple entre los valores obtenidos de la cosecha de biomasa y los datos obtenidos del análisis espectral (valores de NDVI). Se utilizó el software estadístico InfoStat versión 2016 (Di Rienzo *et al.*, 2016).

Se calculó stock de carbono y almacenamiento de carbono (dióxido de carbono, CO_2) mediante los datos de biomasa. Considerando que un Megagramo (Mg) de biomasa forestal posee aproximadamente 0,5 Mg de carbono y a su vez un Mg de carbono equivale a 3,67 Mg de dióxido de carbono (obtenidos en función del peso molecular del carbono y de CO_2), para estimar la cantidad de CO_2 almacenado o emitido, se multiplicó la cantidad de carbono (stock de carbono) de cada sitio por 3,67 (Rügnitz *et al.*, 2008).

Para la elaboración del mapa de biomasa se establecieron umbrales de NDVI correspondientes a los valores de cosecha de biomasa. Con estos umbrales se realizó una clasificación supervisada mediante el software ENVI versión 5.1 (Exelis Visual Information Solutions, Boulder Colorado). Para cada umbral se calculó el valor promedio de biomasa (Mg/ha), stock de carbono (C Mg/ha) y

almacenamiento de carbono (CO₂ Mg/ha). Además, se estimó el contenido de biomasa, stock y almacenamiento de carbono para la superficie de las localidades Adolfo Alsina, General Conesa y Patagones, que está contenida en la imagen 227/88.

Descripción de la reducción y/o variación de la vegetación con relación al uso del suelo vinculado a las decisiones del ámbito público-privado

Se realizó una recopilación bibliográfica del uso de la tierra en los últimos 30 años. Se utilizó información del sistema estadístico agropecuario del Ministerio de Agroindustria de la Nación (<http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/estimaciones/>) con la finalidad de obtener datos por departamento sobre superficies cultivadas y presión ganadera. Dado que el área de estudio comprende dos provincias administrativas diferentes, se analizaron por separado el uso agrícola y ganadero. Con los datos relevados se realizó una cronología de la variación de la vegetación leñosa con relación al uso del suelo vinculados a las decisiones del ámbito público-privado sobre los modelos productivos en el territorio.

Sistema de Información Geográfica

Se utilizó el mapa de biomasa del año 2013 para aplicar tres capas vectoriales relacionadas con los disturbios ambientales con vinculación a la reducción y/o variación de la cobertura vegetal leñosa y a la historia de uso: el incendio del año 2001 que afectó mayor superficie en la localidad de Adolfo Alsina, la erosión de los suelos del año 2009 que afectó mayor superficie en la localidad de Patagones, y el incendio del año 2017 que afectó mayor superficie en la localidad de General Conesa.

Para la creación de las capas de los incendios se emplearon imágenes pertenecientes a los sensores Landsat 5 TM y Landsat 8 OLI del *path* 227 y del *row* 88, suministradas por el USGS (www.usgs.gov) con fecha de enero del año 2001 y enero del año 2017, mediante la combinación de bandas azul, rojo y verde (color natural), se realizó una capa vectorial que abarcó la superficie incendiada. Para la capa de la erosión de los suelos se utilizó como guía el mapa establecido por Pezzola *et al.* (2009), realizando un polígono sobre el mapa de biomasa. Para

las capas vectoriales se empleó el software ENVI versión 5.1 (Exelis Visual Information Solutions, Boulder Colorado).

RESULTADOS

Caracterización de la composición y estructura de la vegetación

Se registraron 16 taxa leñosas, de las cuales dos fueron arbóreas (*Geoffroea decorticans* (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkarty *Prosopis flexuosa* DC. var. *flexuosa*) ambas estuvieron presentes en las tres localidades del área de estudio (Figura 2). En el ordenamiento de los sitios basados en la composición y estructura, el eje 1 se asoció positivamente con la mayor cobertura arbórea dada por una alta frecuencia de *G. decorticans* (Figura 2). Los sitios que tendieron a ubicarse hacia ese extremo son AA 1, PAT 1 y GC 3 (Figura 2). Los sitios ubicados hacia el extremo negativo de este eje se asociaron a una mayor riqueza específica y dominancia de la cobertura arbustiva y cobertura de individuos de árboles y arbustos bajos (Figura 2).

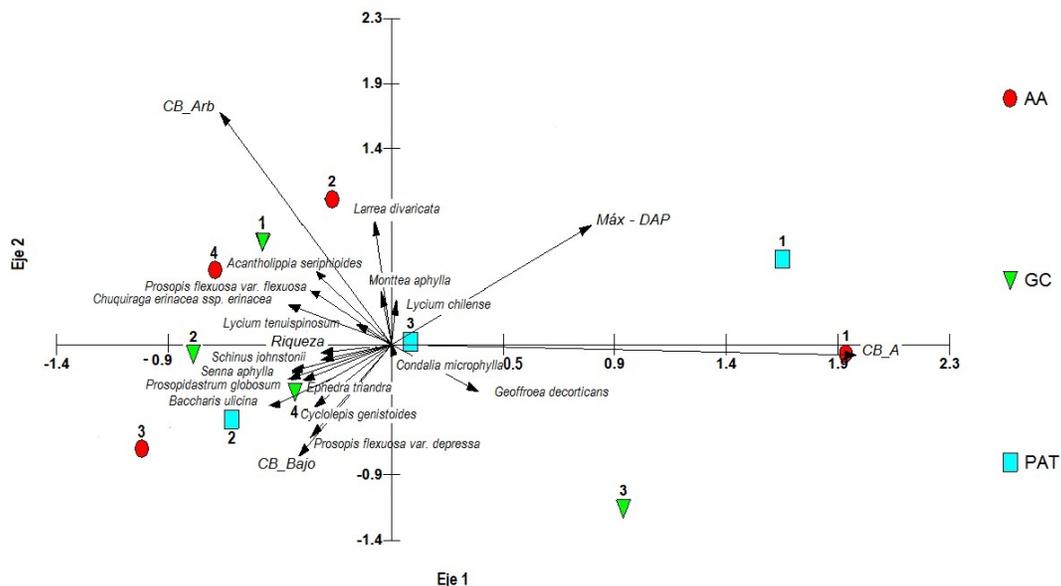


Figura 2: Ordenamiento de los sitios según variables composicionales (frecuencia de especies por parcela) y estructurales: CB_A, cobertura arbórea; CB_Arb., cobertura arbustiva; CB_Bajo, cobertura de individuos menor a 1 m² y 0,5 de altura; DAP, Diámetro a 1,3 m de altura. Localidades: PAT, Patagones; AA, Adolfo Alsina; GC, General Conesa; los números asociados indican el sitio para cada localidad.

Hacia el extremo positivo del eje 2 tendieron a asociarse sitios con mayor cobertura de especies arbustivas como *Larrea divaricata* Cav., *Lycium chilense* Miers ex Bertero, *Monttea aphylla* (Miers) Benth. & Hook., *Chuquiraga erinacea* D. Don ssp. *erinacea*, *Prosopis flexuosa* var. *flexuosa* y *Acantholippia seriphioides* (A. Gray) Moldenke (Figura 2). Hacia el extremo negativo se asociaron sitios con mayor número de individuos que presentaron coberturas inferiores a 1 m² y 0.5 m de altura, ya sea por su porte, como *Senna aphylla* (Cav.) H.S. Irwin & Barneby, *Baccharis ulicina* Hook. & Arn. y *Ephedra triandra* Tul. emend. J.H. Hunz., o por ser rebrotes de individuos de especies arbustivas como *Cyclolepis genistoides* Gillies ex D. Don, *Prosopis flexuosa* DC. var. *depressa* F. A. Roigy *Prosopidastrum globosum* (Gillies ex Hook & Arn.) Burkart (Figura 2).

La especie de mayor frecuencia que no exhibió tendencia de cambio con los dos primeros ejes de ordenamiento fue *Condalia microphylla* Cav. (Figura 2).

Biomasa de diferentes unidades de vegetación

La biomasa se relacionó positivamente con la cobertura del sitio ($R^2= 0,68$; $p=0,0024$) (Figura 3). Los sitios GC1 y PAT1 con cobertura superior al 70%, fueron los sitios que obtuvieron mayores niveles de biomasa, con valores superiores a los 50 Mg/ha. (Figura 3). Sitios de baja e intermedia cobertura, 10-37% y 37-63% respectivamente, presentaron valores similares de biomasa, inferiores a los 16 Mg/ha. (Figura 3).

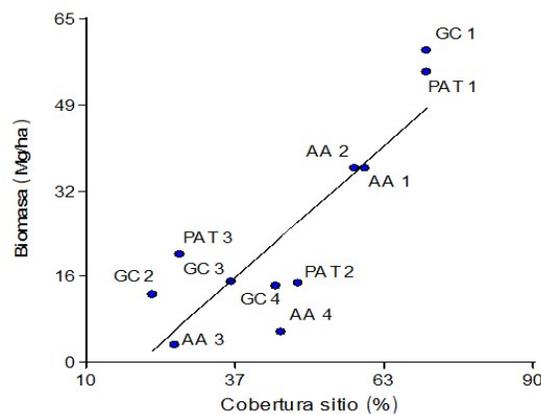


Figura 3. Regresión simple entre cobertura del sitio y la biomasa leñosa. Localidades: PAT, Patagones; AA, Adolfo Alsina; GC General Conesa; los números asociados indican el sitio para cada localidad.

Estos resultados se vieron reflejados en el ordenamiento de los sitios basados en la biomasa de la vegetación, variables estructurales y frecuencia de especies leñosas. Los sitios que presentaron valores de biomasa por encima de los 32 Mg/ha. tendieron a ubicarse hacia el extremo positivo del eje 1 y se relacionaron también con una alta frecuencia de *Geoffroea decorticans*, una mayor cobertura arbórea, máximo DAP y un mayor aporte de la biomasa de los compartimentos > 10 cm y 10-5 cm (Figuras 3 y 4). Hacia el extremo negativo tendieron a asociarse los sitios con valores inferiores a las 32 Mg/ha., con una mayor riqueza, mayor cobertura baja y con altas frecuencias de especies arbustivas como *Chuquiraga erinacea* ssp. *erinacea*, *Schinus johnstonii* F.A. Barkley, *Prosopidastrum globulosum*, entre otras (Figuras 3 y 4; Tabla 1). El eje 2 se asoció hacia el extremo negativo con una mayor cobertura arbustiva y los menores compartimentos de la biomasa (5-1 cm y < 1+verde) (Figura 4). Los sitios que tendieron a ubicarse hacia ese extremo, además, presentaron una mayor frecuencia de especies como *Larrea divaricata*, *Lycium chilense* y *Monttea aphylla* (Figura 4; Tabla 1).

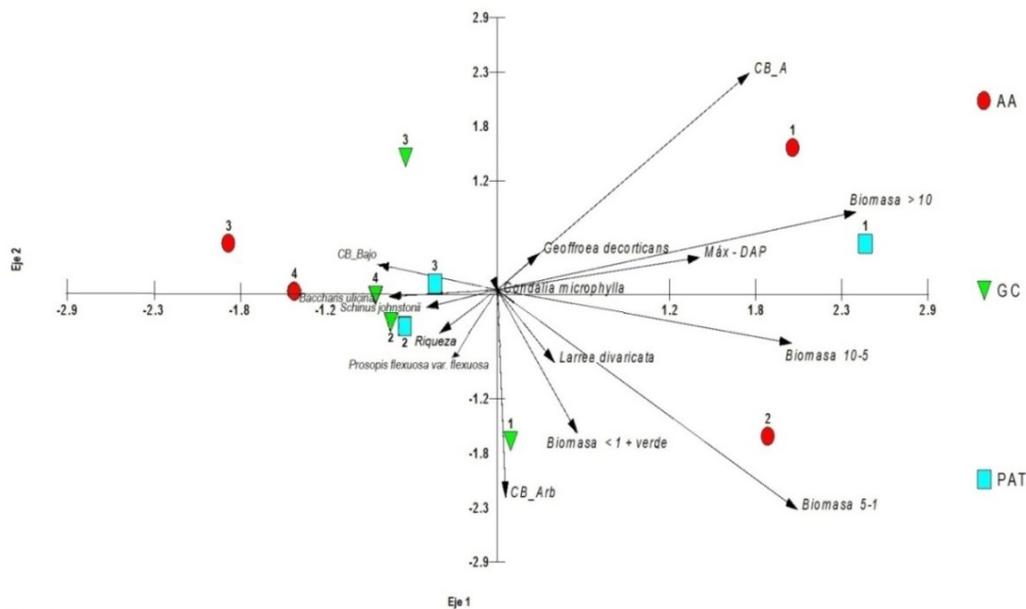


Figura 4. Ordenamiento de los sitios según variables composicionales (frecuencia de especies por parcela), estructurales (CB_A, cobertura arbórea; CB_Arb., cobertura arbustiva; CB_Bajo, cobertura de individuos menor a 1 m² y 0,5 de altura; DAP, Diámetro a 1,3 m de altura) y compartimentos de biomasa: biomasa de copa (biomasa < 1 + verde) y biomasa leñosa (biomasa >

a 10 cm; biomasa 10-5 cm; biomasa entre 5-1 cm). Localidades: PAT, Patagones; AA, Adolfo Alsina; GC, General Conesa; los números asociados indican el sitio para cada localidad.

Tabla 1: Especies leñosas registradas con mayor asociación en el eje 1 y 2 en el análisis de componentes principales entre variables de composición, estructurales y de biomasa.

	Especie	Carga
Eje 1. extremo positivo	<i>Geoffroea decorticans</i>	0,065
	<i>Baccharis ulicina</i>	-0,164
Eje 1. extremo negativo	<i>Prosopis flexuosa</i> var. <i>depressa</i>	-0,141
	<i>Prosopidastrum globosum</i>	-0,11
	<i>Schinus johnstonii</i>	-0,106
	<i>Cyclolepis genistoides</i>	-0,102
	<i>Ephedra triandra</i>	-0,083
Eje 2. extremo positivo	<i>Geoffroea decorticans</i>	0,089
	<i>Lycium chilense</i>	-0,055
Eje 2. extremo negativo	<i>Monttea aphylla</i>	-0,073
	<i>Senna aphylla</i>	-0,103
	<i>Acantholippia seriphioides</i>	-0,13
	<i>Chuquiraga erinacea</i> ssp. <i>erinacea</i>	-0,138
	<i>Prosopis flexuosa</i> var. <i>flexuosa</i>	-0,139
	<i>Larrea divaricata</i>	-0,163

Proyección de la biomasa

La biomasa se relacionó positivamente con el NDVI ($R^2=0,84$; $p<0,0001$) (Figura 5). Este modelo de regresión lineal se ajustó mejor que el modelo entre biomasa y cobertura ($R^2= 0,68$; $p=0,0024$), ya que los sitios que presentaron valores bajos y medios de cobertura siguieron la tendencia en cuanto a los valores de NDVI y biomasa (Figura 5). Por otro lado, los sitios que presentaron mayor porcentaje de cobertura y biomasa (Figura 3), presentaron pequeñas variaciones en cuanto a los valores de NDVI, es decir, sitios de valores de biomasa similares y alta cobertura como PAT 1 y GC 1, AA 1 y AA 2, presentaron una diferenciación en cuanto a los valores de NDVI: los sitios de mayor cobertura arbóreas (PAT 1 y

AA 1) mostraron valores superiores de NDVI que los sitios de mayor cobertura arbustiva (GC 1 y AA 2) (Figuras 4 y 5).

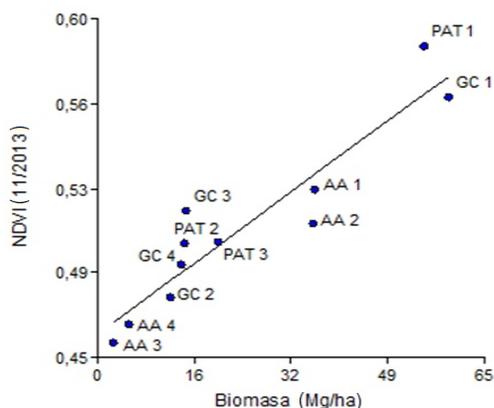


Figura 5. Regresión simple entre la biomasa leñosa y NDVI. Localidades: PAT, Patagones; AA, Adolfo Alsina; GC General Conesa; los números asociados indican el sitio para cada localidad.

Mapa de biomasa

La variación de NDVI fue de 0,45 a 0,59, por lo cual se establecieron cuatro umbrales correspondientes a los valores de cosecha de biomasa que reflejaron la tendencia de asociación positiva que se encontró entre el NDVI y la biomasa (Figura 5; Tabla 2). Además, se establecieron dos umbrales fuera del rango, uno por encima y otro por debajo de los valores obtenidos (Tabla 2). Los valores de biomasa variaron entre 6,26 y 56,88 Mg/ha, los de stock de C entre 3,13 y 28,44 Mg/ha y los de almacenamiento de CO₂ entre 11,5 y 104,39 Mg/ha (Tabla 2).

Tabla 2. Umbrales asociados al NDVI. Se indica para cada umbral el valor promedio de biomasa, de stock de carbono (STOCK C) y de almacenamiento de carbono (ALM CO₂).

Umbrales	NDVI	Biomasa Mg/ha	STOCK C Mg/ha	ALM CO ₂ Mg/ha
1	0,45-0,47	6,26	3,13	11,5
2	0,471-0,50	15,74	7,87	28,89
3	0,501-0,53	29,28	14,64	53,74
4	0,531-0,6	56,88	28,44	104,39
5	< Rango			
6	>Rango			

Todas las localidades presentaron más del 50% de su superficie con algún contenido de biomasa dentro de los umbrales establecidos (Figuras 6 y 7). Patagones fue la localidad que presentó mayor porcentaje de su superficie dentro del umbral con mayor media de biomasa por hectárea (24%) (Figuras 6 y 7), mientras que Adolfo Alsina fue la localidad con menor porcentaje de su superficie dentro de este umbral (3%), asimismo presentó un mayor porcentaje de su superficie con el umbral de menor media de biomasa/ha (27%) (Figuras 6 y 7). General Conesa fue la localidad que presentó mejor proporción de todos los umbrales en cuanto a la superficie (11, 16, 18, 21% desde el umbral 4 con mayor media de biomasa al 1 con menor media de biomasa, respectivamente) (Figuras 6 y 7).

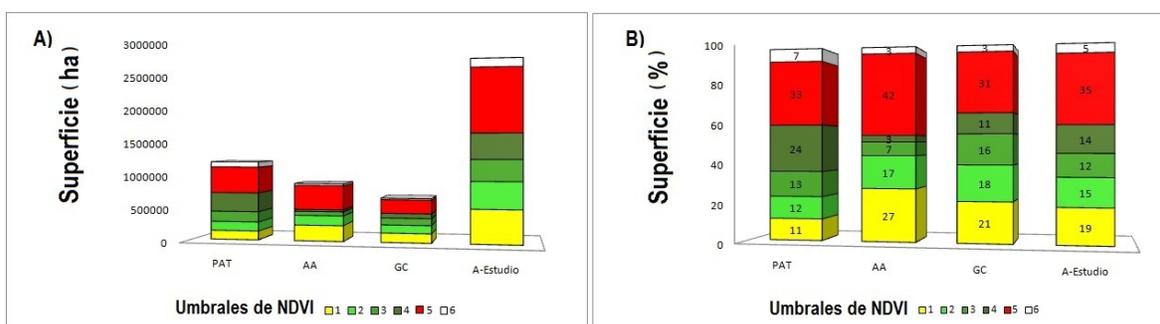


Figura 6. Superficie según los umbrales de NDVI: A) superficie en hectáreas; B) superficie en porcentaje. Localidades: PAT, Patagones; AA, Adolfo Alsina; GC, General Conesa; A-Estudio, área de estudio.

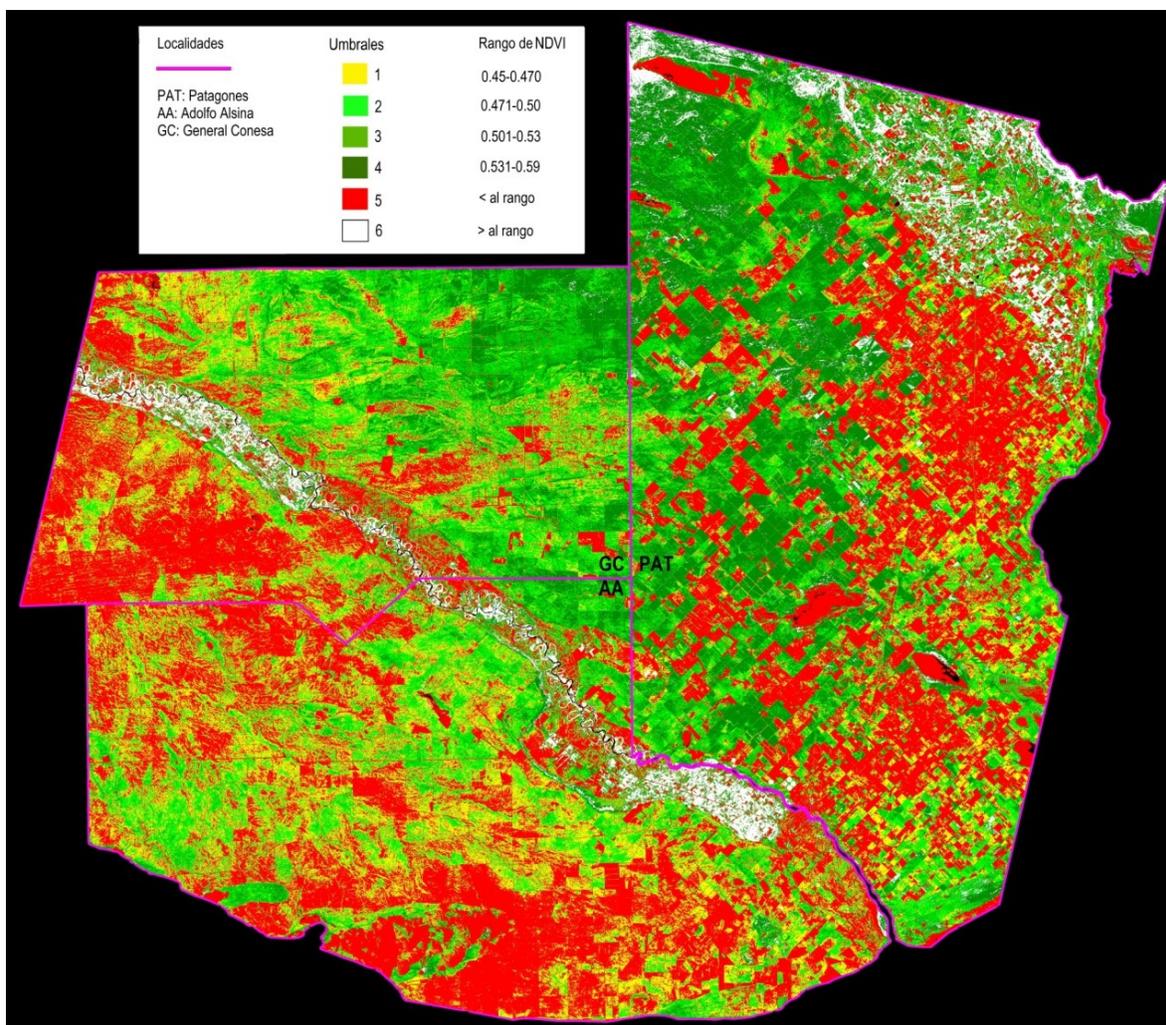


Figura 7. Mapa de biomasa de leñosas según los umbrales de NDVI

El partido de Patagones fue la localidad de mayor aporte de biomasa, stock de carbono y almacenamiento de carbono, con aportes de 24.450.572 Mg de biomasa, 12.225.286 Mg de stock de carbono y 44.866.799 de almacenamiento de carbono (Figuras 6, 7 y 8).

La localidad Adolfo Alsina presentó mayor superficie con algún aporte de biomasa que la localidad General Conesa (483.900 ha y 442.700 ha respectivamente) (Figura 6). Sin embargo, General Conesa tuvo un mayor aporte de biomasa (9.946.444 Mg), de stock de carbono (4.973.222 Mg C) y almacenamiento de Carbono (18.251.724 Mg CO₂) que Adolfo Alsina (7.355.726 Mg, 3.677.863 Mg C y 13.497.757 Mg CO₂, respectivamente) (Figura 7 y 8).

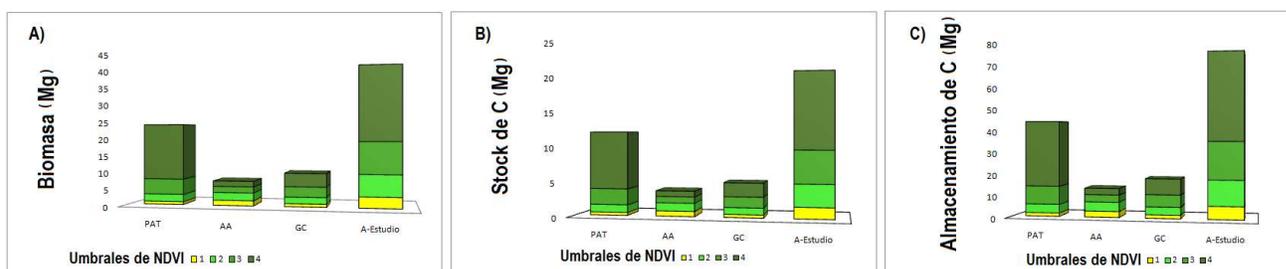


Figura 8: Contenido de Biomasa (A), de Stock de carbono (B) y de Almacenamiento de carbono (C) según los umbrales de NDVI. Todos los valores se expresan en millones de Mg. Localidades: PAT, Patagones; AA, Adolfo Alsina; GC, General Conesa; A-Estudio, Área de estudio.

Descripción de la reducción y/o variación de la vegetación con relación al uso del suelo vinculado a las decisiones del ámbito público-privado

Uso agrícola

El uso agrícola implica un desmonte definido como la sustitución de la cobertura vegetal nativa por cultivos implantados, principalmente trigo en la región (Kröpfl *et al.*, 2007). Cuando se aplican desmontes por medios mecánicos, se realiza el aprovechamiento de la leña, que en esta zona es de alta calidad por su gran poder calórico, especialmente *Condalia microphylla*. El aprovechamiento leñero es en algunos casos uno de los objetivos de las tareas de desmonte, dado su valor y demanda sostenida en los mercados locales, regionales y extraregionales (Lini, 2008; Arturi *et al.*, 2011).

En el área de estudio, el uso agrícola se realiza en dos contextos diferentes ya que comprende dos provincias administrativas diferentes (Buenos Aires y Río Negro). Para el caso de Patagones el uso agrícola se vincula con la cultura de los colonizadores de mediados del siglo XX, los inmigrantes de origen ruso alemán que llegaban a estas zonas traían en su acervo cultural el uso de herramientas como el arado así como también la cultura triguera (Iurman, 2009). Mientras que para la provincia de Río Negro el uso agrícola es mucho más reciente, data desde fines de los años 80, vinculado a una rentabilidad económica a corto plazo (Lini, 2008; Del Barrio y Ocampo, 2013).

En el partido de Patagones comenzaron a registrarse las superficies desmontadas a partir de 1972, para la fecha Pezzola y Winschel (2004) estimaron

una superficie de Monte nativo de 911.171 ha, representando el 65% del partido (Tabla 3). Durante el período 1972-1986, la tasa de desmonte fue de 16.364 ha por año, la vegetación leñosa para fines del 86 ocupaba una superficie de 682.367 ha, comprendiendo el 49% del territorio y la superficie sembrada de trigo alcanzaba valores promedio en estos 11 años de 203.033 ha anuales, mientras que la pérdida de Monte nativo fue de 228.840 ha (Tabla 3). Este período se asoció con incentivos de Nación que motorizó la “modernización de la agricultura” centrado en el mejoramiento de semillas, la mecanización de las labores y el aumento del uso de agroquímicos (Paruelo *et al.*, 2005). La provincia de Buenos Aires, comenzó a promocionar los créditos para desmonte, arado y siembra a través del Banco Provincia. Esto incentivó, en el partido de Patagones el surgimiento de dos cooperativas de desmonte, una en Carmen de Patagones y otra en Ströeder, quienes recibieron maquinarias del Ministerio de Asuntos Agrarios (Gabella, 2014). Dada la creciente inflación de la década del 80, los bancos dejaron de otorgar créditos. Sin embargo, los productores siguieron produciendo trigo para tenerlos en los silos especulando con el precio en el mercado y la inflación (Iurman, 2009).

Tabla 3: Superficie y porcentaje de Monte nativo y tasa de desmonte. Datos extraídos de Pezzola y Whinschel (2004) y Contreras (2011). Se calculó el promedio de Superficie de siembra de trigo por período, para la localidad de Patagones.

Período	Sup. Monte	% Monte	Tasa desmonte	Sup. siembra
1972	911.171	65		
1972-1986	682.367	49	16.364	203.033
1987-1998	554.168	38,5	11.654	198.025
1999-2004	437.137	31,2	23.406	213.059
2005-2009	432.288	31	1.212	185.775

Durante el período 1987-1998 la tasa de deforestación y la superficie de siembra de trigo se redujo a 11.654 ha/año y 198.025 ha/año respectivamente (Tabla 3.). La pérdida en superficie de Monte nativo fue de 128.199 ha, casi la mitad respecto al período anterior. Para la finalización de este período la superficie

de Monte Nativo fue de 554.168 ha (38,5% del partido) (Tabla 3). A partir de 1990 comenzó en Argentina una nueva etapa de estructuración neoliberal con cambios institucionales y jurídicos como la ley de convertibilidad, privatizaciones, descentralización y eliminación de las instituciones reguladoras (Gabella, 2014). El Plan de Convertibilidad generó tendencias antagónicas entre precios y costos en la agricultura. Existen indicadores que evidencian el descenso del ingreso real del productor agropecuario familiar (Peretti, 2002 en Albanesi, 2007), situación que explicaría la desaparición de numerosas explotaciones familiares en el partido de Patagones, que descendió en un 25% entre los censos de 1988 y 2002, siendo este sector el que predominaba desde la colonización del partido (SAyDS, 2013).

Durante el período 1999-2004, se observó un aumento en la tasa de deforestación y en la superficie de siembra de trigo, con valores de 23.406 ha/año y 213.059 ha respectivamente, ambos valores superiores a cualquier período anterior (Tabla 3). Durante estos 5 años el Monte se redujo 117.031 ha, casi la misma superficie de reducción registrada durante los 11 años anteriores. Entre las causas podrían deberse a la devaluación del peso del año 2000 y al auge del modelo agroexportador, ocasionando que los productores se inclinaran hacia el cultivo de trigo. Otra causa tiene que ver con un ciclo especialmente húmedo coincidente con este período (Pezzola *et al.*, 2009). Estas causas están vinculadas con un fenómeno de desmonte para la agricultura en secano, sin precedentes para el noreste rionegrino (Del Barrio y Ocampo, 2013). Si bien hay registro de datos de desmonte de la superficie de Monte nativo desde 1986 (Lini, 2008), las tasas de desmonte hasta el año 2000 fueron relativamente bajas (Tabla 4). En el período 2000-2006, se registró una tasa de desmonte de 6.162 ha/año, lo que arroja tasas seis o siete veces superiores a las halladas para períodos anteriores (1986-1997 o 1996-2000) (Tabla 4). Dado que los datos de superficie de trigo cultivada en la provincia de Río Negro no están disponibles en el sistema estadístico agropecuario (www.agroindustria.gov.ar), no se cuenta con esta información para los departamentos Adolfo Alsina y General Conesa, tampoco se contó con datos de superficie nativa de Monte para poder determinar el porcentaje de reducción de Monte nativo.

Tabla 4. Superficie de desmonte y tasa de desmonte para Adolfo Alsina y General Conesa provincia de Río Negro. Datos extraídos de Lini (2008).

Año	Superficie de desmonte (ha.)	Tasa de desmonte (ha/año)
1986	25.912	
1997	37.049	1.012
2000	37.803	251
2006	74.776	6.162

A partir del año 2005 comenzó un período de sequía que fue extraordinario para la región y se extendió hasta el año 2009 (Ferrelli, 2010). Durante estos años, para el partido de Patagones, la tasa de deforestación prácticamente se detuvo, considerando que descendió a 1.211 ha por año (Tabla 3). Para el NE de Río Negro, no se contó con datos de desmonte para este período, por lo cual no se pudo evaluar si existió el mismo efecto.

En estos años la sequía extraordinaria en combinación con una amplia superficie sin cobertura vegetal, ocasionó que los efectos negativos del desmonte fueran más visibles, como las voladuras de suelos que se acumulaban en las banquinas y alambrados, magras cosechas, e incluso pérdidas totales, lo que implicó también importantes pérdidas económicas y la disminución de receptividad ganadera de estas áreas, así como otros efectos productivos y ambientales relacionados (Arturi *et al.*, 2011). En la provincia de Río Negro estos efectos negativos desencadenaron que en el año 2007, se estableciera la Resolución N° 460/07 del Ministerio de Producción, Dirección de Bosques, que exige a los propietarios de los campos la presentación de proyectos antes de intervenir sobre este tipo de propiedades y establece las condiciones que deberán tener en cuenta para la autorización de desmonte y quema controlada de pastizales/arbustales, basada en la ley 757, Ley Forestal de la provincia de Río Negro.

En la provincia de Buenos Aires, el año 2009 fue el momento de mayor gravedad ambiental debido al proceso incipiente de desertificación que afectó al SO bonaerense (Pezzola *et al.*, 2009). En el año 2013, desde la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS) se realizó un proyecto

denominado “Aumento de la resiliencia climática y mejora de la gestión sustentable de la tierra en el Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires”, para lograr una asistencia financiera del Banco Internacional de Restauración y Fomento (BIRF), con el objetivo de disminuir la vulnerabilidad de los sistemas agrícola-ganaderos, adaptando medidas que estén enfocadas en el uso del agua, los cultivos y el manejo ganadero (SAyDS, 2013). Este financiamiento se obtuvo en el año 2014, mediante el decreto 227/2014, en el cual el BIRF donó 4 millones de dólares estadounidenses. Por otra parte, el Organismo para el Desarrollo Sustentable de la Provincia de Buenos Aires (OPDS), mediante un proyecto de ley, intenta conservar especies y regular las regiones de bosques, el cual incluye el Monte Nativo del partido de Patagones. En el Capítulo IV de este proyecto de ley en el artículo 17 dispone: “Créase el Programa Provincial de Protección del Bosque Nativo del Partido de Carmen de Patagones” (OPDS, 2011).

Uso Ganadero

El principal uso ganadero en el noreste de la Patagonia es la cría extensiva, con una base forrajera de pastizales naturales gramíneos. Para este uso se aplica el desmonte, ya sea por medios mecánicos y/o quemas controladas, con el objetivo de disminuir la cobertura del arbustal, al que se permite rebrotar nuevamente (Lascano y Bolla, 2009). Con estas tareas se favorece el desarrollo del pastizal natural, que cuenta con mayor superficie disponible y menor competencia por luz y agua (Kröpfl *et al.* 2002; Cecchi *et al.* 2006). En este sentido, la producción de forraje es muy dependiente de las precipitaciones anuales, ya que el sistema se verá favorecido con un aumento de las herbáceas siempre y cuando el desmonte coincida con un período húmedo (Cecchi *et al.*, 2006; Bran *et al.*, 2007; Peter *et al.*, 2013).

En el área de estudio, los inicios del sistema de cría extensiva de ganadería bovina se observaron en los años 70 donde se comenzó a sustituir a la ganadería ovina, desplazando esta última hacia la Patagonia Sur. Esta sustitución vino acompañada por la baja de los precios en el mercado lanero internacional y por el desplazamiento de la ganadería bovina desde la pampa húmeda (Lascano y Bolla

2009; Zeberio, 2012). Asimismo, se establecieron programas y planes desde el sector público que fomentaron la actividad ganadera, buscando disminuir el desmonte agrícola en estas regiones, vulnerables a este tipo de actividad (Iurman, 2009; Gabella, 2014).

En el partido de Patagones, donde el desmonte agrícola se viene registrando desde los años 70, en el año 1996 el gobierno de la provincia de Buenos Aires lanzó el Plan de Reconversión Ganadera, el cual buscaba que los productores regionales optaran por la reconversión de su actividad desarrollando la ganadería en detrimento de la agricultura. Los créditos otorgados por el Banco Provincia, estaban destinados a tareas de desmonte, adquisición de reproductores machos bovinos u ovinos, reposición de aguadas y corrales e instalación de tambos (Contreras, 2011). La actividad ganadera se desarrolla sobre verdes, pasturas y pastizales naturales. Además, en esta década, se observó un aumento en la ganadería bovina y una reducción en la ovina debido a que el partido pertenece a la zona libre de aftosa y al aumento del precio del kilo vivo de la carne vacuna (Iurman, 2009).

En la provincia de Río Negro, está en vigencia desde el año 2006, el Programa de Desarrollo Provincial de donde se desprenden, para el sector agropecuario, planes ganaderos, coincidente con el fenómeno sin precedente de las tasas de desmontes para la agricultura en secano. Se implementa el Plan Ganadero Bovino Provincial con el objetivo general de aumentar la oferta de carne vacuna en la provincia. Se propone el uso de estrategias de promoción que incentiven en forma directa el aumento de la eficiencia de los sistemas de producción, y que eviten el endeudamiento por parte de los productores como la única forma de acceder a los beneficios del Programa (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la provincia de Río Negro, 2010). Además, este plan se complementa con el proyecto de construcción del acueducto para el departamento de Adolfo Alsina, y la transferencia de tecnología a los productores para el correcto uso del agua en los rodeos (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la provincia de Río Negro, 2010).

Estos planes se dieron en un contexto donde, el aumento del promedio de lluvias de las últimas décadas, el gran incendio natural del año 2001 (que afectó gran parte del departamento de Adolfo Alsina) y las quemadas controladas de los predios, elevaron la receptividad de los establecimientos para el ganado por el aumento de la cobertura de especies forrajeras de pastizal (Lascano y Bolla, 2009; Zeberio, 2012). A todo esto se sumó el aumento del precio del kilo vivo de la carne vacuna, causando un incremento del 50% del stock bovino en el último decenio para el NE rionegrino (Lascano y Bolla, 2009). Este incremento de la carga animal a niveles críticos, generó grandes modificaciones en la vegetación natural (Peter *et al.*, 2010; Zeberio, 2012; Funk *et al.*, 2016). Estas variaciones están mencionadas en Zeberio (2012) quien registró para el NE de la Patagonia en el año 2001, un elevado porcentaje de la cobertura de pastizal natural, coincidente con el incendio natural ocasionado en la región (Tabla 5). Luego, para los años 2007-2011 se observó una disminución en un 10% de esta cobertura, y un aumento de las coberturas Monte denso (en un 9%) y Monte abierto (en un 12%), lo que implicaría un proceso de arbustificación en estos años, que a su vez se vinculó con un período seco en el que disminuyeron las precipitaciones (Tabla 5).

Tabla 5. Porcentajes de superficie de coberturas y suelo desnudo, datos extraídos de Zeberio (2012), para el NE de la Patagonia (incluye Adolfo Alsina, General Conesa y Patagones)

Año	Superficie (%) Monte abierto	Superficie (%) Monte semidenso	Superficie (%) Monte denso	Superficie (%) pastizal	Superficie (%) suelo desnudo
2001	17	18	6	29	16
2007	25	16	10	10	28
2011	29	7	15	9	25

Sistema de Información Geográfica

La interpretación del GIS se asoció a los valores de biomasa de la vegetación leñosa obtenidos en esta tesina, con relación a los disturbios ocasionados en la zona, los cuales están vinculados al tipo de uso del suelo que

se desarrollan en la región. Estos disturbios son los incendios naturales de los años 2001 y 2017 y el proceso de erosión de los suelos del año 2009 mencionado en la sección anterior (Figura 9).

En el partido de Patagones se diferenciaron las áreas erosionadas de las áreas con los niveles de biomasa más altos (32% de la superficie) (Figuras 6 y 9). Esto se asocia a las actividades de desmote, ya sea agrícola o ganadero, que se realizaron en el partido e implicaron la reducción de la vegetación natural. Por otro lado, los dos valores más bajos de umbrales de NDVI para la biomasa de leñosas coincidieron con las áreas de erosión definidos por Pezzola *et al.* (2009), lo que estaría indicando una recuperación de la vegetación leñosa o por otro lado podría estar indicando la presencia de un cultivo senescente (Figuras 7 y 9).

En el departamento de Adolfo Alsina, donde predomina la actividad ganadera extensiva bajo Monte, se observó que el 44% de superficie pertenece a los umbrales más bajos de NDVI para la biomasa de leñosas, pero en este caso estas zonas coincidieron con las áreas afectadas por el incendio natural del año 2001 (Figuras 6, 7 y 9).

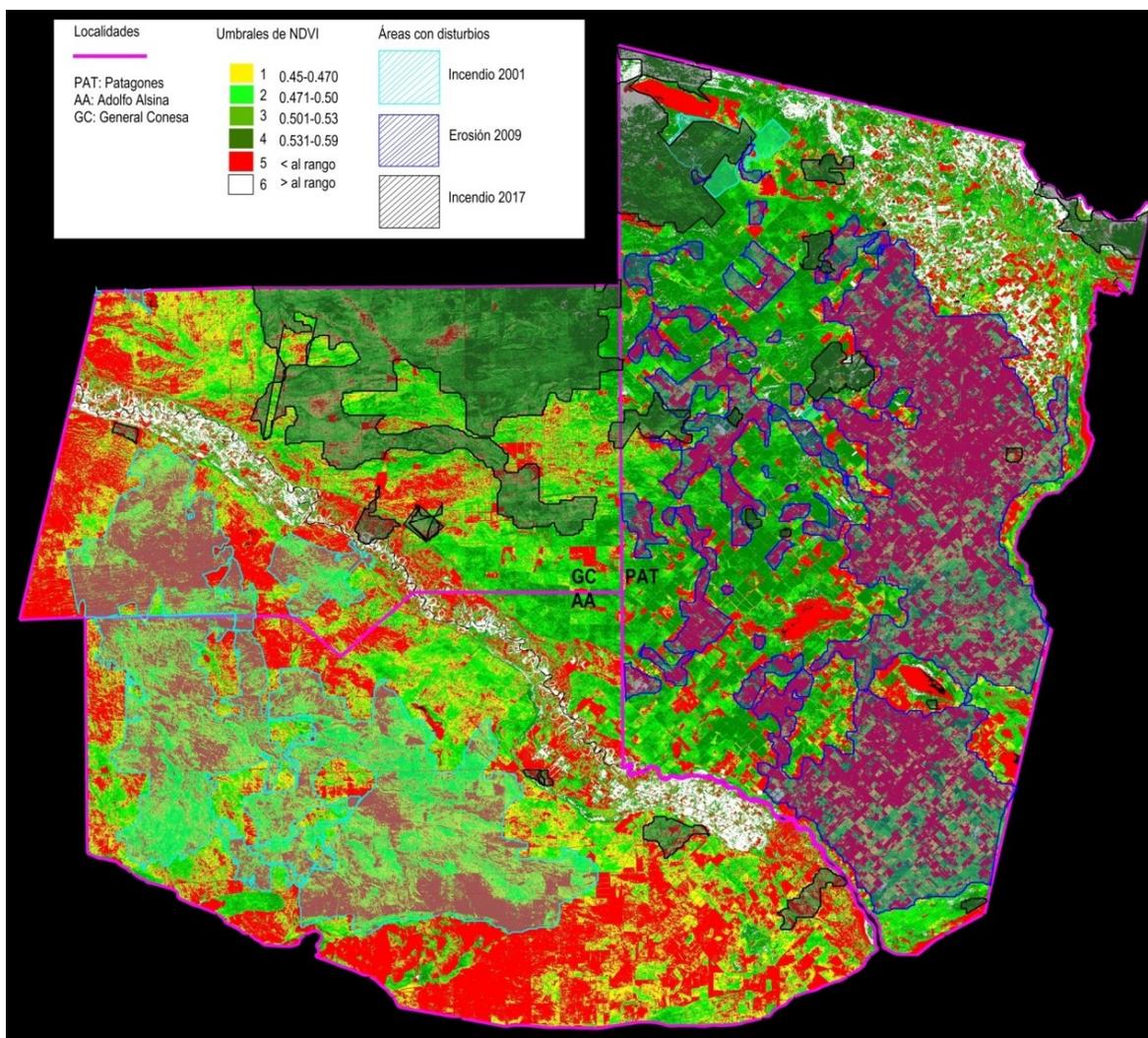


Figura 9. SIG que integra la información de biomasa de la vegetación leñosa (para los diferentes umbrales de NDVI) y los disturbios más relevantes en el área de estudio.

En el departamento de General Conesa también predomina la actividad ganadera extensiva bajo Monte, en ella se pueden identificar zonas de muy bajo contenido de biomasa (Umbral 1 y < de rango), sobre todo en el sector suroeste del departamento, en concordancia con las áreas afectadas por el incendio del año 2001 (Figura 9). Mientras que en el sector noreste del departamento se encontraron los niveles más altos de biomasa (Umbrales 2-3-4) (Figura 9). Estas áreas fueron afectadas por los incendios del año 2017, lo que implicaría una alta pérdida del stock de carbono y consecuentemente una alta emisión de dióxido de carbono en iguales cantidades de lo que fuera almacenado por estos umbrales de

NDVI (Figuras 8 y 9). Del mismo modo en el partido de Patagones, estos incendios afectaron los umbrales 3 y 4 de NDVI con similares consecuencias en cuanto a pérdida de stock de carbono y emisión (Figuras 8 y 9).

DISCUSIÓN

Todas las localidades presentan tanto especies leñosas arbóreas como arbustivas, no se encontró una variación de la composición florística en un gradiente E-O. Sin embargo, estas variaciones geográficas se ven en un gradiente más amplio. En este sentido, Torres Robles *et al.* (2015) para un área de gradiente N-S y E-O, que incluyeron las localidades de Pichi Mahuida, Adolfo Alsina y General Conesa (provincia de Río Negro) y Villarino y Patagones (provincia de Buenos Aires), encontraron una variación florística asociada a un gradiente geográfico con mayor diferenciación E-O y en menor medida N-S.

La mayoría de los sitios con menor cobertura (AA 3, GC 2, GC 4) presentan bajos niveles de biomasa y estructura y se asocian a una mayor frecuencia de especies que integran el estrato arbustivo bajo como *Ephedra triandra*, *Baccharis ulicina* y *Senna aphylla*. Otros sitios con cobertura baja (PAT 3, GC 3) son más similares a sitios de cobertura intermedia (AA 4, PAT 2) ya que presentan bajos contenidos de biomasa y se asocian a valores de frecuencia de especies que integran el estrato arbustivo medio y alto pero estructuralmente no están muy desarrollados como *Acantholippia seriphoides*, *Chuquiraga erinacea* ssp. *erinacea*, *Prosopis flexuosa* var. *flexuosa*, *Schinus johnstonii* y *Prosopis flexuosa* var. *depressa*.

Los sitios PAT 1 y AA 1 presentan mayor estructura leñosa, dada por la presencia de individuos con valores de DAP mayor a 10 cm y compartimentos leñosos de la vegetación en las categorías > de 10 cm y entre 10-5 cm. En estos sitios predominan las especies con mayor cantidad de carbono almacenado y mejor calidad de madera como *Condalia microphylla* y *Geoffroea decorticans*.

Algunos sitios con poca estructura leñosa (GC 1 y AA 2), se asocian a una mayor cobertura arbustiva y a una mayor frecuencia de especies de *Larrea*

divaricata y *Condalia microphylla*, sin embargo, presentan niveles de biomasa y cobertura iguales o mayores que los sitios de estructura más complejas (PAT 1 y AA 1). En ese sentido es importante resaltar estas zonas como áreas de aporte de biomasa y almacenamiento de carbono, teniendo en cuenta que esta fisonomía es la que predomina en las regiones transicional del Monte-Espinal (Arturi *et al.*, 2011). Estas áreas pocas veces son tenidas en cuenta en los ordenamientos forestales desde los organismos públicos provinciales (Contreras, 2011; Morello *et al.*, 2012).

La relación entre la biomasa y el NDVI presenta un mejor ajuste ($R^2=0,84$) que el obtenido en el modelo lineal entre la cobertura y la biomasa ($R^2=0,68$). Esto se debe a que en zonas áridas y semiáridas el contenido de biomasa depende de la composición y estructura de las especies (Barrera y Goya, 1994). En el área de estudio, las especies que se asocian con mayores contenido de biomasa son *Larrea divaricata*, *Geoffroea decorticans* y *Condalia microphylla*, esta última con una alta frecuencia en todos los sitios. Por otro lado, los valores de NDVI presentan diferentes tendencias según dominen especies arbustivas o arbóreas. Vazquez *et al.* (2013) evaluaron la evolución anual del NDVI para el Espinal de la provincia de La Pampa y encontraron diferencias en los valores de NDVI para los últimos días del año, donde las zonas arbustivas dominadas por *Larrea divaricata* presentaron el valor más bajo de NDVI (0,3), las zonas mixtas con especies arbóreas y arbustivas con *Prosopis caldenia* Burkart y *Condalia microphylla* presentaron valores intermedios de NDVI (0,45) y zonas con dominancia de la especie arbórea *P. caldenia* el valor más alto de NDVI (0,5). En esta tesina además de relacionar el NDVI con la biomasa, se asoció esta biomasa a la composición y a la estructura, y se encontró que sitios con mayor cobertura arbórea presentan mayores valores de NDVI que sitios con mayor cobertura arbustiva pero con similares contenidos de biomasa. Es necesario tener en cuenta estas diferencias ya que, si bien sitios con mayor cobertura arbustiva pueden presentar bajos valores de NDVI, dependiendo de la composición y estructura de las especies, pueden presentar altos valores de biomasa.

Los cuatro umbrales establecidos de NDVI siguen la tendencia positiva entre la biomasa leñosa y el NDVI. La mayoría de los sitios (seis de once en total) pertenecen a los umbrales más bajos (1 y 2), lo que implica menores contenidos de biomasa (6Mg/ha y 12Mg/ha respectivamente). El resto de los sitios pertenecen a los umbrales más altos (3 y 4) y son los que aportan mayor contenido de biomasa (32 Mg/ha y 56 Mg/ha respectivamente). Desde el punto de vista metodológico, es necesario ampliar el número de muestras con el fin de ajustar los valores de biomasa a los umbrales de NDVI de las categorías más altas. Los valores de biomasa leñosa encontrados para el umbral más alto se corresponden con los sitios de estructura más compleja, tanto con mayor cobertura arbórea como con mayor cobertura arbustiva. Estos valores son coherentes con otros valores de biomasa de la vegetación leñosa estimados en regiones forestales con composición y estructura diferentes como son el bosque chaqueño, la selva tucumano boliviana y la selva misionera, que presentan valores de biomasa de 98,98 Mg/ha, 172,87 Mg/ha y 266,24 Mg/ha respectivamente (Gasparri y Manghi, 2004).

En el área de estudio, el partido de Patagones presenta el mayor porcentaje (24%) de superficie del umbral de NDVI con mayor aporte de biomasa. Por el contrario, Adolfo Alsina contiene un 3% de superficie del umbral más alto y un 27% de superficie del umbral más bajo de NDVI. Mientras que General Conesa tiene porcentajes uniformes en todos los umbrales de NDVI (21, 18, 16 y 11 % de superficie de menor a mayor umbral de NDVI). Por lo tanto, Patagones es la localidad de mayor aporte de biomasa, stock de carbono y almacenamiento de dióxido de carbono para el área de estudio. Sin embargo, en los últimos 35 años se redujo en un 34% la superficie del Monte Nativo. Esta reducción se vincula en mayor medida con el uso agrícola en las zonas de secano del partido (Pezzola y Winschel, 2004; Contreras, 2011).

En esta tesina se analizó la reducción del Monte Nativo por el uso agrícola vinculado a los eventos más destacados en cuanto a las decisiones del ámbito público y privado en un contexto económico, en cuatro períodos. Es necesario

incorporar a este análisis las variaciones en las precipitaciones de la región, dada la gran dependencia de las variables climáticas con las actividades productivas.

Para el primer período (1972-1986), la reducción del Monte tiene una fuerte vinculación con los créditos para el desmonte con promoción del estado provincial (Gabella, 2014). Además, el contexto económico resultó favorable para la agricultura en la zona por los procesos inflacionarios (Iurman, 2009). Asimismo, este período de incentivo y beneficios económicos para los productores, coincide con un ciclo húmedo. Contreras (2011) estimó una media de precipitaciones de 525 mm anuales entre 1970 y 1986, lo que resulta propicio para el cultivo de trigo.

Durante el segundo período (1987-1998) se registró una disminución de la tasa de desmonte asociado a un freno de los incentivos agrícolas y a una reducción en un 25% de productores familiares (Pezzola y Winschel, 2004). En este período las precipitaciones oscilaban entre los 380 y 500 mm anuales (Ferrelli, 2010). El contexto económico y las oscilaciones de ciclos húmedos y secos genera una inestabilidad productiva, entre pérdidas y ganancias comenzó a fortalecerse la mirada cortoplacista del productor asociado a una agricultura competitiva (Gabella, 2014). Desde el ámbito público comenzaron las preocupaciones por las áreas desmontadas por la agricultura y las pérdidas productivas coincidentes con los períodos secos. En este sentido, el Estado Nacional lanzó en el año 1996 el plan de reconversión ganadera (Iurman, 2009).

Pese a los esfuerzos de la Nación y la provincia de Buenos Aires por fomentar la actividad ganadera, en el tercer período (1999-2004), con los beneficios del modelo agroexportador, que se complementa con un ciclo húmedo y un alza en el precio del trigo (Iurman, 2009; Contreras, 2011; Gabella, 2014), aumentó la tasa de desmonte para la actividad agrícola en secano a niveles nunca antes registradas. En este período se manifestó con más fuerza la mirada cortoplacista del productor, quienes incrementaron la producción aumentando la superficie de siembra de trigo, alcanzando en el año 2004 más de 250.000 ha (Contreras, 2011). En vista de esta época de bonanza para la producción en el partido de Patagones, los productores del NE rionegrino, cuya tradición de uso del suelo se inclinaba hacia un uso ganadero, potencian la actividad agrícola en

secano, siendo en este período en el que se registraron las mayores tasas de desmonte para esa región. En este sentido, Arturi (2006) considera que es muy improbable que las regiones boscosas permanezcan como tales si se asientan sobre tierras aptas para la agricultura de secano, la gran diferencia de rentabilidad inmediata entre mantener tierras forestales con ganadería extensiva y convertirlas a la agricultura en general empujó a los propietarios hacia esta última opción.

Durante el cuarto período (2005-2009) se registró una sequía extraordinaria con una media de precipitaciones de 350 mm anuales (Ferrelli, 2010). Comenzó a observarse el proceso incipiente de desertificación como consecuencia del modelo agrícola en las tierras de secano (Pezzola *et al.*, 2009). Estas consecuencias impactaron fuertemente en la sociedad, quienes, por un lado responsabilizan a la sequía y por otro lado a la mirada cortoplacista de los productores como únicos factores de degradación. Sin embargo, se puede considerar que esta mirada cortoplacista viene acompañada de un contexto político y económico que induce a este tipo de decisiones del ámbito privado.

A partir del proceso de erosión de los suelos, se formulan políticas ambientales que intenta dar soluciones en torno a cuestiones técnicas de manejo con relación a las condiciones climáticas, con el fin de fortalecer el uso ganadero tradicional bajo Monte, indicando que las problemáticas ambientales están asociadas a cuestiones principalmente de manejo. En cambio autores como Giorgetti (2009) y Gabella (2014) manifestaron que la problemática ambiental es en primer término social, en segundo económica y por último productiva. Si bien las medidas que ofrece el Estado tienen en cuenta variables económicas, sociales y productivas, predominan las medidas basadas en el manejo.

Por otro lado, la ganadería extensiva tradicional bajo Monte es la actividad más importante del NE rionegrino. En los últimos 10 años esta actividad ha sido fomentada mediante planes de producción ganadera bovina. Esta actividad también genera una variación en la estructura de la vegetación leñosa. Entre los años 2001 y 2011 se observó un aumento en la cobertura de la categoría de Monte denso y una disminución de la cobertura de pastizal, definida por Zeberio (2012). Resultados similares fueron encontrados por Kröpfl (1999); Kröpfl *et al.*

(2002) y Kröpfl *et al.* (2007), donde señalan que la introducción del ganado vacuno y ovino tuvo un marcado efecto sobre la cobertura vegetal, tanto herbácea como arbustiva, disminuyendo paulatinamente la primera y aumentando la segunda.

Por otro lado, los incendios que ocurren de manera natural en las áreas semiáridas y áridas, también generan variaciones en la estructura de la vegetación y están fuertemente vinculados con la ganadería. Si la carga animal es elevada, aumentará la cantidad y cobertura de plantas leñosas y se reducirá la de los pastos. Como consecuencia, los incendios serán menos frecuentes, pero cuando se combinan condiciones de baja humedad y altas temperaturas, los incendios serán mucho más intensos y difíciles de controlar (Torres Robles y Zeberio, 2017). Esto explicaría los incendios de gran magnitud e intensidad ocurridos entre diciembre del año 2016 y enero del año 2017 en el NE de la Patagonia. Estos incendios no sólo pusieron en crisis el sistema productivo ganadero, sino que además afectaron zonas de alta productividad de la vegetación leñosa natural del NE de la Patagonia.

En el área de estudio los cambios del uso del suelo, vinculados con el corrimiento de la frontera agropecuario y en particulares combinaciones con el clima y los incendios naturales, han generado grandes reducciones y/o variaciones de la vegetación leñosa, lo que implica una disminución en el contenido de biomasa, stock de carbono y almacenamiento de dióxido de carbono. Esto está en concordancia con los resultados del inventario de gases de efecto invernadero (GEI) de la República Argentina del año 2000 (Fundación Bariloche, 2005), donde puede inferirse que la expansión progresiva de la frontera agropecuaria en Argentina ha desencadenado un proceso creciente de emisión de GEI, atribuible a la deforestación y quema de biomasa, para convertir áreas forestales en tierras de cultivo y pastoreo (Viglizzo y Jobágyy, 2010).

Desde 2015 en adelante, retornó un período húmedo para la región y regresaron las lógicas mercantiles para organizar el sistema productivo estimulando a la recuperación de la actividad agrícola, que implica retomar viejas prácticas productivas. Esto se ve reflejado en las noticias locales de abril del año 2016, donde se expresan ideas tales como: “mejores condiciones para sembrar

trigo”, “la situación macroeconómica favorece la producción de trigo, pero deberá llover”, “Patagones prevé más trigo, pero debe haber un cambio cultural para mejorar la calidad del cereal” (www.noticiasnet.com.ar; www.treslineas.com.ar). Esto pone de manifiesto cómo las políticas públicas que actúan sobre cuestiones de manejo con relación a las variaciones climáticas en la región, no tendrían tanto impacto en el sector rural a lo largo del tiempo, ya que no consideran que el uso de suelo debe tener en cuenta tanto los acontecimientos económicos, históricos, culturales, climáticos como un amplio conocimiento de la dinámica de la vegetación en ambientes tan vulnerables como son los ambientes áridos-semiáridos.

La hipótesis general de este trabajo plantea que los cambios en la vegetación del Monte y Espinal del NE de la Patagonia por diferente historia de uso del suelo determinan cambios en la composición, estructura y consecuentemente en la biomasa leñosa. Esta hipótesis se rechaza parcialmente ya que se encontró que la historia de uso provoca modificaciones en la estructura y biomasa de la vegetación leñosa, pero no es posible determinar una relación entre la historia de uso y la variación de la composición.

CONCLUSIÓN

No se encontró un gradiente geográfico en cuanto a la composición, todas las localidades, en algunos de sus sitios, presentaron especies similares.

La biomasa de la vegetación leñosa del área de estudio depende de la composición y estructura de las especies. Se encontró que sitios con mayor cobertura arbustiva presentan mayores o iguales contenidos de biomasa que sitios con mayor cobertura arbórea.

La biomasa de la vegetación leñosa obtuvo un mejor ajuste con los valores de NDVI que con los valores de cobertura de la vegetación del sitio, favoreciendo la proyección espacial de la misma.

La proyección de biomasa arrojó diferentes superficies de contenido de biomasa para las diferentes localidades, las mismas se relacionan con el tipo de actividad productiva y con los disturbios ocurridos en cada una de ellas. En

Patagones el desmonte agrícola ocasionó una reducción del Monte Nativo y una elevada superficie de suelos erosionados, por ende, se observó, por un lado, un mayor porcentaje de superficie de alto contenido de biomasa y por otro lado, los contenidos bajos de biomasa que se situaron en los suelos erosionados establecidos por Pezzola *et al.* (2009). En Adolfo Alsina la principal actividad del Monte es la ganadería y tuvo una gran superficie afectada por el incendio del año 2001, por lo que se observó un mayor porcentaje de los bajos contenidos de biomasa en estas áreas. En General Conesa también la principal actividad es la ganadería, no presentó grandes disturbios previos al año 2013, fecha de la imagen utilizada para la proyección, por lo cual se observó una equidad en cuanto a las superficies con contenido de biomasa. Por otro lado, General Conesa fue la localidad con mayor superficie afectada por el incendio del año 2017, lo que implica importantes pérdidas, más allá de las productivas, de contenido de biomasa, stock y almacenamiento de carbono.

Para entender las reducciones y/o variaciones de la vegetación leñosa del área de estudio es necesario entender las dinámicas territoriales que están condicionadas por las variables biofísicas, las políticas y las relaciones socioeconómicas del sector rural. Esto se observa en los distintos períodos establecidos para el uso agrícola, donde las tasas de desmontes aumentaron o disminuyeron con relación a los eventos más significativos de la esfera del sector público vinculados a un contexto económico y al fortalecimiento de la mirada cortoplacista del productor.

Es fundamental señalar que la vegetación nativa está adaptada a las condiciones climáticas y presenta funciones y servicios ecosistémicos fundamentales para el mantenimiento del ecosistema, y son necesarios para la subsistencia de la propia humanidad, por lo cual es necesario generar herramientas de manejo que se amolden a estos sistemas naturales y que no estén en detrimento de estos.

BIBLIOGRAFÍA

- Anaya, J. A., E. Chuvieco y A. Palacios-Orueta. 2009. Aboveground biomass assessment in Colombia: A remote sensing approach. *Forest Ecology and Management* 257: 1237–1246.
- Anton, A. M. y F. O. Zuloaga. 2014. Flora Argentina. Flora vascular de la república Argentina. Disponible en: <http://www.floraargentina.edu.ar> [Acceso Noviembre de 2014].
- Albanesi, R. 2007. La modernización en el devenir de la producción familiar capitalizada. *Revista Mundo Agrario de estudios rurales*, vol. 7, n° 14. Centro de Estudios Histórico Rurales. Universidad Nacional de La Plata.
- Arturi, M. F. 2006. Situación Ambiental en la Ecorregión Espinal: 241-246. En: A. Brown, U. Martínez Ortiz, M. Acerbi y J. Corcuera (Eds.) *La Situación Ambiental Argentina 2005*. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires. 587 pp.
- Arturi, M., S. S. Torres Robles, R. Herrera Santángelo, UNLP, FCAYF y CFI. 2011. *Proceso de ordenación territorial de los recursos naturales renovables del Monte y Espinal de la provincia de Río Negro*. Consejo Federal de Inversiones (CFI). Ciudad Autónoma de Buenos Aires. 307 pp, 8v, 1 cd, 1 mapa. N° de inventario: 48845, reg: 10272.
- Barrera, M. D. y J. F. Goya. 1994. *Biomasa y crecimiento de arbustos y sufrutices*. Estudio: productividad de los pastizales naturales del Neuquén. Consejo Federal de Inversiones. Universidad Nacional de La Plata. 144 pp
- Bran, D. E., G. A. Cecchi, J. J. Gaitán, J. A. Ayesa y C. R. López. 2007. Efecto de la severidad de quemado sobre la regeneración de la vegetación en el Monte Austral. *Ecología Austral* 17:123-131
- Brown, S. 1997. *Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: a Primer*. FAO Forestry Paper N° 134.
- Cabrera, A. L. 1976. *Regiones Fitogeográficas Argentinas*. 2° ed. Enc. Arg. Agricultura y Jardinería. Ed. ACME. S.A.I.C Buenos Aires. 85pp
- Cecchi, G. A., A. I. Kröpfl, N. M. Villasuso y R. A. Distel. 2006. Stemflow and soil water redistribution in intact and disturbed plants of *Larrea divaricata* in Southern Argentina. *Arid Land Research and Management*, 20:209-217.
- Contreras, C. 2011. *Caracterización estructural y distribución de la vegetación leñosa en el ecotono Espinal-Monte en el SO de Buenos Aires, incidencia de los cambios de uso de la tierra*. Tesis de Grado de la carrera Ing. Forestal de la Fac. Cs. Agrarias y Forestales, de la Universidad Nacional de La Plata.
- Del Barrio R. A. y M. E. Ocampo. 2013. *Los condicionantes ambientales a las políticas de desarrollo agropecuario: los efectos del desmonte y la producción de trigo en el sur de Patagones y NE de Río Negro*. Séptimo congreso argentino de administración pública, Mendoza.
- Di Rienzo, J. A., F. Casanoves, M. G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada y C. W. Robledo. 2016. *InfoStat Versión 2016*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL: <http://www.infostat.com.ar>.
- ENVI. 2006. Additional data analyses were done using ENVI version 5.1. *Exelis Visual Information Solutions*, Boulder, Colorado.
- Fernández, N., J. M. Paruelo y M. Delibes. 2010. Ecosystem functioning of protected and altered Mediterranean environments: A remote sensing classification in Doñana, Spain. *Remote Sensing of Environment* 114: 211–220.
- Ferrelli, F. 2010. *La sequía 2008-2009 en el Sudoeste de la provincia de Buenos Aires*. Tesis de licenciatura en geografía, en la Universidad Nacional del Sur.
- Flores, J. S. y J. A. Sánchez. 2004. Flora y vegetación. En: Zuñiga, B. (Ed. general). *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*. Universidad Autónoma

- de México. Universidad Autónoma de Yucatán Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Instituto Nacional de Ecología. México 509 pp.
- Fosberg, F. R. 1961. Classification of vegetation for general purposes. *Trop Ecology* 2:1-28.
- Fundación Bariloche. 2005. *Inventario nacional de la República Argentina de fuentes de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero*. Buenos Aires, Argentina.
- Gabella, J. I. 2014. *Gestión territorial y deterioro ambiental en áreas rurales de la diagonal árida templada Argentina. Partido de Patagones, Provincia de Buenos Aires*. Tesis Doctoral en Geografía. Lic. en Geografía, en la Universidad Nacional del Sur.
- Gallaun, H., G. Zanchi, G. J. Nabuurs, G. Hengeveld, M. Schardt y P. J. Verkerk, 2010. EUwide maps of growing stock and above-ground biomass in forests based on remote sensing and field measurements. *Forest Ecology and Management* 260 (3): 252-261
- Gasparri, N. I. y E. Manghi, 2004. *Estimación de volumen. Biomasa y contenido de carbono de las regiones forestales argentinas*. Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal. Ministerio de Salud y Ambiente.
- Gasparri N. I., R. H. Grau y E. Manghi, 2008. Carbon Pools and Emissions from Deforestation in Extra-Tropical Forests of Northern Argentina Between 1900 and 2005. *Ecosystems* 11 (8): 1247-1261.
- Gasparri N. I., M. G. Parmuchi, J. Bono, H. Karszenbaum y C. L. Montenegro. 2010. Assessing multitemporal Landsat 7 ETM + images for estimating above-ground biomass in subtropical dry forests of Argentina. *Journal of Arid Land* 74:1262–1270.
- Gasparri N. I y G. Baldi. 2013. Regional patterns and controls of biomass in semiarid woodlands: lessons from the Northern Argentina Dry Chaco. *Regional Environmental Change* 13 (6): 1131-144.
- Giorgetti, H. 2009. El desmonte que mata. EcoDias en dialogo. Boletín electrónico visto el 5 de diciembre del 2015. Link: <http://www.ecodias.com.ar/art/el-desmonte-que-mata>.
- Glave A. 2006. Influencia climática en el sudoeste bonaerense y sudeste de La Pampa *ACAECER* 31(360):18-23.
- González Iturbe Ahumada, J. A. 2004. Introducción a la percepción remota. En: Zuñiga, B. (Ed. general). *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*. Universidad Autónoma de México. Universidad Autónoma de Yucatán Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Instituto Nacional de Ecología. México 509 pp.
- Gonzalez-Roglich M., J. Swenson, E. Jobbagy y R. Jackson. 2014. Shifting carbon pools along a plant cover gradient in woody encroached savannas of central Argentina. *Forest Ecology and Management* 331:71-78.
- Godagnone R. E. y D. E. Bran (Eds.). 2009. *Inventario integrado de los recursos naturales de la provincia de Río Negro*. Geología, hidrogeología, geomorfología, suelos, vegetación y fauna. Ediciones INTA, Buenos Aires.
- Gurvich, D., L. Enrico y A. Cingolani. 2005. Linking plant functional traits with post-fire sprouting vigour in woody species of central Argentina. *Austral Ecology* 30:789-796.
- Hierro, J. L., L. Branch, D. Villarreal y K. Clark, 2000. Predictive equations for biomass and fuel characteristics of Argentine shrubs. *J. Range Manage* 53:617-621
- Iurman, D. 2009. *Diagnóstico y evaluación económica de alternativas tecnológicas para productores agropecuarios familiares de la zona de secano del Partido de Patagones*. (Buenos Aires). Tesis de Magíster Económica Agraria y Administración Rural.
- Kröpfl, A. I. 1999. *Efecto del pastoreo y otros disturbios sobre la estructura y la dinámica de la vegetación de una estepa arbustiva semiárida*. Tesis de Maestría. Universidad de Buenos Aires.
- Kröpfl, A. I., G. A. Cecchi, N. M. Villasuso y R. A. Distel. 2002. The influence of *Larrea divaricata* on soil moisture and on water status and growth of *Stipa tenuis* in southern Argentina. *Journal of Arid Land* 52:29-35.

- Kröpfl, A. I., V. A. Deregibus y G. A. Cecchi. 2007. Disturbios en una estepa arbustiva del Monte: cambios en la vegetación. *Ecología Austral* 17:257-268.
- Lascano, O. y D. Bolla. 2009. *Situación actual de la cadena de carne vacuna en Norpatagonia, su relación con el corrimiento de la barrera sanitaria y propuestas para el desarrollo de la ganadería bovina*. Edición: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Valle Inferior. Año 4 n° 17.
- León, R. J. C., D. Bran, M. Collantes, J. M. Paruelo y A. Soriano. 1998. Grandes unidades de vegetación de la Patagonia extraandina. *Ecología Austral* 8:125-144.
- León De La Luz, J. L., R. Domínguez y S. Díaz Castro, 2005. Evaluación de un análisis dimensional para predecir peso fresco del leño en dos especies de mezquite, *Prosopis articulata* S. Watson y *P. palmeri* S. Watson. *Acta Botánica Mexicana* 72:17-32.
- Lerner, P. D. 2004. El caldenal: dinámica de poblaciones de Caldén y procesos de expansión de leñosas en pastizales. En: Arturi M. F.; J. L. Frangi y J. F. Goya (Eds.). *Ecología y manejo de los bosques de Argentina*. Publicación multimedia, Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.
- Lini, R. M. 2008. *Evaluación del avance del desmonte para uso agrícola en el noreste rionegrino, mediante el uso de sistemas de información geográfica*. Informe de avance. Dirección de Bosques, Ministerio de Producción, Provincia de Río Negro. 8 pp
- Mateucci S. D. y A. Colma, 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación*. Monografía n° 22, Serie Biología. Secretaría General de la OEA. Washington D.C. 168pp.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la provincia de Río Negro. 2010. *Programas de servicios agrícolas provinciales, Estrategia Provincial para el Sector Agroalimentario-EP SA*. Resolución Ministerio de Producción N° 294/10.
- Morello, J., S. D. Mateucci, A. F. Rodríguez y M. E. Silva, 2012. *Ecoregiones y complejos ecosistémicos argentinos* 1a ed. Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires. 719 pp.
- Muhammad I., M. Chacón, C. Cuartas, J. Naranjo, G. Ponce, P. Vega, F. Casasola y J. Rojas. 2007. Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* (45): 27-36
- Návar Háidez, C. y S. González Elizondo. 2009. Diversidad, estructura y productividad de bosques templados de Durango, México. *Polibotanica* 27:71-87.
- Navone S. M. (Ed). 2003. *Sensores remotos aplicados al estudio de los recursos naturales*. Editorial Facultad Agronomía, Universidad de Buenos Aires. 190 pp.
- OPDS, 2011. Proyecto de Ley "marco normativo para el Ordenamiento de Bosques Nativos en la Provincia de Buenos Aires". <https://www.hcdiputados-ba.gov.ar/proyectos/14-15D13100.doc>
- Paruelo, J. M., J. P. Guerschaman y S. Veron. 2005. Expansión agrícola y cambios en el uso de suelos. Facultad de Agronomía, UBA. *Revista Ciencia Hoy*. Volumen 15 - N° 87.
- Peter G., F. A Funk y S. S. Torres Robles. 2013. Responses of vegetation to different land-use histories involving grazing and fire in the North-east Patagonian Monte, Argentina. *The Rangeland Journal*.
- Pezzola, A., R. Argamennoni, C. Winschel, R. Sanchez, E. Mario y H. Giorgetti. 2009. *Estimación expeditiva de suelos erosionados del Partido de Patagones - Buenos Aires*. INTA-Estación Experimental Agropecuaria, H. Ascasubi.
- Pezzola, A. y C. Winschel. 2004. *Estudio multitemporal de la degradación del Monte nativo en el partido de Patagones- Buenos Aires*. EEA INTA Hilario Ascasubi.
- Rügnitz, M. T., M. L. Chacón y R. Porro. 2008. *Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales*. 1.ed. Belém, Brasil.: Consorcio Iniciativa Amazónica (IA) y Centro Mundial Agroforestal (ICRAF).

- Sankaran N. M., N. P. Hanan, R. J. Scholes, J. Ratnam, D. J. Augustine y B. S. Cade. 2005. Determinants of woody cover in African savannas. *Nature* 438:846-849.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS), Argentina. 2013. *Proyecto: "Aumento de la resiliencia climática y mejora de la gestión sustentable de la tierra en el sudoeste de la Provincia de Buenos Aires"*.
- Segura, M. y M. Kanninen, 2005. Allometric Models for Tree Volume and Total Aboveground Biomass in a Tropical Humid Forest in Costa Rica. *Biotropica*, 37(1):2-8.
- Ter Braak, C. J. F. 1995. Ordination. En: R. H. G. Jongman, C. J. F. Ter Braak y O. F. R. Van Tongeren (Eds.) *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. Cambridge University Press.
- Torres Robles, S. S. 2009. *Variación geográfica de la composición y riqueza de plantas vasculares en los talares bonaerenses y su relación con el clima, sustrato, estructura del paisaje y uso*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata.
- Torres Robles, S. S., M. Arturi, C. Contreras, G. Peter y J. M. Zeberio. 2015. Variaciones geográficas de la estructura y composición de la vegetación leñosa en el límite entre el espinal y el Monte en el Noreste de la Patagonia (Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 50 (2): 209-215.
- Torres Roble, S. y J. M. Zeberio. 2017. Un hecho habitual de intensidad infrecuente. Diario el perfil. Link: <http://www.perfil.com/elobservador/un-hecho-habitual-de-intensidad-infrecuente.phtml> . Visto 1/01/2017
- Tucker, C. J. 1979. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Rem. Sens. Environ.* 8, 127-150. UMSEF. 2007. Monitoreo de la superficie de bosque nativo de Argentina. www.ambiente.gov.ar/umsef
- Vaccaro, S., M. F. Arturi, J. F. Goya, J. L. Frangi y G. Piccolo, 2003. Almacenaje de carbono en estadios de la sucesión secundaria en la provincia de Misiones, Argentina. *Interciencia* 29 (9): 521-527.
- Vázquez, P., E. Adema y B. Fernández. 2013. Dinámica de la fenología de la vegetación a partir de series temporales de NDVI de largo plazo en la provincia de La Pampa. *Ecología Austral* 23:77-86
- Viglizzo, E. y E. Jobbágy. 2010. *Expansión de la frontera agropecuaria en Argentina y su impacto ecológico-ambiental*. Ediciones INTA 2010, 99pp. Buenos Aires, Argentina
- Zeberio J. M. 2012. Avance de la frontera agropecuaria en el noreste patagónico y sus consecuencias en los procesos de desertificación y pérdida de biodiversidad. En: Dos Santos y Torres Sanchez (Ed.) *Ciencia y tecnología ambiental. Un enfoque integrador*. Asociación Argentina para el progreso de la ciencia. Buenos Aires. 216-221.

Sitios Web

- Diario digital, Noticias de la Costa: www.noticiasnet.com.ar link: <http://www.noticiasnet.com.ar/61-edicion-impres/patagones-y-buenos-aires/18441-mejores-condiciones-para-sembrar-trigo-en-patagones-pero-debera-llover>. Visto 04/04/2016
- Diario digital, Tres líneas: www.treslineas.com.ar link: <http://www.treslineas.com.ar/patagones-preve-trigo-pero-debe-haber-cambio-cultural-para-mejorar-calidad-cereal-n-1381277.html>. Visto 06/04/2016